

Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería Ambiental

IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES SUSCEPTIBLES DE PROVOCAR IMPACTO Y MEDIDAS CORRECTORAS EN OBRAS PÚBLICAS

Autor: Antonio José Sánchez Campos

Tutor: Eladio M. Romero González

MÁSTER EN INGENIERÍA AMBIENTAL
DEP. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

JUNIO, 2016



Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería Ambiental

**IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES SUSCEPTIBLES DE
PROVOCAR IMPACTO Y MEDIDAS CORRECTORAS EN
OBRAS PÚBLICAS**

Autor:

Antonio José Sánchez Campos

Tutor:

Eladio M. Romero González

DEP. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Junio, 2016

*A mi padre, por
enseñarme el valor
de las cosas.*

Resumen

La Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto, obra o actividad en su entorno.

En el presente trabajo fin de máster se ha realizado un estudio pormenorizado de varias obras públicas para determinar las acciones de los proyectos que producirán dichos impactos y las medidas correctoras de aplicación en caso de existir, así como la semejanza de éstas con el concepto de MTD.

ÍNDICE

<u>I. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL TFM</u>	15
I.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA	18
I.2. OBJETO DEL TFM	21
<u>II. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DE ESTUDIO</u>	22
II.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS QUE SE SOMETERÁN A EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA	23
<u>III. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO</u>	35
III.1. CONTENIDO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA	36
III.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	39
<u>IV. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE</u>	43
<u>V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP</u>	49
V.1. INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE	52
V.1.A. ACCIONES COMUNES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CONVENCIONALES AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS, Y FERROCARRIL	52
V.1.B. ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS.	63
V.1.C. ACCIONES ESPECÍFICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FERROCARRILES	68
V.2. PROYECTOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE GESTIÓN DEL AGUA	72
V.2.A. ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS	72
V.2.B. ACCIONES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.	79
V.3. VERTEDERO DE RESIDUOS	89

V.3.A. ACCIONES DE LOS VERTEDEROS	93
<u>VI. MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL</u>	103
<u>VII. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</u>	113
VII.1. INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE	114
VII.1.A. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS COMUNES EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE	114
VII.1.B. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS ESPECÍFICOS DE CARRETERAS, AUTOVÍAS Y AUTOPISTAS.	129
VII.1.C. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS ESPECÍFICOS DE FERROCARRILES	137
VII.2. OBRAS HIDRÁULICAS	141
VII.2.A. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN PRESAS	141
VII.2.B. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUA	152
VII.3. VERTEDEROS	158
VII.3.A. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN VERTEDEROS	158
<u>VIII. CONCEPTO DE MTD Y MEDIDAS CORRECTORAS</u>	169
VIII.1. CONCEPTO DE MTD	170
VIII.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	171
VIII.3. MTD EN LAS OBRAS PÚBLICAS.	173
VIII.4. CONCLUSIÓN	176
<u>IX. CONSIDERACIÓN DE LAS ACCIONES CAUSANTES DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS DIAS</u>	177
IX.1. FINALIDAD DEL ESTUDIO	178
IX.2. ESTUDIO I: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS TENIDOS EN CUENTA EN LAS DIAS PARA LAS OBRAS PÚBLICAS ESTUDIADAS EN EL TFM.	178
IX.2.A. EIA LINEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA-HUELVA	180
IX.2.B. DIA Nº I: VARIANTE DE LAS POBLACIONES DE BEAS Y TRIGUEROS EN LA CARRETERA N-435	183

IX.2.c. DIA Nº 2: PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE, TÉRMINOS MUNICIPALES DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, CHODES Y RICLA (ZARAGOZA) Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS.	188
IX.2.d. DIA Nº 3: NUEVA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA).	192
IX.2.e. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN EL ANÁLISIS DE LAS DIAS SELECCIONADAS	194
IX.3. ESTUDIO II: ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO QUE PRESENTAN MÁS CONDICIONANTES	195
IX.3.a. DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL ESTUDIO	195
IX.3.b. ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE LOS PROYECTOS DE ESTUDIO	197
IX.3.c. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS CONDICIONANTES IMPUESTOS EN LAS DECLARACIONES DE IMPACTO ESTUDIADAS	197
X. CONCLUSIONES	203
XI. BIBLIOGRAFÍA	206

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EJEMPLO DE TRANSPORTE MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	55
ILUSTRACIÓN 2 PARQUE DE MAQUINARIA	55
ILUSTRACIÓN 3 EJEMPLO DE EXCAVACIÓN EN ZANJA	56
ILUSTRACIÓN 4 EJEMPLO DE DESMONTE EN UN CORREDOR DE UNA CARRETERA	57
ILUSTRACIÓN 5 TERRENO DESNUDO COMO CONSECUENCIA DE LA EXCAVACIÓN DE UN DESMONTE	57
ILUSTRACIÓN 6 CREACIÓN DEL TERRAPLÉN PARA LA EJECUCIÓN DE LA PLATAFORMA	58
ILUSTRACIÓN 7 CUNETA REVESTIDA DE HORMIGÓN PARA EL DRENAJE LONGITUDINAL	59
ILUSTRACIÓN 8 OBRA DE PASO DE DRENAJE TRANSVERSAL	60
ILUSTRACIÓN 9 SECCIÓN TRANSVERSAL QUE MUESTRA EL DRENAJE SUBTERRÁNEO	61
ILUSTRACIÓN 10 CROQUIS DE PANTALLAS DRENANTES ACTUANDO PARA REBAJAR EL NIVEL FREÁTICO	61
ILUSTRACIÓN 11 CROQUIS CON DIFERENTES TIPOLOGÍAS DRENANTES EMPLEADAS EN OBRAS LINEALES.	61
ILUSTRACIÓN 12 EJECUCIÓN DE UN MURO DE ESCOLLERA	63
ILUSTRACIÓN 13 EXTENSIÓN DEL MATERIAL Y REGADO PARA LA EJECUCIÓN DE LA BASE	64
ILUSTRACIÓN 14 RODILLO COMPACTADOR EN LA EJECUCIÓN DE LAS CAPAS DE LA EXPLANADA	65
ILUSTRACIÓN 15 ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CAPAS DE LA CARRETERA *	65
ILUSTRACIÓN 16 EXTENSIÓN DE LAS CAPAS DE RODADURA	66
ILUSTRACIÓN 17 PINTADO DE CARRETERAS	67
ILUSTRACIÓN 18 INSTALACIÓN DE LA BIONDAS	67
ILUSTRACIÓN 19 INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	67
ILUSTRACIÓN 20 VÍA SOBRE BALASTO	69
ILUSTRACIÓN 21 VÍA SOBRE PLACA	70
ILUSTRACIÓN 22 IMAGEN DE UN VAGÓN EN EL QUE SE PUEDE APRECIAR CLARAMENTE EL CONTACTO DEL PANTÓGRAFO CON LA CATENARIA	71
ILUSTRACIÓN 23 MAPA DE RUIDOS DE UNA OBRA LINEAL DE TRANSPORTE	72
ILUSTRACIÓN 24 PRESA DE MATERIALES SUELTOS INTEGRADA EN EL PAISAJE	77
ILUSTRACIÓN 25 ENCOFRADORAS TREPANTES EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA	77
ILUSTRACIÓN 26 PRESA DE HORMIGÓN DEL TIPO ARCO-GRAVEDAD	78
ILUSTRACIÓN 27 ESQUEMA BASE DE UNA DEPURADORA	81
ILUSTRACIÓN 28 REJAS DE PREDESBASTE	82
ILUSTRACIÓN 29 DESARENADOR-DESENGRASADOR	83
ILUSTRACIÓN 30 ESQUEMA SECCIÓN DECANTADOR PRIMARIO	83

ILUSTRACIÓN 31 DECANTADOR PRIMARIO	84
ILUSTRACIÓN 32 ESQUEMA DE LODOS ACTIVOS	85
ILUSTRACIÓN 33 PROCESO GENERAL DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL URBANA	86
ILUSTRACIÓN 34 PROCESO DEL TRATAMIENTO DE FANGOS	86
ILUSTRACIÓN 35 ESQUEMA DIGESTOR	87
ILUSTRACIÓN 36 DIGESTOR DE EDAR	87
ILUSTRACIÓN 37 ESQUEMA DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LOS VERTEDEROS	89
ILUSTRACIÓN 38 SECCIÓN CELDA DE RESIDUOS CON DETALLE DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN	95
ILUSTRACIÓN 39 SECCIÓN CELDA DE RESIDUOS CON DETALLE DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN	95
ILUSTRACIÓN 40 OBRAS DE IMPERMEABILIZACIÓN DE UN VERTEDERO	96
ILUSTRACIÓN 41 SECCIÓN CELDA DE RESIDUOS CON DETALLE DEL SISTEMA DE CUBRICIÓN PARCIAL	97
ILUSTRACIÓN 42 SISTEMA DE RECOGIDA DE LIXIVIADOS	98
ILUSTRACIÓN 43 SECCIÓN TRANSVERSAL DONDE SE APRECIA LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE RECOGIDA DE LIXIVIADOS	99
ILUSTRACIÓN 44 ESQUEMA DE SISTEMA DE RECOGIDA DE BIOGÁS	101
ILUSTRACIÓN 45 RIEGO DE CAMINO CON CAMIÓN CISTERNA	115
ILUSTRACIÓN 46 JALONAMIENTO CON CINTAS PLÁSTICAS	119
ILUSTRACIÓN 47 REVEGETACIÓN DE TALUDES CON HIDROSIEMBRA	121
ILUSTRACIÓN 48 MALLAS DE TORSIÓN EN DESMONTE	121
ILUSTRACIÓN 49 COMPARATIVA ACERCA DE LA INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	128
ILUSTRACIÓN 50 PASO DE FAUNA PARA PEQUEÑOS MAMÍFEROS Y ANFIBIOS	133
ILUSTRACIÓN 51 ECODUCTO	133
ILUSTRACIÓN 52 DRENAJE TRANSVERSAL QUE ADEMÁS SIRVE DE PASO PARA ANFIBIOS Y PEQUEÑOS MAMÍFEROS	134
ILUSTRACIÓN 53 PANTALLA ACÚSTICA	136
ILUSTRACIÓN 54 ELEMENTO DE ESCAPE PARA MAMÍFEROS	137
ILUSTRACIÓN 55 ISLA FLOTANTE	151
ILUSTRACIÓN 56 RESULTADO DE TRABAJOS DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA DE EDAR	157
ILUSTRACIÓN 57 PUENTE DE LA HAYA PARA ARDILLAS	175
ILUSTRACIÓN 58 OBRA DE DRENAJE ADECUADA PARA LA FAUNA	175

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PROYECTOS SOMETIDOS AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN LA LEY 21/2013 (1)	27
TABLA 2 PROYECTOS SOMETIDOS AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN LA LEY 21/2013 (2)	28
TABLA 3 PROYECTOS SOMETIDOS AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL CUANDO SE DESARROLLAN EN ESPACIOS PROTEGIDOS	29
TABLA 4 PROYECTOS SOMETIDOS AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN LA LEY 7/2007 (1)	31
TABLA 5 PROYECTOS SOMETIDOS AL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN LA LEY 7/2007 (2)	32
TABLA 6 SEGREGACIÓN DEL MEDIO EMPLEADA EN EL TFM PARA LA DETERMINACIÓN DE ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTOS	48
TABLA 7 SEGREGACIÓN DE ACCIONES COMUNES A LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE (1)	53
TABLA 8 SEGREGACIÓN DE ACCIONES COMUNES A LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE (2)	54
TABLA 9 SEGREGACIÓN DE ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CARRETERAS, AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	63
TABLA 10 SEGREGACIÓN DE ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FERROCARRILES	68
TABLA 11 DISTRIBUCIÓN DE LAS PRESAS EN ESPAÑA	74
TABLA 12 SEGREGACIÓN DE ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS	75
TABLA 13 SEGREGACIÓN DE ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	79
TABLA 14 SEGREGACIÓN DE ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VERTEDEROS	93
TABLA 15 VALORES DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD NECESARIO SEGÚN EL TIPO DE VERTEDERO	94
TABLA 16 COMPOSICIÓN TÍPICA DEL BIOGÁS	100
TABLA 17 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL ACCIONES COMUNES PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE. (1)	105
TABLA 18 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL ACCIONES COMUNES PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE. (2)	106
TABLA 19 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL ACCIONES COMUNES PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE. (3)	107

TABLA 20 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS.	108
TABLA 21 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FERROCARRILES	109
TABLA 22 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS	110
TABLA 23 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS	111
TABLA 24 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PARA PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VERTEDEROS	112
TABLA 25 DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL ESTUDIADAS PARA EL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS TENIDOS EN CUENTA EN LAS DIAS	178
TABLA 26 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN EL EIA “LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA-HUELVA” (1)	180
TABLA 27 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN EL EIA “LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA-HUELVA” (2)	181
TABLA 28 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN LA DIA “VARIANTE DE LAS POBLACIONES DE BEAS Y TRIGUEROS EN LA CARRETERA N-435” (1)	183
TABLA 29 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN LA DIA “VARIANTE DE LAS POBLACIONES DE BEAS Y TRIGUEROS EN LA CARRETERA N-435” (2)	184
TABLA 30 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN LA DIA “PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE, TÉRMINOS MUNICIPALES DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, CHODES Y RICLA (ZARAGOZA) Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS (1)	188
TABLA 31 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN LA DIA “PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE, TÉRMINOS MUNICIPALES DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, CHODES Y RICLA (ZARAGOZA) Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS (2)	189
TABLA 32 TABLA PARA EL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS EN LA DIA “NUEVA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)	192
TABLA 33 TIPOLOGÍA DE LOS PROYECTOS DE ESTUDIO DE LAS DIA	197
TABLA 34 ELEMENTOS DEL MEDIO CONDICIONADOS EN LAS DIAS DE ESTUDIO	198
TABLA 35 ELEMENTOS DEL MEDIO CONDICIONADOS POR TIPO DE OBRA PÚBLICA	199
TABLA 36 PORCENTAJE DE CONDICIONANTES PRESENTES EN ELEMENTOS DEL MEDIO EN LAS DIAS SEGÚN EL TIPO DE OBRA PÚBLICA	200
TABLA 37 CONDICIONANTES MÁS COMUNES EN LAS DIAS DE ESTUDIO	201

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL TFM

Las obras públicas mejoran el bienestar de una sociedad y contribuyen al avance de ésta. Además, son un indicador del nivel de desarrollo, mayor cuanto más avanzadas son las infraestructuras de un país.

Debido a su magnitud, producen grandes impactos medioambientales en su construcción y operación. Estos impactos ambientales son comunes a todas las obras públicas, incluso a las destinadas a la reducción de la afección del ser humano al medioambiente, como las depuradoras o vertederos de residuos, por ejemplo.

Las obras civiles son, por tanto, imprescindibles en la sociedad, pero resulta necesario también, estudiar todas las alternativas posibles (de tipo constructivo, emplazamiento, tecnologías empleadas etc.), seleccionando aquella que produzca un menor impacto en el entorno, incluso pudiendo ir más allá y ejecutando construcciones que no sólo conlleven el menor impacto posible, sino que mejoren el entorno preexistente, estando lo más integradas posibles en el medio.

Este estudio de alternativas, de viabilidad, de sostenibilidad medioambiental o de impacto ambiental se instrumenta legalmente. En nuestro país partimos de una Directiva Europea que se transpone en una Ley Nacional y a su vez, las Comunidades Autónomas tienen competencias para realizar modificaciones, siempre incrementando el nivel de exigencia, mediante leyes autonómicas.

El medioambiente está cada vez más relacionado con el bienestar humano, y la educación y concienciación ambiental va calando en nuestra sociedad. Una muestra es lo que se recoge en la Decisión Nº 1386/2013/UE de 20 de noviembre de 2013 del Parlamento Europeo del Consejo relativa al Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 “Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta” que como objetivo prioritario se marca el proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE:

“El bienestar y la prosperidad económica de la Unión se sustentan en su capital natural, es decir, su biodiversidad, incluidos los ecosistemas, que proporcionan bienes y servicios esenciales, como unos suelos fértiles y unos bosques multifuncionales, unas tierras y unos mares productivos, agua dulce de buena calidad y aire limpio, así como la polinización, la regulación climática y la protección contra catástrofes naturales.”

Es decir, el medio ambiente es algo valioso también desde el punto de vista económico, matiz muy importante, y del que depende el bienestar y prosperidad de la población. Hay que tener siempre en mente que la mayor parte de nuestros recursos son limitados, y que sólo si hacemos un buen uso conseguiremos lo que se conoce como desarrollo sostenible.

A continuación me gustaría exponer una reflexión que aparece en el libro de *Rosa M. Arce Ruiz, La Evaluación Ambiental en la Ingeniería Civil*.

“Viene bien recordar aquí, para la reflexión, el famoso dilema planteado por Garret Hardin en 1968 La tragedia de los comunes.

El ejemplo que Hardin ofrecía estaba basado en una escenario descrito inicialmente por el matemático William Forster Lloyd (1794-1852), y se puede resumir imaginando un pastizal cuyo uso es compartido entre un número cualquiera de ganaderos de un pueblo. Cada uno de estos ganaderos tiene un número dado de animales en ese pastizal y cada uno de ellos piensa que hay todavía suficiente pasto no consumido como para plantearse que se podría alimentar aun a mas animales, por lo que se decide comprar más animales. En consecuencia, todos, uno tras otro lo hace. Sin embargo, esta espiral lleva a que la capacidad del pastizal para proporcionar suficiente alimento para los animales sea sobrepasada, y, finalmente, todos los animales acaben pasando hambre o pereciendo debido al agotamiento o sobreexplotación del recurso.”

Este dilema planteado tiene distintas interpretaciones, lo que resulta claro es que el medioambiente es un bien colectivo, con lo cual una planificación individual, aunque racional, no es adecuada.

Aplicándolo a un caso más concreto, la ingeniería civil, cualquier infraestructura es beneficiosa para el ser humano, pocas dudas hay de ello, pero si no se tienen en cuenta los efectos colaterales que pueden tener, no solo ambientales, también socioeconómicos, el resultado puede no ser el esperado, es por esto que resulta a mi parecer imprescindible un estudio preliminar, una planificación, en nuestro caso la Evaluación de Impacto Ambiental, en el que se estudien pormenorizadamente estas interacciones entre la infraestructura y el medio en el que se va a llevar a cabo, de forma

que una inversión de este calibre de lugar a un desarrollo óptimo de la sociedad en la que tiene lugar, reduciendo al máximo los perjuicios que se pudieran originar.

I.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA

Las primeras leyes de protección del medioambiente surgen en los años 70 con el establecimiento de una política medioambiental que, con el paso de los años, es más exigente y cuenta con un mayor número de herramientas. Una de éstas es el Estudio de Impacto Ambiental de proyectos, en el que se enmarca este TFM.

Concretamente, el hito que marca el inicio de la Evaluación Ambiental para planes, programas y proyectos es la Ley de Política Ambiental de Estados Unidos (National Environmental Policy Act (NEPA)) publicada en 1969 y que entra en vigor en 1970 y que establecía: *“cuando una agencia federal se proponga llevar a cabo una acción importante, que tenga un efecto significativo sobre la calidad del medio ambiente humano, debe preparar una estimación detallada de los efectos ambientales y ponerla a disposición del Presidente, del Congreso y de los ciudadanos americanos”*

En España ya existía un Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, el Decreto 2414/1961, de 30 de Noviembre, pero es en el año 1985 cuando se aprueba una Directiva de la CEE, la Directiva del Consejo sobre la evaluación de los efectos de ciertas obras públicas y privadas sobre el medio ambiente, que establecía la obligación de realizar Estudios de Impacto Ambiental para determinados proyectos, que en España se transpone con el Real Decreto Legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental, norma con rango de Ley.

Actualmente, la Directiva Europea en vigor en materia de Evaluación de Impacto Ambiental es la Directiva 2014/52/UE por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medioambiente aún pendiente de transposición, ya que en España aún se encuentra en vigor la ley 21/2013 de Evaluación Ambiental.

Además, en España las comunidades autónomas han desarrollado sus propias leyes sobre esta materia desde 1985 y en el caso de Andalucía la ley vigente es la Ley 7/2007 Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Estos marcos legales establecen unos umbrales por los cuales una obra o actividad debe someterse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y establece los contenidos mínimos del Estudio de Impacto Ambiental, estudio necesario para obtener la autorización ambiental por parte del órgano ambiental, de la obra o actividad en cuestión.

Así, el Estudio de Impacto Ambiental es el documento que el promotor realiza y entrega a la administración con el fin de que sea analizado y estudiado por ésta, mediante el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que concluye con la Declaración de Impacto Ambiental, resolución preceptiva y vinculante, que puede ser positiva, negativa o positiva condicionada.

Esto que resulta en apariencia sencillo, suscita un gran problema, ya que este procedimiento incurre en costes económicos y, principalmente, un retraso de tiempo que el promotor no está dispuesto a asumir en algunas ocasiones, inclusive cuando el promotor es la administración pública, incurriendo en irregularidades que al final suponen un gran sobrecoste del que, lamentablemente, se hacen cargo los ciudadanos.

Un ejemplo cercano es el de la SE-35, donde el Ayuntamiento de Sevilla y la Junta de Andalucía defendieron que la vía no necesitaba someterse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, contrariamente al dictamen de la Unión Europea.

Pero resulta aún más curioso, por llamarlo de alguna manera, cuando es la propia Junta de Andalucía, en su Ley 7/2007 citada anteriormente, la que hace una interpretación más estricta que la propia Unión Europea acerca de las carreteras que se someterán a Evaluación Ambiental, ya que esta nueva vía tiene 29 kilómetros y 6 carriles, y según la ley 7/2007, se someterán al procedimiento de Evaluación Ambiental todas las autovías o autopistas de nuevo trazado sin importar sus dimensiones, llegando incluso a aprobarse por tramos aislados, lo cual va directamente en contra de lo que dispone la Directiva Europea al respecto.

Éste es un solo ejemplo, se podrían citar muchos más, de cómo la concienciación ambiental no es suficiente en nuestra sociedad y tampoco lo son los instrumentos legales para hacer que se cumpla lo dispuesto en las leyes de materia ambiental, si atendemos a la cantidad de sobrecostos que finalmente han pagado los ciudadanos por la incompetencia de los políticos.

Todo esto no exime de crítica al procedimiento, que a veces incurre en unos tiempos exagerados, que deberían acortarse a fin de conseguir que el proceso sea lo más ágil posible. Además, las diferentes legislaciones autonómicas que imponen unos umbrales más exigentes y unos procedimientos más complejos, en muchos casos sin justificación, ya que no tienen diferencias climáticas, topográficas, de fauna, niveles socioeconómicos etc. significativos, producen perjuicios en el desarrollo económico de unas comunidades frente a otras con unas legislaciones más laxas. Este tema se podría abordar de manera mucho más profunda en un trabajo, y analizar cómo afecta el procedimiento de Evaluación Ambiental al desarrollo de las distintas comunidades autonómicas.

Además de la Evaluación de Impacto Ambiental, existe la Evaluación Ambiental Estratégica, que es a los planes y programas lo que la Evaluación de Impacto Ambiental a los proyectos. Resulta muy importante saber que la justificación de la necesidad cualquier obra pública en España deviene de una planificación previa, en este caso la Evaluación Ambiental Estratégica. Esta planificación tiene dos componentes, por un lado el carácter sectorial y por otro el geográfico.

Esto quiere decir que un estudio de Impacto Ambiental no debe en ningún caso justificar o no la construcción de dicha obra, ya que ha sido previamente estudiada su viabilidad en la Evaluación Ambiental Estratégica, sino determinar de qué manera se puede realizar para que su impacto sea mínimo, con un análisis de alternativas correcto.

Esta consideración detallada de la obra pública es imprescindible en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, y sin embargo es totalmente desaconsejada en la Evaluación Ambiental Estratégica.

I.2. OBJETO DEL TFM

El presente TFM es un trabajo de investigación que tiene como objetivo general la identificación de las acciones susceptibles de generar impacto en el medio ambiente provocadas por las obras públicas o civiles sometidas al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en España. Complementariamente, y para los casos en los que fuera aplicable se abordará la propuesta de medidas correctoras.

Para alcanzar el objetivo de este TFM es fundamental definir, caracterizar y delimitar qué obras públicas serán sometidas al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y conocer cuál es la metodología empleada para identificar las acciones susceptibles de producir impacto.

Con la investigación que propone este TFM se desean alcanzar los siguientes objetivos específicos.

1. Conocer si la metodología usada para el análisis de los impactos ambientales satisfacen el criterio de mejores técnicas disponibles (MTDs).
2. Evaluar cómo afectan los condicionantes ambientales al trazado o dimensionado final de la obra.
3. Conocer si las técnicas aplicadas para corregir, mitigar, anular o compensar los impactos son adecuadas.
4. Conocer si las medidas correctoras se llevan a cabo en la práctica.
5. Comparativa entre el marco legislativo andaluz y el estatal y las consecuencias que ello conlleva.

II. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DE ESTUDIO

Una vez introducido el tema a tratar, se va a definir qué obras públicas se someterán al procedimiento de Evaluación Ambiental.

Aunque el listado de obras públicas sometidas a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es más extenso, se han seleccionado sólo unas cuantas, ya que abordarlas todas con un grado de detalle aceptable sería incompatible con las características de este trabajo.

El motivo de esta selección es doble, por un lado se han elegido las obras públicas más características y frecuentes y por otro, se ha procurado cubrir con esta selección la mayor parte de las materias cursadas en el Máster de Ingeniería Ambiental al que corresponde este TFM, de manera que se vean reflejados la mayor cantidad de conocimientos aprendidos en él.

- I. Proyectos de infraestructuras de transporte terrestre:
 - a. Carreteras, autopistas y autovías.
 - b. Ferrocarriles.
- II. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua:
 - a. Presas y embalses.
 - b. Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- III. Proyectos de tratamiento de residuos:
 - a. Vertederos de residuos no peligrosos.

Una vez definidas cuáles serán las infraestructuras de estudio para la identificación de las acciones susceptibles de causar impacto en el medio ambiente, se tienen que caracterizar, es decir, utilizando un concepto más ingenieril, dimensionar.

II.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS QUE SE SOMETERÁN A EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA

El concepto de qué es una carretera, por ejemplo, es bastante claro, sin embargo su longitud o número de carriles son muy variables. Este “dimensionamiento” para determinar qué características tiene que tener la obra pública que se somete al trámite de la Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria se establece en las distintas leyes en materia de evaluación ambiental.

En concreto, en este TFM vamos a considerar como marcos legislativos la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental de carácter nacional y la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental Andaluza, de carácter autonómica, sin olvidar que al ser un estado miembro de Unión Europea estamos sujetos a la Directiva 2014/52/UE por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, aún pendiente de transposición.

Aparece por tanto, la primera problemática al encontrarnos dos marcos legales diferentes y además, separados siete años en el tiempo, cabe esperar pues, diferencias a la hora de definir qué obras se someterán a Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria según la legislación que sea aplicable al proyecto.

❖ **LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

A modo de introducción y sin ser muy exhaustivo, ya que no es objeto del presente trabajo, existen según la ley estatal dos procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, la ordinaria y la simplificada. Esta nueva Evaluación de Impacto Ambiental simplificada surge por primera vez en esta ley 21/2013 y es aplicable a los proyectos que aparecen en el Anexo II de la citada ley, proyectos que por sus características puedan someterse a un procedimiento más simple y rápido para obtención de la autorización por parte del órgano ambiental.

En este trabajo se estudiarán las obras que se someten al EIA ordinario que concluye con la resolución de Declaración de Impacto Ambiental, que según el artículo 7, y citando literalmente a la ley son los siguientes:

- *Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I.*
- *Los comprendidos en el apartado II, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.*

II. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DE ESTUDIO

- *Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el apartado II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.*
- *Los proyectos incluidos en el anexo II, cuando así lo solicite el promotor*

Obligatoriamente, los proyectos recogidos en el anexo I se someterán al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, pero como se indica en el artículo 7.

Puede suceder que un proyecto comprendido en el anexo II se someta al procedimiento ordinario de Evaluación de Impacto Ambiental, en lugar de al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental simplificada, si el órgano ambiental competente lo decide siguiendo los criterios del anexo III de la ley 21/2013, que son los siguientes, citando de nuevo:

- *Características de los proyectos: Las características de los proyectos deberán considerarse, en particular, desde el punto de vista de:*
 - *El tamaño del proyecto.*
 - *La acumulación con otros proyectos.*
 - *La utilización de recursos naturales.*
 - *La generación de residuos.*
 - *Contaminación y otros inconvenientes.*
 - *El riesgo de accidentes, considerando en particular las sustancias y las tecnologías utilizadas.*
- *Ubicación de los proyectos: La sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas que puedan verse afectadas por los proyectos deberá considerarse teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad, en particular:*
 - *El uso existente del suelo.*
 - *La abundancia relativa, calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales del área.*

II. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DE ESTUDIO

- *La capacidad de carga del medio natural, con especial atención a las áreas siguientes:*
 1. *Humedales.*
 2. *Zonas costeras.*
 3. *Áreas de montaña y de bosque.*
 4. *Reservas naturales y parques.*
 5. *Áreas clasificadas o protegidas por la legislación del Estado o de las Comunidades Autónomas; lugares Red Natura 2000.*
 6. *Áreas en las que se han rebasado ya los objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación comunitaria.*
 7. *Áreas de gran densidad demográfica.*
 8. *Paisajes con significación histórica, cultural y/o arqueológica.*
 9. *Áreas con potencial afección al patrimonio cultural.*

- *Características del potencial impacto: Los potenciales efectos significativos de los proyectos deben considerarse en relación con los criterios establecidos en los anteriores apartados 1 y 2, y teniendo presente en particular:*
 - *La extensión del impacto (área geográfica y tamaño de la población afectada).*
 - *El carácter transfronterizo del impacto.*
 - *La magnitud y complejidad del impacto.*
 - *La probabilidad del impacto.*
 - *La duración, frecuencia y reversibilidad del impacto.*

En resumen, se someterán al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental:

- I. Los proyectos incluidos en el Anexo I.
- II. Los del Anexo II si cumplen lo dispuesto en el Anexo III o si el promotor así lo desea.

A continuación se expone una tabla resumen obtenida a partir de los Anexos I y II de la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental en la que se recogen las dimensiones de los proyectos de estudio en este TFM de acuerdo a dicha ley.

Tabla 1 Proyectos sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según la Ley 21/2013 (1)

		Anexo I	Anexo II
Proyectos de infraestructuras de transporte terrestre	Carreteras, autopistas y autovías	<ol style="list-style-type: none"> 1) Autopistas y autovías 2) Construcción de una nueva carretera de cuatro carriles o más 3) Realineamiento y/o ensanche de una carretera convencional existente con objeto de conseguir cuatro carriles o más, cuando el tramo de carretera alcance o supere los 10 km en una longitud continua 	Construcción de variantes de población y carreteras convencionales no incluidas en el anexo I.
	Ferrocarriles	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcción de líneas de ferrocarril para tráfico de largo recorrido 2) Ampliación del número de vías de una línea de ferrocarril existente en una longitud continuada de más de 10 km 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales de mercancías 2) Modificación del trazado de una vía de ferrocarril existente en una longitud de más de 10 km.
Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua	Presas	Presas cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10 hectómetros cúbicos.	Grandes presas según se definen en el Reglamento técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, aprobado por Orden de 12 de marzo de 1996, cuando no se encuentren incluidas en el anexo I
	EDARs	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad esté comprendida entre los 10.000 y los 150.000 habitantes-equivalentes.

Tabla 2 Proyectos sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según la Ley 21/2013 (2)

	Anexo I	Anexo II
Vertederos de residuos	1) Eliminación de residuos peligrosos definidos en el artículo 3.e) de la ley 21/2011 mediante depósito en vertedero. 2) Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 t por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 t, excluidos los vertederos de residuos inertes.	-

Como se ha descrito anteriormente, una de las condiciones para que un proyecto se someta a EIA ordinaria es que se desarrolle en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

A continuación se muestran en una tabla los proyectos de infraestructuras que se someterán al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental cuando se desarrollan en los espacios protegidos citados anteriormente.

Tabla 3 Proyectos sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental cuando se desarrollan en espacios protegidos

	Anexo I	Anexo II
Grupo 9. Otros proyectos	Construcción de autopistas, autovías y carreteras convencionales de nuevo trazado.	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.
	Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 10 km.	Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.
	Instalaciones de vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 de este anexo I, así como de residuos inertes o materiales de extracción de origen fluvial, terrestre o marino que ocupen más de 1 ha de superficie.	

❖ **LEY 7/2007 DE GESTIÓN AMBIENTAL Y CALIDAD AMBIENTAL DE ANDALUCÍA.**

La Ley andaluza de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental se aprobó en el año 2007, mientras que la ley estatal es de 2013, es por esto que en marzo de 2015 se aprueba el Decreto Ley 3/2015 que modifica entre otras la ley 7/2007 de Gestión de la Calidad Ambiental para implementar aquellas novedades que incluyese la legislación estatal.

La ley 21/2013 incluía novedades como “reunir en un único texto la evaluación de planes, programas y proyectos (a saber, la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos), a fin de establecer disposiciones comunes a ambos procedimientos”, además de lo que se conoce como procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada como se ha comentado anteriormente.

La exposición de motivos del Decreto Ley 2015, refiere sobre la Ley 21/2013 “su Disposición Final Undécima da un plazo de un año desde la entrada en vigor de la Ley estatal, para que las Comunidades Autónomas que dispongan de legislación propia en materia de evaluación ambiental, se adapten a lo dispuesto en los preceptos de la mencionada Ley, plazo que expiró el 12 de diciembre de 2014. Llegada esta fecha y en caso de no adaptación a la Ley estatal por parte de la Comunidad Autónoma de Andalucía, se aplicarán en bloque los preceptos de la Ley estatal, salvo aquellos que no sean básicos. Esto originaría contradicciones de la citada normativa con la regulación de algunos aspectos recogidos en la Ley 7/2007, de 9 de julio, por lo que se hace necesario adaptar la normativa ambiental andaluza a la antedicha Ley estatal con el fin de evitar el conflicto que se derivaría de la persistencia de las dos normativas”.

Además de lo expuesto anteriormente, la ley 7/2007 andaluza presenta una gran singularidad, a diferencia de la estatal ésta tramita conjuntamente la Evaluación de Impacto Ambiental y la Autorización Ambiental Integrada, llamándose a este procedimiento Autorización Ambiental Unificada (AAU). Dichas actividades sometidas a la autorización ambiental unificada, y por tanto a Evaluación de Impacto Ambiental

ordinaria, ya que la figura de evaluación simplificada no aparece en la ley Andaluza, se recogen en el Anexo I de la citada ley, que se ve modificado por el Decreto Ley 5/2014 de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.

Una vez queda claro dónde se establecen en la legislación andaluza las obras que se someterán a EIA se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4 Proyectos sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según la Ley 7/2007 (1)

Proyectos de infraestructuras de transporte terrestre	Carreteras, autopistas y autovías	<ol style="list-style-type: none"> 1) Construcción de autopistas y autovías, vías rápidas y carreteras convencionales de nuevos trazados. 2) Actuaciones de acondicionamiento o que modifiquen el trazado y sección de autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales preexistentes. 3) Ampliación de carreteras convencionales que impliquen su transformación en autopista, autovía o carretera de doble calzada. 4) Otras actuaciones que supongan la ejecución de puentes o viaductos cuya superficie de tablero sea superior a 1.200 metros cuadrados, túneles cuya longitud sea superior a 200 metros o desmontes o terraplenes cuya altura de talud sea superior a 15 metros.
	Ferrocarril	<p>Construcción o modificación de líneas de ferrocarril, En el caso de las líneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que tengan una longitud igual o superior a 10 km. • Que transcurran en parte o en su totalidad por alguno de los Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

Tabla 5 Proyectos sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según la Ley 7/2007 (2)

Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua	Presas	Presas y embalses
	EDARS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 10.000 habitantes equivalentes. AAU* 2) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio y se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
Vertederos de residuos		<ol style="list-style-type: none"> 1) Eliminación de residuos peligrosos definidos en el artículo 3.e) de la ley 21/2011 mediante depósito en vertedero. 2) Vertederos de residuos, excluidos los de inertes, que reciban más de 10 toneladas/día o de una capacidad total de más de 25.000 toneladas. AAI*

CONCLUSIÓN

La legislación andaluza impone unos umbrales más estrictos que la nacional para las obras públicas que se someterán al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es decir, que en función de quien sea el órgano ambiental competente (nacional o autonómico), el proyecto se someterá al procedimiento o quizás no, aunque no es objeto de este trabajo el estudio de esta problemática.

Una vez definidas en cada legislación las dimensiones de las obras públicas que se someterán a EIA, se listan a continuación las obras de estudio de este TFM correctamente caracterizadas, de manera que se analice hasta el proyecto de dimensiones mínimas que pueda someterse a EIA ordinaria.

1. Proyectos de infraestructuras de transporte terrestre:

1.1. Carreteras, autovías y autopistas:

- Autovías y autopistas independientemente de su número de carriles y longitud.
- Carreteras convencionales independientemente de su número de carriles y longitud.
- Actuaciones de acondicionamiento o que modifiquen el trazado o construcción de variantes.

1.2. Ferrocarriles:

- Construcción o modificación de vías ferroviarias de más de 10km lineales
- Que transcurran en parte o en su totalidad por alguno de los Espacios Naturales Protegidos.

2. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión de aguas:

2.1. Proyectos Presas

- Construcción de presas sin importar sus dimensiones y volumen de agua embalsado.

2.2. Plantas de tratamiento de aguas residuales

- Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 10.000 habitantes equivalentes.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio y se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas.

3. Proyectos de tratamiento de residuos:

- Eliminación de residuos peligrosos definidos en el artículo 3.e) de la ley 21/2011 mediante depósito en vertedero.

II. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DE ESTUDIO

- Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 t por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 t, excluidos los vertederos de residuos inertes.
- Instalaciones de vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 de este anexo I, así como de residuos inertes o materiales de extracción de origen fluvial, terrestre o marino que ocupen más de 1 ha de superficie.

III. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO

En este capítulo se desarrollan las metodologías empleadas para identificar las acciones susceptibles de causar impacto ambiental y se describe la que ha sido usada en este TFM.

La identificación de las acciones forma parte del Estudio de Impacto Ambiental. Este documento, como se ha comentado anteriormente, es realizado por el promotor y entregado al órgano ambiental competente para la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental.

III.1. CONTENIDO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN ESPAÑA

Lo que debe contener este Estudio de Impacto Ambiental se expone la ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental en su artículo 35.

1. *El promotor elaborará el estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, la siguiente información en los términos desarrollados en el anexo VI:*
 - a. *Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.*
 - b. *Exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.*
 - c. *Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto. Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.*

- d. *Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.*
- e. *Programa de vigilancia ambiental.*
- f. *Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.*

Una gran novedad que incluye esta ley 21/2013 es la de incorporar al Estudio de Impacto Ambiental las afecciones del proyecto al cambio climático (art. 35, 1.c.), aunque no es muy concreto a la hora de establecer el marco o guía para tal fin, *“la ley introduce la obligación de tener en consideración el cambio climático, para lo cual, como no puede ser de otro modo, deberán utilizarse las informaciones y las técnicas que estén disponibles en cada momento.”*

El CEDEX (centro de estudios y experimentación de obras públicas del Ministerio de Fomento), en su documento *“Encomienda de gestión de trabajos de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias competencia de la dirección general de calidad y evaluación ambiental (2009-2013), actuación nº4 asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de evaluación ambiental estratégica (EAE), la consideración del cambio climático en la evaluación ambiental de planes y programas – aplicación al caso de planes y programas de infraestructuras”* propone una serie de indicadores de afección al cambio climático y herramientas para el cálculo de éstos. No obstante, estas herramientas están realizadas para la Evaluación Ambiental de Programas, no a la de proyectos.

En cuanto a aplicaciones concretas desarrolladas encontramos la aplicación CO2NSTRUCT, desarrollada por el proyecto CLEAM para la cuantificación de las emisiones de GEI en la construcción y el mantenimiento de carreteras y el EcoPassenger, que es una herramienta de uso sencillo desarrollada por la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) que calcula y compara el consumo de energía y emisiones de CO2 y otros gases contaminantes para el transporte de pasajeros en Europa en los modos de transporte carretera, ferrocarril y aéreo.

Además, como la ley 21/2013 nacional es anterior a la Directiva 2014/52/UE, que modifica a la 2011/92/UE, y se encuentra pendiente aún de transposición, no incorpora

un contenido que será de obligado cumplimiento a partir del 16 de mayo de 2017 excepto en el caso de que:

- hubieran iniciado ya la fase de scoping voluntaria.
- hubieran facilitado ya la información del Informe de Evaluación de Impacto Ambiental (para los que opten por no realizar el scoping).

La directiva incluye en su Anexo IV, punto 8, lo siguiente:

“Una descripción de los efectos adversos significativos del proyecto en el medio ambiente consecuencia de la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves y/o desastres pertinentes en relación con el proyecto en cuestión. La información relevante disponible y obtenida a través de las evaluaciones de riesgo de conformidad con la legislación de la Unión, como la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo () o la Directiva 2009/71/Euratom del Consejo (**) o evaluaciones pertinentes realizadas con arreglo a la legislación nacional, podrá utilizarse para este objetivo siempre que se cumplan los requisitos de la presente Directiva. En su caso, esta descripción debe incluir las medidas previstas para prevenir y mitigar el efecto adverso significativo de tales acontecimientos en el medio ambiente y detalles sobre la preparación y respuesta propuesta a tales emergencias.”*

Es decir, la inclusión de los efectos derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de desastres naturales en el contenido mínimo del Estudio de Impacto Ambiental y las medidas para prevenir o mitigar tal efecto.

Esto que actualmente en España no es de aplicación para los proyectos, tan sólo para Evaluación Estratégica de planes o programas y en algunos sectores específicos, pasará a ser también de obligado cumplimiento para todos los proyectos que se encuentren en los Anexos I y II de la directiva.

Esta novedad es muy relevante, puesto que análisis de riesgos será un criterio más para la selección de la alternativa más viable, lo que conlleva un nivel de detalle del proyecto para la obtención de la DIA mucho mayor.

Además supone un quebradero de cabeza para los promotores, puesto que se está discutiendo aún si la norma “UNE 150008:2008 de Análisis y Evaluación del Riesgo Ambiental” es válida y reúne los contenidos mínimos que exige la Directiva, así como los modelos MIRAT para aquellos sectores que los tengan.

III.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Una vez vistos los contenidos mínimos de un Estudio de Impacto Ambiental, nos centramos en la parte de éste que se desarrolla en el TFM, la identificación y caracterización de impactos.

Las metodologías de identificación y valoración de impactos son variadas, pudiendo ser tanto cualitativas como cuantitativas. No es objeto de este TFM la valoración de impactos, sino la identificación, es decir, detectar todas aquellas acciones que puedan ser susceptibles de causarlo, más allá de su importancia relativa, ya que esta vendrá determinada por el entorno, y dentro de éste, la alternativa en el que se desarrolle citado proyecto.

Hay, como se ha comentado, varios métodos, resultando incluso difíciles de categorizar debido a que las metodologías empleadas son muy dispares.

La división más común se realiza entre métodos cualitativos y cuantitativos, o para decirlo de otra manera, los que identifican, predicen y describen los impactos, que es el punto en el que nos quedaremos en este TFM y los métodos de evaluación-comparación que agregan un valor a estos impactos previamente predichos. Es decir, para llegar a este segundo nivel es necesario pasar por el primero.

En este TFM en concreto se ha realizado una matriz causa-efecto de tipo Leopold, debido a que es la más empleada actualmente en los proyectos de obras públicas para la identificación de impactos.

Este método fue desarrollado por Leopold para el servicio Geológico del departamento de Interior de Estados Unidos en 1971. Inicialmente fue diseñado para evaluar los impactos en proyectos mineros pero posteriormente se ha visto su gran utilidad en proyectos de construcción de obras. En concreto esta matriz desarrolla 100

posibles acciones susceptibles de causar impacto y 88 factores ambientales. En este TFM no se emplea estrictamente este método, sino que se emplea una matriz causa efecto del mismo tipo, pero teniendo en cuenta las acciones detectadas y caracterizadas para cada tipo de proyecto en el capítulo VII “Caracterización de impactos ambientales” y los factores ambientales señalados en el capítulo IV “Caracterización del Medio Ambiente”.

El primer paso sería la identificación de las interacciones para posteriormente darle un valor. Como se ha comentado anteriormente no es posible valorar una interacción sin conocer su emplazamiento o ubicación.

Aunque no forma parte del estudio de este TFM, es interesante explicar brevemente como se realizaría la valoración de las interacciones para determinar si realmente provocan un impacto ambiental.

La metodología de valoración cuantitativa de impactos que se expone de forma resumida está contenida en la “*Tesis Desarrollo Industrial Sostenible: propuesta de un modelo Glocal*”, del Dr. Eladio M. Romero González y a su vez forma parte de la guía para la “*Evaluación y gestión medioambiental para planes, programas y proyectos de ingeniería*” del mismo autor.

La metodología consiste en asignar unos valores numéricos a cada interacción de manera que se pueda determinar *a la postre*, si se pueden considerar impactos propiamente dichos. Estos valores corresponden a:

1. **Intensidad:** *Consiste en definir el nivel de alteración producido sobre el Factor o Componente del Medio. Se tiene en cuenta el signo, la importancia, la certidumbre, la duración y el momento en el que se produce la interacción. Cada parámetro tiene asignados unos valores, en el caso del signo positivo o negativo y el resultado de la Intensidad será el producto de todos ellos.*
2. **Magnitud:** *La cuantificación de la magnitud de cada Interacción Ambiental equivale a medir la cantidad de alteración sufrida por el componente ambiental. Por lo tanto, la magnitud se calcula dividiendo la variable considerada en cada caso entre la variable absoluta.*

3. **Índice:** Con el fin de posibilitar la comparación entre los distintos impactos contenidos en el sistema y permitir la suma entre ellos, para estimar la afección total producida sobre un Factor Ambiental o el impacto global que provoca un Vector de Acción sobre el sistema, hemos de homogeneizar las diferentes unidades de medida y expresarlas en unidades abstractas de valor ambiental. Se trata de una representación gráfica, donde la función que la define puede ser lineal o no, y donde el signo de la pendiente es derivado del signo del impacto asociado al indicador a valorar. Esta función expresa la calidad ambiental, para cada uno de los impactos, que variará entre 0 y 1, correspondiéndose el 1 con la máxima calidad ambiental y el 0 con la situación más desfavorable, en el caso de impactos de signo positivo, y viceversa en caso de impactos de signo negativo
4. **Importancia:** El último paso consiste en reflejar el grado de importancia de cada Interacción Ambiental sobre la situación global del área de estudio, en función de su vulnerabilidad, interés ecológico, preocupación social, etc. Para ello se atribuye a cada Componente Ambiental un peso ponderal, expresado en unidades de importancia ponderada (U.I.P), de manera que la suma de todos los componentes ambientales sea igual a 1.000 unidades.

Finalmente la valoración será el producto de los parámetros previamente desarrollados, y como se puede entender, sin un contexto, o un entorno determinado es imposible realizar esta transformación de interacción a impacto.

$$\text{VALORACIÓN} = \text{Intensidad} \times \text{Magnitud} \times \text{Índice} \times \text{Importancia}$$

De una forma más descriptiva el procedimiento sería el siguiente:



Figura 1 Fases del proceso de identificación de impactos

III. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO

Las dos primeras etapas del proceso son las que se describen en este trabajo, mientras las dos siguientes como se ha comentado justo en el párrafo anterior no podría en ningún caso desarrollarse sin conocer el emplazamiento.

La determinación de los impactos será mejor, lógicamente, cuanto mejor y más detallada sea la matriz para poder determinar el mayor número de interacciones posibles.

Ese es el gran interés de este TFM, el segregar el proyecto en las menores unidades de obra posibles para determinar el mayor número de interacciones-impactos.

IV. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

No es necesario abordar en este trabajo fin de Máster una segregación exhaustiva del Medio debido ya que éste, como se ha comentado repetidamente, no se centra en el estudio de un proyecto concreto en un entorno determinado, por tanto se realiza una segregación genérica y no detallada, que sin embargo sí cumple con el cometido de identificar todas las interacciones existentes.

Es decir, no nos interesa listar, por ejemplo, las diferentes especies de avifauna que existen en España, ya que éstas varían en función de la zona de emplazamiento del proyecto, sólo nos interesa conocer qué acciones del proyecto afectan a la avifauna, ya que las acciones del proyecto si serán comunes a todas las obras que se realicen, independientemente del emplazamiento.

Hay mucha bibliografía al respecto, y los elementos del medio se pueden agrupar en categorías diferentes según cual se consulte. En el presente TFM se ha tomado como base la *“Guía para la elaboración de estudios del medio físico del Ministerio de Medio Ambiente”* y la segregación empleada en el artículo *“Criterios ambientales a incorporar en proyectos de ingeniería civil para favorecer el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental”* Lozano, I. et al. (2009), ya que se considera óptima para el estudio de las obras públicas.

En primera instancia se divide el Medio Ambiente en Medio Físico, Medio Biótico y Medio Socioeconómico. A partir de estos tres pilares básicos se desarrollan las subdivisiones más detalladas de cada uno, que se exponen y describen a continuación.

I. MEDIO AMBIENTE

I.I. MEDIO FÍSICO

I.I.1. ATMÓSFERA

Una definición simple, pero que se puede considerar como válida para lo que nos interesa, es la de considerar a la atmósfera como la capa gaseosa que rodea a la Tierra y que posibilita la vida.

A su vez, la atmosfera se divide en este TFM en unas unidades menores, que pueden verse alteradas por las Obras Públicas como son:

I.I.1.a. CLIMA

I.I.1.b. CALIDAD DEL AIRE

I.I.1.c. RUIDO Y VIBRACIONES

I.I.2. AGUA

El agua es vital en nuestro entorno e interviene de una manera u otra en la mayoría de las actividades humanas. Las alteraciones que puede sufrir debido a un impacto pueden ser de distinto tipo, en cantidad, composición química, composición física etc.

Hay dos grandes ciencias que abarcan el estudio del agua, como son la hidrología y la hidrogeología. Mientras que la primera estudia las aguas superficiales la segunda se encarga de las subterráneas.

Se ha dividido la componente Agua del medio en:

I.I.2.a. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

I.I.2.b. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

I.I.2.c. VARIACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

I.I.3. GEOMORFOLOGÍA

Es la ciencia que estudia las formas del relieve, por tanto estudiaremos como un proyecto afecta a las formas existentes y las consecuencias que esto tiene.

I.I.4. SUELO

Dentro de las distintas definiciones de suelo la que nos interesa es la del punto de vista más ingenieril. Esto es, se dice que suelo es el soporte de las actividades constructivas, como las infraestructuras, compuesto por todos los materiales no consolidados, meteorizados o alterados de su condición original y situados sobre un lecho rocoso, duro y consolidado.

Se estudiarán los impactos en las siguientes subcategorías:

I.I.4.a. CALIDAD DEL SUELO

I.I.4.b. EROSIÓN

I.I.4.c. APROVECHAMIENTOS

I.II. MEDIO BIÓTICO

I.II.1. VEGETACIÓN

Se entiende por vegetación el manto vegetal de un territorio dado. Es por tanto uno de los elementos del medio más aparentes y más significativos.

La importancia y significación de la vegetación en los estudios del medio físico salta a la vista si se tienen en cuenta, no solo el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar, sino también sus importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas locales, atenúa el ruido, es hábitat y fuente de alimento de las especies animales etc.

I.II.2. FAUNA

La conservación, con sus connotaciones sociales, económicas y culturales, es el nexo más directo entre los estudios faunísticos y los estudios del medio físico; las actividades cinegéticas y recreativas contribuyen también, en menor medida, a hacer necesario el estudio de la fauna. Hay que tener en cuenta la posibilidad de afectar a especies protegidas que requieren un tratamiento especial.

De igual forma, la fauna representa un agente importante dentro del sistema biofísico, tanto por su participación en la cadena trófica, como por su papel en la generación y renovación del suelo

Se segrega la fauna según el medio en el que habiten:

I.I.1.a. FAUNA TERRESTRE

I.I.1.b. FAUNA ACUÁTICA

I.I.1.c. AVIFAUNA

I.III. MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

I.III.1. PAISAJE

Se incluye en este apartado aunque parezca extraño, debido a que el paisaje tiene un carácter social. Actualmente no se cuestiona la necesidad de considerar al paisaje como recurso a conservar si bien su definición en cuanto a lo referente a los estudios del paisaje es indeterminada.

En general hay dos grandes aspectos en el estudio del paisaje, uno es lo que podría llamarse paisaje total que identificaría el paisaje con el medio y otro el paisaje visual que se corresponde con la estética o la percepción. En general en la construcción de las infraestructuras es más significativo el impacto que se produce en el segundo.

I.III.2. PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO

Se tienen en consideración los elementos del entorno que forman parte del patrimonio histórico-cultural y los restos arqueológicos de manera que no se produzcan deterioros o afecciones a los mismos.

I.III.3. POBLACIÓN

El objetivo de las obras públicas como hemos visto es mejorar el desarrollo de la población de manera que es de esperar que el impacto final sea positivo y no negativo. Sin embargo, es interesante en caso de que lo haya, el conocer qué consecuencias negativas tiene para la población la construcción de las obras civiles objeto de estudio.

Se muestra a continuación, en resumen, la caracterización del Medio Ambiente en una tabla:

Tabla 6 Segregación del Medio empleada en el TFM para la determinación de acciones susceptibles de causar impactos

Medio Ambiente	Medio Físico	Atmosfera	Calidad del Aire
			Ruido y vibraciones
			Clima
		Agua	Aguas superficiales
			Aguas subterráneas
			Nivel freático
	Geomorfología		
	Suelo	Calidad del suelo	
		Aprovechamientos	
		Erosión	
	Medio Biótico	Vegetación	
		Fauna	Terrestre
			Acuática
	Avifauna		
	Medio Socioeconómico y Cultural	Paisaje	
Patrimonio Histórico Arqueológico			
Población			

**V. SEGREGACIÓN DE LAS
ACCIONES
SUSCEPTIBLES DE
CAUSAR IMPACTO EN
LAS OOPP**

Uno de los núcleos principales del Trabajo es la segregación minuciosa de las obras públicas de estudio para que se puedan identificar todas y cada una de las acciones susceptibles de causar impactos.

Cualquier obra pública pasa durante su vida por los siguientes estados:

1. Planificación
2. Construcción
3. Explotación
4. Abandono

1) PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS

Entendemos por planificación todas las acciones previas a la construcción, como por ejemplo, los estudios previos (cartografía, geotecnia, toma de muestras de aguas etc.), las expropiaciones, el diseño del cronograma etc.

No se han considerado en este TFM como acciones susceptibles de causar impacto ya que realmente en sí, no son actividades que causen un gran impacto en el medio, lo que no significa que no causen impacto alguno, como por ejemplo las expropiaciones y su afección al propio expropiado, que puede privarle de su uso de recreo o productivo de la zona, pero si atendemos al medio como un “*todo*” global se puede afirmar que no producen gran impacto.

Sin embargo, este hecho no resta importancia en los futuros impactos. Unos correctos estudios previos y planificación son clave para el desarrollo de la construcción de las obras públicas, para evitar imprevistos, terrenos no estudiados, niveles freáticos no previstos, errores de dimensionamiento etc.

Como conclusión, aunque no es la fase que produce la mayor parte de los impactos, sí es la fase que los determina en gran medida.

2) FASE CONSTRUCTIVA

Compuesta de todas las acciones necesarias para la construcción de la obra pública. Se ha intentado ser lo más detallado posible y enumerar la mayor cantidad de acciones a fin de identificar todas las susceptibles de causar impacto.

3) EXPLOTACIÓN

Se compone de todas las acciones propias del funcionamiento y operación de la infraestructura en cuestión.

4) ABANDONO

No se ha considerado en este TFM la fase de abandono ya que las obras públicas tienen una gran vida útil y en muchos casos son reformadas constantemente como en el caso de las carreteras, ferrocarriles o EDARs siendo la fase de abandono demasiado lejana en el tiempo.

En el caso de los vertederos, por ejemplo, ya se consideran en el proceso de construcción las medidas de aplicación en la clausura para reducir el impacto.

V.1. INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE

Las infraestructuras de transporte sirven para reducir el tiempo de viaje entre dos lugares que quedarán conectados por la nueva infraestructura. Esto conlleva una mejora económica y social.

Sin embargo, son infraestructuras que se extienden a lo largo de numerosos kilómetros alterando enormemente el entorno en el que se sustentan.

V.1.a. ACCIONES COMUNES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CONVENCIONALES AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS, Y FERROCARRIL

Los dos grupos de infraestructuras comparten muchas acciones constructivas y de explotación, al fin y al cabo, ambos consisten en la construcción de un corredor o vial por el que circularán con una determinada frecuencia unos vehículos o ferrocarriles para el transporte de personas y mercancías.

Concretamente, en la fase constructiva tanto el movimiento de tierras como las obras de drenaje son comunes a ambos tipos de proyectos, con pequeñas diferencias que en ningún caso producirán impactos diferentes en el medio, es por tanto lógico estudiarlas conjuntamente. En resumen, compartirán todas las acciones constructivas destinadas a realizar una plataforma sobre la cual se asienta la futura carretera o ferrocarril.

La segregación en unidades mínimas susceptibles de causar impacto para el estudio de las acciones comunes a los grupos autovías, autopistas y carreteras convencionales y ferrocarriles se ha realizado teniendo como referencia base la guía metodológica *“Recomendaciones para la redacción de los proyectos de construcción de carreteras”* del Ministerio de Fomento.

Esta división básica en capítulos se ha considerado óptima a la hora de segregar el proyecto ya que permite detallar la unidad mínima de obra susceptible de causar impacto a la vez que queda ordenada cronológicamente según el plan constructivo, de manera que, permite establecer en qué momento de la construcción aparecerá el impacto.

La segregación que se ha realizado ha sido la siguiente:

Tabla 7 Segregación de acciones comunes a los proyectos de construcción de infraestructuras de transporte terrestre (1)

CONSTRUCCIÓN	Movimiento de tierras	Demoliciones y trabajos previos	Transporte de vehículos y maquinaria para la construcción a obra		
			Construcción de nuevos accesos		
			Construcción del parque de maquinaria, espacio para acopios, almacenamiento de residuos y otras actividades		
			Demolición de firmes y estructuras previas		
		Despeje y Desbroce de cubierta vegetal y árboles			
		Excavación	Excavaciones en zanjas		
			Excavaciones en desmonte		
			Excavación con explosivos		
		Ejecución de Terraplenes y pedraplenes.	Con material propio		
			Con material de cantera		
	Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente				
	Drenaje	Ejecución de drenaje superficial	Drenaje longitudinal	Cuneta con revestimiento de hormigón	
				Cuneta sin revestimiento de hormigón	
			Drenaje transversal		
		Ejecución de Drenes subterráneos	Zanja drenante o pantalla drenante sin geotextil		
Zanja drenante o pantalla drenante con geotextil					
Ejecución de arquetas y pozos de registro					
Ejecución del colector					
Ejecución de mantos drenantes					
Ejecución de pozos					

Tabla 8 Segregación de acciones comunes a los proyectos de construcción de infraestructuras de transporte terrestre (2)

CONSTRUCCIÓN	Obras complementarias	Túneles	Excavación por voladura
			Excavación por medios Mecánicos
			Movimiento de tierras a vertedero
			Hormigonado
			Instalaciones eléctricas o auxiliares
		Puentes	Desviación del curso de agua
			Excavación cimentación
			Cimentación de pilotes
			Construcción del tablero
		Escolleras.	Transporte a obra
			Escollera extraída in situ
			Escollera de préstamo
			Acopio

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Es la primera etapa de la construcción. Consiste en todas las labores de maquinaria pesada que tienen como fin la transformación del terreno preexistente para la ejecución de una explanada sobre la cual pueda asentarse la futura carretera, autopista o autovía o vía de ferrocarril.

I.I.1. DEMOLICIONES Y TRABAJOS PREVIOS

El primer paso será transportar al emplazamiento de la obra la maquinaria para el movimiento de tierras. Esta maquinaria es muy específica y de gran tamaño, y debe ser transportada en camiones especiales, que a menudo suponen un problema de tráfico en las carreteras de acceso debido a las bajas velocidades de circulación.



Ilustración 1 Ejemplo de transporte maquinaria de movimiento de tierras

Es preciso acondicionar unos accesos adecuados hasta el lugar de la obra en caso de no existir previamente, mediante la creación de caminos que deben estar contemplados en el proyecto de construcción.

Antes de iniciarse la construcción de la propia vía, se debe construir también el parque de maquinaria, la explanada para acopios, almacenamiento de residuos y demás zonas auxiliares que vendrán perfectamente definidas en el proyecto.



Ilustración 2 Parque de maquinaria

También es necesario eliminar las construcciones preexistentes. La gestión de estos escombros es un tema a tratar detenidamente, ya que su tipología puede ser muy diversa, en cualquier caso deberán realizarse de acuerdo con la legislación aplicable en cada caso.

I.1.2. DESPEJE Y DESBROCE DE CUBIERTA VEGETAL Y ÁRBOLES

El despeje consiste en la eliminación de los obstáculos como árboles, piedras y los primeros centímetros de terreno vegetal en el lugar donde se asentará la futura vía con la maquinaria que previamente se ha desplazado hasta la obra.

En esta etapa es importante tener en cuenta que la primera capa de terreno vegetal tiene un valor añadido, por la que es interesante su acopio para un futuro uso, distinto del resto de acopios de tierra, como el de aportación de tierra vegetal en revegetaciones. Además su alto contenido en materia orgánica no la hace adecuada para formar parte de la explanada de la carretera.

I.1.3. EXCAVACIÓN

Engloba a la mayor parte de las operaciones de extracción de terreno natural. Estas tierras se acopiarán en el espacio definido para ello en el proyecto para su futuro uso en obra, siempre que sea posible. Los excedentes se transportaran a vertedero.

I.1.3.a. EXCAVACIONES EN ZANJA

Son excavaciones de poca magnitud en zanjas, es decir, tienen gran longitud de excavación y poco ancho, para elementos auxiliares como cunetas o pantallas drenantes.



Ilustración 3 Ejemplo de excavación en zanja

I.1.3.b. EXCAVACIONES EN DESMONTE

Un desmonte consiste en un rebaje del terreno natural preexistente para conseguir que el perfil longitudinal de la carretera o ferrocarril no tenga grandes pendientes o excesivos cambios de rasante y conseguir un trazado lo más homogéneo posible. Como consecuencia se forman taludes a los lados de la vía.



Ilustración 4 Ejemplo de desmonte en un corredor de una carretera



Ilustración 5 Terreno desnudo como consecuencia de la excavación de un desmonte

I.I.3.c. EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS

A veces, por la tipología del terreno excesivamente rocoso o las profundidades necesarias, hay que recurrir a excavaciones con explosivos, que conllevan mayor riesgo operacional, ruidos y nubes de polvo difícilmente controlables.

I.I.4. EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los terraplenes o pedraplenes son lo contrario a los desmotes. Son tramos en los cuales la cota del terreno natural preexistente queda por debajo de la cota de la explanada de proyecto.

Es necesario un aporte de material acorde con las especificaciones que establece el proyecto, por lo que se intentará siempre aportar material extraído de los desmontes. Cuando no tenga las especificaciones necesarias definidas por las correspondientes normas, se recurrirá a material de préstamo procedente de canteras.



Ilustración 6 Creación del terraplén para la ejecución de la plataforma

I.I.5. DRENAJE

El segundo capítulo de construcción comprende las obras de drenaje, tanto superficial como subterráneo.

Se entiende por obras de drenaje aquellas destinadas a desviar el curso de agua o escorrentías de la vía, pudiendo ser éstas superficiales o subterráneas, así como rebajar niveles freáticos si fuese necesario.

La tipología constructiva empleada es muy diversa, por lo que se ha intentado abordar la mayoría de éstas aunque sin entrar en detalle. Destacar que la construcción del drenaje atiende a unos criterios técnicos principalmente, quedando la elección ambiental de éste limitada.

I.I.6. EJECUCIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL

Consiste en el encauzamiento del agua superficial de forma que no afecte a la vía.

Para el drenaje superficial se emplea, además de una pendiente tanto longitudinal como transversal adecuadas, elementos de drenaje longitudinal, cunetas y obras de drenaje transversal.



Ilustración 7 Cuneta revestida de hormigón para el drenaje longitudinal

A menudo se emplean materiales como el acero, hormigón, tubos de PVC o geotextiles, es decir, materiales con una degradabilidad deficiente, por lo que en la medida de lo posible es interesante recurrir a selecciones de materiales drenantes naturales, aunque como se ha comentado previamente, no siempre es posible. Por ejemplo, en pendientes muy acusadas hay que recurrir a un revestimiento adecuado de hormigón para evitar erosiones extremas que comprometan la estabilidad de la vía.



Ilustración 8 Obra de paso de drenaje transversal

I.I.7. EJECUCIÓN DE DRENAJE SUBTERRÁNEO

En este caso se busca el encauzamiento del agua subterránea e infiltrada para que no afecte a la vía.

La ejecución de este tipo de drenaje es más compleja que el anterior y su construcción debe tener un mayor grado de control y calidad ya los elementos quedarán enterrados y su mantenimiento será, en algunos casos, inexistente.

Las tipologías pueden ser: zanjas drenantes con y sin geotextil, pantallas drenantes con y sin geotextil y otras tipologías menos utilizadas con mantos drenantes o espina de vez.

De manera general todas estas tipologías recogerán el agua filtrada en un tubo o conducto gracias al material drenante empleado. Esta agua recogida irá a parar a unas arquetas o pozos de registro que conectaran los tubos de las zanjas, pantallas o mantos drenantes con un colector para la evacuación de éstas.

A continuación se muestran varios esquemas para aclarar los diferentes tipos de zanjas existentes.

V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP.

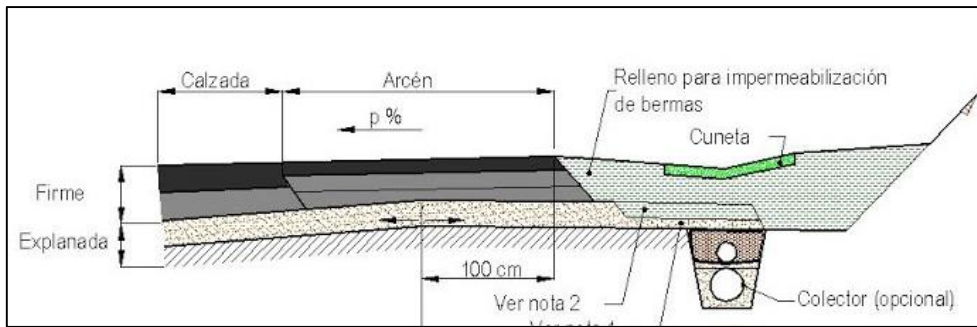


Ilustración 9 Sección transversal que muestra el drenaje subterráneo

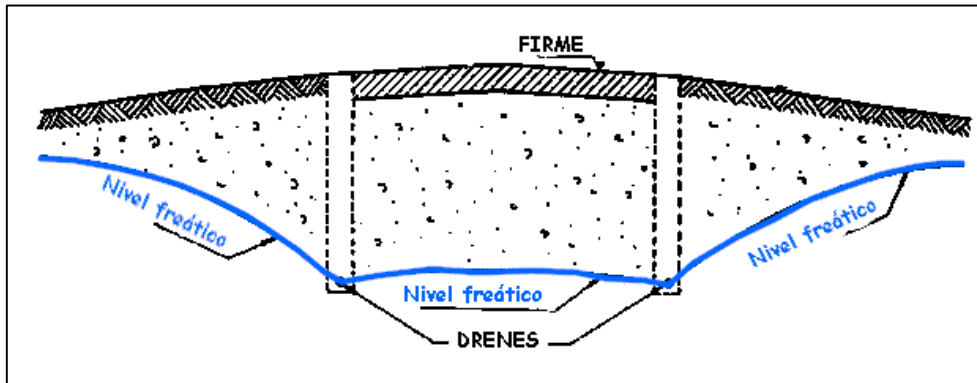


Ilustración 10 Croquis de pantallas drenantes actuando para rebajar el nivel freático

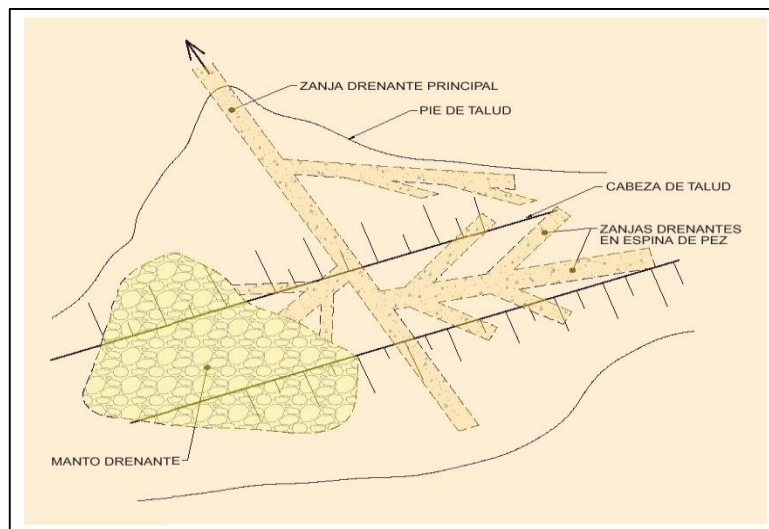


Ilustración 11 Croquis con diferentes tipologías drenantes empleadas en obras lineales.

I.I.8. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Aclarar en primer lugar que no se habla en este apartado de la construcción de grandes puentes o túneles, que deben formar un proyecto constructivo en sí mismo, sino de pequeñas estructuras u obras realizadas para superar pequeños desniveles.

Es frecuente que las carreteras y ferrocarriles tengan que superar vaguadas recurriendo a la construcción de túneles o puentes, o que necesiten de obras auxiliares como estructuras de acero, hormigonados etc., es por tanto este capítulo un cajón de sastre que incluye las obras auxiliares más frecuentes a la hora de construir una carretera.

I.1.8.a. TÚNELES

La construcción de túneles requiere unas operaciones y maquinarias muy singulares, siendo necesario a veces recurrir a las voladuras, produciendo además un material generalmente rocoso que difícilmente puede ser empleado en la construcción de la base de la carretera u otros elementos.

Además, el túnel debe ser revestido con un material adecuado, como hormigón u otro similar, sin olvidar que si tiene la longitud suficiente será necesaria la instalación de luminaria, mecanismos de emergencia, sistemas de ventilación etc.

I.1.8.b. PUENTES

La construcción de un puente se realiza para superar una vaguada de un tamaño considerable, cuando un terraplén no resulta adecuado. La manera de resistir la estructura es variada, por arco superior, inferior, colgantes o por pilotes dependiendo de las características del terreno, altura máxima, luz a salvar etc.

Introduce una nueva componente como es la desviación de un curso de agua natural cuando por el centro de la vaguada discorra un río o arroyo y los pilotes vayan a asentarse sobre el lecho fluvial.

I.1.8.c. ESTRUCTURAS DE ESCOLLERA

Los muros o estructuras de escollera consisten en la ejecución de grandes muros o revestimiento de taludes de gran pendiente con piedras de gran tamaño. Sirven para la contención o para evitar la erosión generalmente.



Ilustración 12 Ejecución de un muro de escollera

V.1.b. ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS.

Se toma de nuevo como referencia la guía “*Recomendaciones para la redacción de los proyectos de construcción de carreteras*” del Ministerio de Fomento de España para realizar la siguiente división en unidades mínimas:

Tabla 9 Segregación de acciones de los proyectos de carreteras, autopistas y autovías

Construcción	Firmes y Explanada	Explanada		
		Bases y subbases	Capas granulares y zahorras	
			Suelos estabilizados y gravas tratadas	
		Riego y tratamiento superficial		
		Capa de rodadura	Mezclas bituminosas	Caliente
	Frío			
	Pavimentos de Hormigón			
	Señalización, balizamiento y luminarias	Marcas viales		
		Señales de circulación		
		Luminarias		
Explotación	Presencia de la infraestructura			
	Tráfico rodado			

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. FIRMES Y EXPLANADA

Aunque generalmente la construcción de la explanada se incluye en el capítulo de movimiento de tierras, ya que forma parte del terraplén, en este trabajo se ha considerado oportuno incluirla conjuntamente con los firmes ya que la maquinaria empleada es similar a la de la construcción de las capas granulares de la base y además es propia de la construcción de carreteras y autopistas y por tanto no se incluye en acciones comunes de las infraestructuras de transporte.

La rasante de la plataforma ha quedado perfectamente limpia y nivelada en las obras de movimiento de tierras. Una vez realizados estos trabajos y de acuerdo con los criterios mínimos exigidos en la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento Español se realiza la extensión en tongadas del material que conformará la explanada que se apisonará con maquinaria de rodillos o similar para conseguir la compactación necesaria. En todo caso debe emplearse el material procedente del desmonte si su calidad lo permitiese, como ya se ha comentado previamente.



Ilustración 13 Extensión del material y regado para la ejecución de la base



Ilustración 14 Rodillo compactador en la ejecución de las capas de la explanada

Una vez realizada la plataforma con unas calidades óptimas, se extienden y compactan las capas que conforman el firme.

El firme se divide en base y capa de rodadura o pavimento. La base se compone de capas granulares como pueden ser zahorras, que es un material formado por áridos con una granulometría continua o suelos estabilizados con cemento. En esta base se asienta el pavimento o capa de rodadura, que bien puede ser de mezclas bituminosas (generalmente) o pavimento de hormigón.

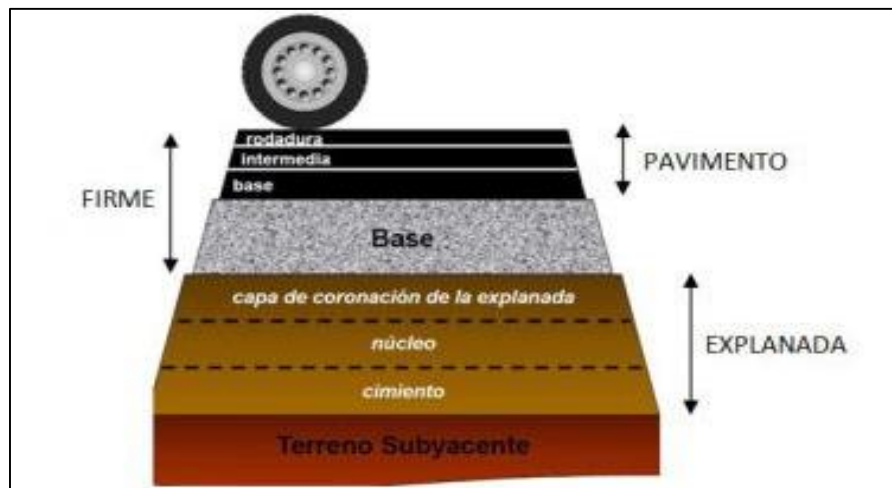


Ilustración 15 Esquema de la distribución de las capas de la carretera

Señalar que la ejecución de mezclas bituminosas puede tener diversas tipologías, existiendo mezclas en frío, que necesitan menos aporte de calor para su aplicación, mezclas en caliente o mezclas bituminosas con aporte de neumáticos en fuera de uso, requiriendo estas últimas un aporte extra de calor para mejorar su puesta en obra.

Por tanto, aparece una posible línea de estudio acerca si el uso en pavimentos de materiales reciclados es medioambientalmente positivo teniendo en cuenta el aporte extra de calor y por tanto la emisión de CO₂ asociada a éstos. Al igual que las consecuencias que tiene extender mezclas bituminosas en frío en lugar de las tradicionales.



Ilustración 16 Extensión de las capas de rodadura

I.II. SEÑALIZACION, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

Uno de los últimos pasos antes de la apertura de la carretera es la de la señalización, balizamiento y defensa de la carretera. Son obras y actuaciones de poca entidad y magnitud comparadas con las mencionadas anteriormente.

Se debe pintar la carretera con la maquinaria adecuada y colocar las señalizaciones correspondientes así como el balizamiento y defensas de la carretera, biondas etc.

En el caso de ser necesario se instalarán luminarias en la carretera.

V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP.



Ilustración 17 Pintado de carreteras



Ilustración 18 Instalación de la biondas

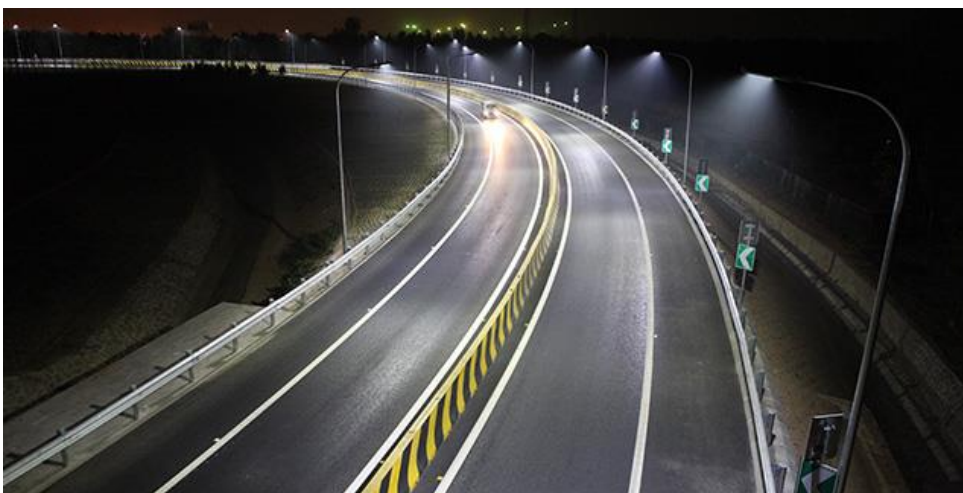


Ilustración 19 Instalación de luminarias

II. EXPLOTACIÓN

Se consideran dos acciones principales, por un lado la presencia de la carretera, que produce un impacto visual, una ocupación del terreno y supone un efecto barrera para algunas especies, y por otro lado el funcionamiento de ésta, es decir, el tránsito de vehículos que generará ruidos y gases de efecto invernadero entre otros problemas.

V.1.c. ACCIONES ESPECÍFICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FERROCARRILES

En este caso no se ha empleado ninguna guía como referencia, se ha realizado la segregación a partir de los distintos capítulos en los que se dividen generalmente los proyectos de construcción de ferrocarriles.

Tabla 10 Segregación de acciones de los proyectos de construcción de ferrocarriles

Construcción	Construcción de la vía	Capa de forma
		Vía sobre Balasto
		Vía sobre placa
	Electrificación e instalación de la catenaria	
Explotación	Presencia de la infraestructura	
	Tránsito de trenes	

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. EJECUCIÓN DE LA VÍA

I.I.1. CAPA DE FORMA

En primer lugar, es necesario establecer una capa de asiento sobre la cual pueda reposar la vía, ésta recibe el nombre de capa de forma y consiste en la extensión de

material granular en tongadas del espesor definido en el proyecto según las especificaciones necesarias. La maquinaria empleada es similar a la que se utiliza en la ejecución de la explanada de la carretera o autovía y por tanto los impactos serán similares.

Una vez ejecutada la capa de forma, se puede construir la vía de acuerdo a dos tipologías muy diferentes, por un lado la construcción tradicional sobre balasto y por otro lado la vía sobre placa, más reciente y menos empleada.

I.I.2. VÍA SOBRE BALASTO

Sobre la capa de forma se dispone una capa de subbalasto que es un material similar al balasto pero con un menor tamaño de árido. Sobre ésta se ejecuta la capa de balasto, que es un árido como hemos dicho con una granulometría variable pero siempre mayor de 4cm de diámetro. Finalmente se instalan las vías sobre las que circulará el ferrocarril.

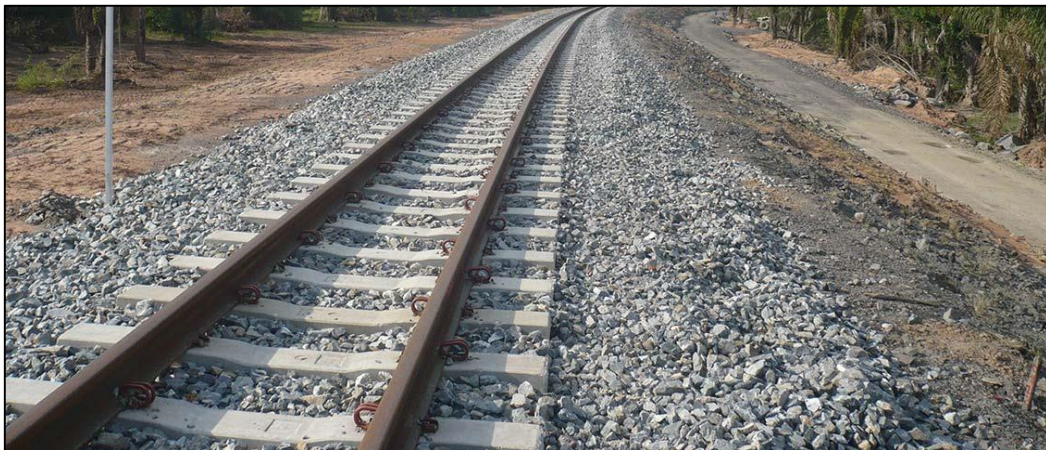


Ilustración 20 Vía sobre Balasto

I.I.3. VÍA SOBRE PLACA

En esta tipología la vía no se coloca sobre un material granular como el balasto, sino que queda anclada al hormigón de la placa. Primeramente sobre la capa de forma se extiende una tongada de hormigón y sobre ésta cemento o asfalto. Se coloca un geotextil y finalmente se dispone la placa con las vías.



Ilustración 21 Vía sobre placa

Al contrario que sucede en las carreteras, donde el margen de maniobra a la hora de elegir los materiales que constituyen el firme es más pequeño, ya que los determina el nivel de tráfico que soportarán, la decisión de ejecutar un tipo de vía u otra atiende a motivos económicos casi exclusivamente, siendo ambas opciones viables en la mayoría de las situaciones.

Sin embargo, medioambientalmente sí que producen diferentes impactos, ya que el balasto es un material escaso y además este tipo de vía necesita más altura y material, mayor mantenimiento y provoca mayor ruido. Por el contrario, se conoce su ciclo de vida mejor que las vías sobre placa al ser una técnica más extendida y sobre todo, tiene un menor coste de construcción.

I.II. ELECTRIFICACIÓN E INSTALACION DE LA CATENARIA

El ferrocarril tradicionalmente se movía con motores de vapor, posteriormente con diésel y aunque aún queda alguno de éstos, hoy en día la inmensa mayoría lo hace mediante la electricidad. El tren tiene un dispositivo llamado pantógrafo que se encarga de transmitir la electricidad de la catenaria a éste.



Ilustración 22 Imagen de un vagón en el que se puede apreciar claramente el contacto del pantógrafo con la catenaria

Esta catenaria es, en resumen, un tendido eléctrico a lo largo del recorrido del ferrocarril que supone en muchos casos un obstáculo para las aves, siendo frecuentemente un problema de los ferrocarriles el atravesar espacios ZEPA.

I.III. SEÑALIZACION Y SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

El último paso es el de la instalación de todo el sistema de automatismos y señales luminosas del ferrocarril, es un proceso complejo desde el punto de vista técnico, pero no produce grandes transformaciones en el medio físico.

II. EXPLOTACIÓN

En la fase de explotación se incluyen dos acciones principales susceptibles de causar impacto. Por un lado la ocupación de suelo de la infraestructura, que genera un efecto barrera para ciertas especies y por otro lado el tráfico, en un caso el de vehículos y en otro el del tren con las emisiones y ruidos que eso conlleva.

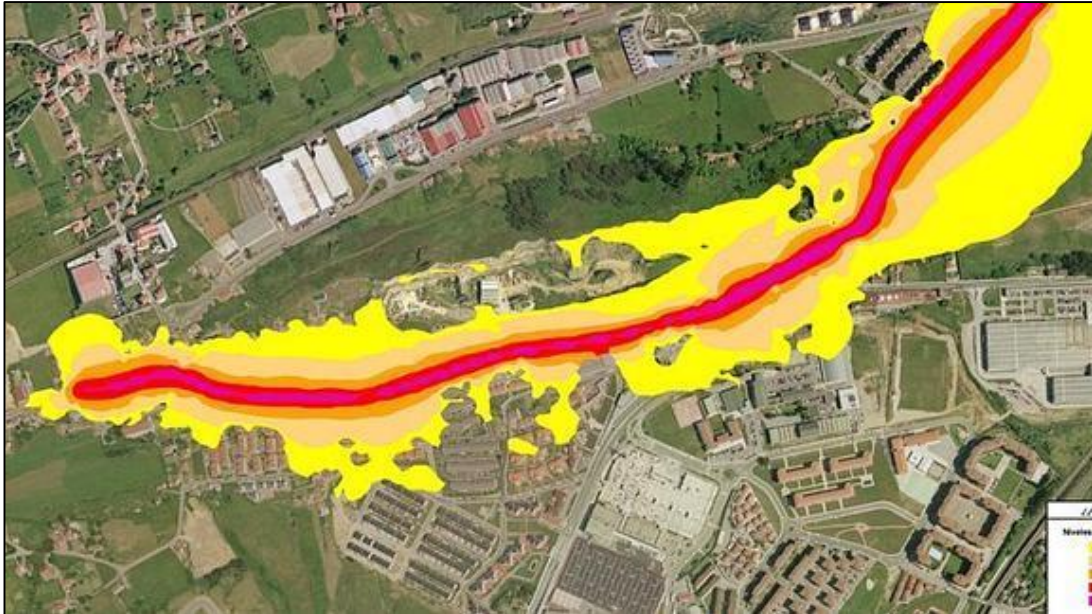


Ilustración 23 Mapa de ruidos de una obra lineal de transporte

V.2. PROYECTOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE GESTIÓN DEL AGUA

En este capítulo se han agrupado los proyectos de ingeniería y gestión de las aguas siguientes:

1. Construcción de presas.
2. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los dos grupos de estudio de proyectos de ingeniería del agua tienen una función común, la gestión del agua, sin embargo, su función específica es muy diferente, y por tanto su construcción también, es por esto que no se han considerado acciones en común como en el caso de las infraestructuras de transporte terrestre.

V.2.a. ACCIONES DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS

Una presa tiene como misión el almacenamiento de agua. Esta agua puede ser empleada para abastecer poblaciones en entornos con regímenes de lluvias muy irregulares, servir como laminación de avenidas para evitar inundaciones, para riego o incluso para la producción eléctrica.

Para conseguir el almacenar el agua se construye un dique en el curso natural del río, provocando la inundación de la nueva cuenca creada aguas arriba del dique. Esto modifica por completo el hábitat fluvial y la calidad de las aguas.

Sin ser extensivos, a modo general, existen diferentes tipos de presas como es de suponer. Las dos clasificaciones que realizan atienden a su comportamiento estructural por un lado y a sus materiales por otro. Las presas, por tanto, pueden ser ejecutadas de diferentes maneras, y no producirán los mismos impactos, aunque sí serán similares.

Según su estructura pueden ser de:

- 1) **Gravedad:** resisten el empuje del agua por su propio peso. Pueden ser de hormigón o de materiales sueltos.
- 2) **De arco:** su forma de arco es la que resiste el empuje del agua, sólo pueden ser de hormigón ya que resisten unos grandes empujes. Emplean menor cantidad de hormigón que las de gravedad. El principal inconveniente es que al transmitir los empujes a los estribos necesitan una geología muy resistente y específica.
- 3) **De bóveda o doble arco:** tiene curvatura tanto en el plano horizontal como en el vertical y también es su forma la que resiste los empujes del agua. Sólo pueden ser de hormigón.
- 4) **Arco-Gravedad:** combinan las características de ambos tipos y por tanto necesita menos volumen de hormigón que una de gravedad.

La segunda clasificación que se puede realizar atiende a sus materiales, que sí producirá, a priori, diferentes impactos en el medio, sin embargo la ejecución de uno u otro método no puede realizarse atendiendo exclusivamente al criterio medioambiental, sino también a criterios técnicos.

Según sus materiales:

- 1) **Materiales sueltos:** consisten en un relleno de tierras, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas. Este tipo de presas tienen componentes muy permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante en su núcleo.

- 2) **De Fábrica u Hormigón:** son las más comunes, en presas de gran entidad, en los países desarrollados ya que con éste material se pueden elaborar construcciones más estables y duraderas, debido a que su cálculo es del todo fiable frente a las producidas con otros materiales.

En España actualmente, según el Inventario de presas y embalses del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la distribución de presas según su tipología es la siguiente.

Tabla 11 Distribución de las presas en España

Tipología	Número de Presas
Arco Gravedad	48
Bóveda	56
Bóvedas Múltiples	1
Contrafuertes	31
Gravedad	814
Gravedad Y Contrafuertes	6
Gravedad Y Mampostería	17
Gravedad Y Materiales Suelos Homogénea	17
Gravedad Y Materiales Suelos P Asfáltica	3
Gravedad Y Materiales Suelos Pantalla	4
Hormigón Armado	4
Hormigón Compactado	22
Mampostería	23
Materiales Suelos Homogénea	268
Materiales Suelos Núcleo Arcilla	134
Materiales Suelos P Asfáltica	21
Materiales Suelos P Hormigón	37
Materiales Suelos P Lámina	13
Materiales Suelos Y Mampostería	5
Materiales Suelos Zonificada	7
Presa Móvil	1

La segregación realizada es la siguiente, atendiendo al proceso constructivo general y teniendo en cuenta los distintos tipos de presa previamente explicados. Se ha utilizado

apoyo didáctico de la escuela Técnica especializada en construcción EADIC, sobre construcción y dimensionamiento de presas.

Tabla 12 Segregación de acciones de los proyectos de construcción de presas

Construcción	Adecuación del vaso	Transporte de la maquinaria	
		Demolición de elementos previos	
		Desbroce y tala del vaso	
		Desvío del río	
	Ejecución del dique y aliviaderos	Materiales sueltos	Obtención del material
			Ejecución del dique
			Ejecución de elementos auxiliares (aliviaderos, túneles de inspección, torre de control)
		Hormigón	Fabricación del Hormigón
			Puesta en obra
			Ejecución de sobrantes
Gestión de sobrantes			
Construcción de accesos adecuados e instalaciones adecuadas			
Explotación	Puesta en carga de la presa		
	Ocupación del terreno		
	Uso de la presa		

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. ADECUACIÓN DEL VASO

La construcción de una presa comienza siempre por la adecuación del vaso, que es el terreno que quedará inundado por el embalse. Para esto, en primer lugar, se deberá transportar la maquinaria adecuada al lugar de la presa y se demolerán las estructuras existentes si es necesario. También se debe deforestar y desbrozar el vaso para evitar la eutrofización o la producción de metano por el pudrimiento de la materia vegetal.

Una vez que el vaso está listo, se debe desviar el río de su cauce para poder construir la presa en él. Las metodologías son variadas, puede ser un desvío total mediante ataguías, o parcialmente, dejando espacio suficiente para construir la mitad de la presa y posteriormente la otra mitad.

I.II. EJECUCIÓN DEL DIQUE Y ALIVIADEROS

Una vez preparado el terreno se procede por fin a la construcción del dique.

I.II.1. PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

Las presas de materiales sueltos, siempre que el material para el cuerpo de la presa se extraiga del vaso de ésta, no producen un impacto tan grande como la construcción de las presas de hormigón, sin embargo, si no hay material disponible en la cuenca, el transporte hasta la obra puede producir más impactos que las presas del segundo tipo.

Dentro de la ejecución de presas de materiales sueltos hay distintas tipologías atendiendo al método de impermeabilización de ésta. Hay que recordar que este tipo de presas están formadas por material granular poroso se saturará y colapsará, además se producirán filtraciones.

Este núcleo o pantalla impermeable puede ser de materiales naturales como la arcilla o de materiales artificiales como geotextiles u hormigón y se puede disponer en el interior de la misma o en su cara exterior.

La construcción se ejecutará en tongadas de un determinado espesor que se irán compactando.

La gran ventaja de este tipo de presas es que pueden quedar perfectamente integradas en el paisaje con una buena revegetación, lo que puede tener relevancia en la decisión medioambiental, especialmente en los países desarrollados.



Ilustración 24 Presa de materiales sueltos integrada en el paisaje

I.II.2. PRESAS DE HORMIGÓN

Se subdividen a su vez en presas de hormigón vibrado y presas de hormigón compactado.

La ejecución de la presa de hormigón se realiza en “dados” mediante encofradoras trepantes en el caso de presas de hormigón vibrado.



Ilustración 25 Encofradoras trepantes en la construcción de una presa

Las presas de hormigón compactado emplean maquinaria propia del movimiento de tierras, extendiéndose el hormigón en tongadas, siendo su ejecución mucho más rápida y por tanto menos costosa que las de hormigón vibrado convencional.

En cualquier caso, es necesario instalar una planta para el procesamiento de hormigón en las inmediaciones de la obra para producir el material del cuerpo de la presa.

Las presas de hormigón producen un mayor impacto visual que las de materiales sueltos, siendo su integración paisajística deficiente, sin embargo, permite el empleo de áridos reciclados y son más duraderas.



Ilustración 26 Presa de hormigón del tipo arco-gravedad

Además del cuerpo de la presa es necesario construir aliviaderos, que pueden ser de coronación, intermedios, laterales, de fondo (obligatorio) etc. Hay gran variedad y se realizarán en función de la tipología elegida y las características de la presa.

I.III. CONSTRUCCION DE ACCESOS ADECUADOS E INSTALACIONES AUXILIARES

La nueva presa debe quedar comunicada con las infraestructuras de transporte con las carreteras cercanas, además, en muchos casos se permite el tráfico por su coronación actuando a la vez como “nexos-puentes” entre los dos lados del embalse.

Las actuaciones son las típicas de movimiento de tierras y según el tipo de acceso puede dar lugar a carreteras de baja densidad de tráfico cuyas acciones son asimilables a las descritas en el punto V.1.

También se instalarán las instalaciones auxiliares como tendidos eléctricos, balizamientos, casetas de seguridad etc.

II. EXPLOTACIÓN

El embalse ocupa una gran área de extensión, inundando tierras que quedan inutilizadas para cualquier actividad a la que estuvieran destinadas anteriormente.

Además, suponen una modificación del entorno enorme, tanto visual como ecológicamente, transformando el curso de un río en un lago estancado y estratificado aguas arriba y un curso aguas abajo, que tendrá unas características y composición totalmente distintas a las del curso original, además de suponer un efecto barrera para los peces que poblaban el río.

V.2.b. ACCIONES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDARs) son un tipo de obra pública diferente de lo estudiado hasta ahora en este TFM. Su finalidad, como todas las obras públicas, es la de mejorar la calidad de vida del ser humano, pero esta vez su función específica tiene un carácter medio ambiental, depurando el agua residual del ser humano para convertirla en agua apta para el vertido a los cauces naturales.

Este carácter medioambiental hace que su puesta en marcha evite un impacto mayor en el medioambiente, pero eso no quiere decir que su construcción y explotación no produzcan impactos en éste, que se deberán evitar en la medida de lo posible.

En las EDARs, el área de ocupación es menor y la construcción es mucho más simple que en las infraestructuras anteriores, sin embargo, su explotación es más compleja y es la que produce las acciones que producen principalmente los impactos ambientales.

Tabla 13 Segregación de acciones de los proyectos de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales

Construcción	Limpieza del terreno	Desbroce
		Excavaciones
		Acopio y Transporte a vertedero
	Movimiento de tierras	
	Cimentaciones	
	Edificación e instalación de equipos y conexión	
Explotación	Presencia de la infraestructura	
	Uso de la infraestructura	Pretratamiento
		Tratamiento primario
		Tratamiento secundario
		Tratamiento terciario
Efluente y Fangos		

I. CONSTRUCCIÓN

La construcción es mucho más simple y de menor envergadura que las en las infraestructuras ya analizadas como se ha comentado anteriormente. No se realizan grandes movimientos de tierras salvo que la topografía sea muy desfavorable, ni tampoco hay edificaciones de gran envergadura.

Ya que las acciones no tienen una gran complejidad ni gran magnitud, no se ha sido muy extensivo en la descripción de las acciones susceptibles de provocar impacto de la construcción.

I.I. LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

El primer paso, como en cualquier obra, es la adecuación del terreno. Consistiría en un desbroce de las zonas en donde se ejecutarán las edificaciones y se instalarán los equipos. Se desmontara lo necesario y se excavarán las zanjas para las cimentaciones e instalaciones de las tuberías. Las tierras excavadas se deberán acopiar y en el caso de excedentes se retirarán a vertedero autorizado.

I.II. CIMENTACIONES

Se cimentarán las estructuras con las zapatas y vigas de atado para las edificaciones auxiliares como almacenes de productos químicos, laboratorios, edificios de control etc.

I.III. EDIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y CONEXIÓN

Se ejecutan las acciones de edificación, ejecución de pilares y cerramientos y las correspondientes a la instalación de equipos para depuración, como decantadores, gasómetro, canalizaciones, equipos de predesbaste etc.

II. EXPLOTACIÓN

Como se ha comentado, es la explotación de las plantas depuradoras de aguas residuales las que producen los mayores impactos medioambientales.

Es necesario satisfacer unos criterios de vertido y para conseguir estos límites se diseña un sistema compuesto por varios “órganos” que se describirán a continuación, para poder comprender mejor los impactos que producen en el medio ambiente.

II.I. PRESENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA

La presencia de la EDAR no produce un gran impacto, no ocupa grandes áreas ni tiene edificios de gran altura, en muchos casos con una adecuada vegetación puede pasar casi inadvertida en el entorno.

II.II. USO DE LA INFRAESTRUCTURA

A fin de explicar los distintos órganos que componen el cuerpo de la planta de tratamiento de aguas residuales, se va a utilizar el esquema empleado en la asignatura del Máster de Ingeniería Ambiental “Ingeniería de la Contaminación de las Aguas” que contiene los módulos básicos de una depuradora convencional.

Existen muchas técnicas alternativas de depuración, pero es imposible abordarlas todas en este trabajo fin de Máster por lo cual se ha recurrido al esquema básico, que por otra parte es el más común en España.

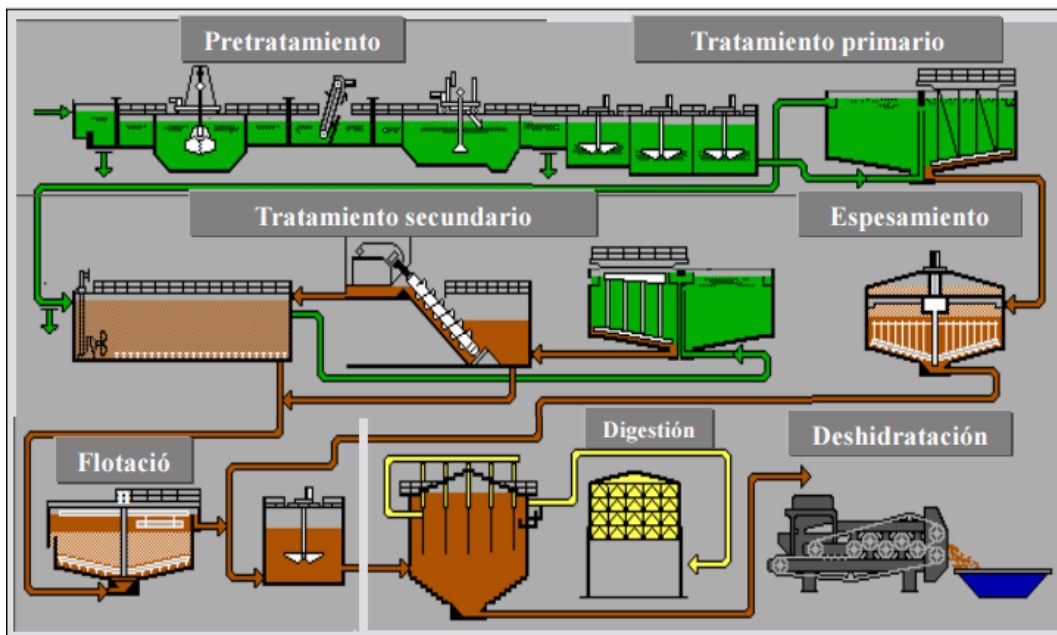


Ilustración 27 Esquema base de una depuradora

II.II.1. PRETRATAMIENTO

Esta fase del proceso tiene como misión eliminar los sólidos de tamaños grande y mediano, los sólidos en suspensión de alta densidad y las grasas y aceites.

Al principio de la planta se instalan unas rejillas para evitar el paso de los sólidos más grandes, que se extraen del fondo generalmente con cucharas bivalvas.



Ilustración 28 Rejas de predesbaste

El agua que pasa por las rejillas es elevada con un tornillo sinfín o bomba, para su posterior flujo por gravedad al resto de la planta.

El segundo medio mecánico de separación serán unas rejillas o tamices de distintos tamaños (menores que las rejillas anteriores), para eliminar los sólidos en suspensión de menor tamaño y finalmente se hará pasar por el desarenador-desengrasador, donde se eliminan las arenas y grasas del agua tratada.



Ilustración 29 Desarenador-desengrasador

II.II.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

El objetivo principal es reducir la materia en suspensión, aunque también reduce la materia orgánica. Esta función se realiza en un decantador que puede ser rectangular, circular o lamelar. Siendo el circular el más frecuente.

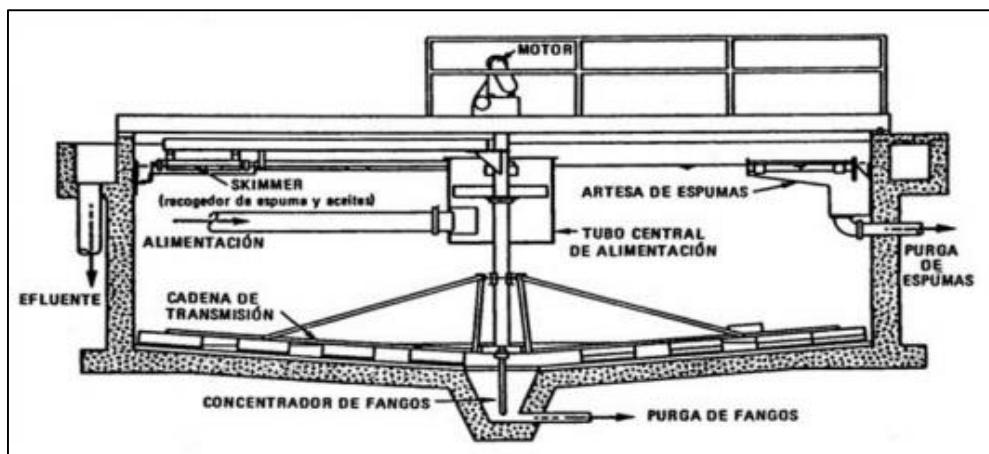


Ilustración 30 Esquema sección decantador primario

El agua entra por el conducto central y en el decantador, con ayuda de unos floculantes o coagulantes, es decir, ya no es un tratamiento exclusivamente físico sino que es físico-químico, decanta.

En el fondo con ayuda de unas rasquetas es eliminado mediante la purga de fangos mientras que el efluente sale por la parte perimetral.



Ilustración 31 Decantador primario

II.II.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El objetivo del tratamiento secundario es reducir la materia orgánica disuelta y coloidal, convirtiéndola mediante microorganismos en materia sedimentable y floculante, que pueda ser separada del agua con medios físicos como la sedimentación y filtración. Los procesos de oxidación biológica pueden ser aerobios o anaerobios dependiendo de la existencia de oxígeno libre disuelto en el agua.

El proceso más empleado, sobre todo en depuradores que tratan altos volúmenes de aguas, es el de lodos activos. Existen numerosos métodos alternativos de menor coste, como los lagunajes o los cultivos en soporte fijo, pero aunque su consumo energético es menor, tienen inconvenientes como el espacio que necesitan o el rendimiento y son empleados tan sólo en pequeñas depuradoras.

El proceso de lodos activos es un gran demandador de energía para oxigenar esas bacterias aerobias, además de ser la principal fuente de olores de la planta. Comprende dos etapas, en una primera el reactor biológico, considerado el corazón de la planta realiza la oxidación biológica y se forma los flóculos que decantan en el clarificador secundario.



Ilustración 32 Esquema de lodos activos

II.II.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

Se instala cuando los límites de vertido son más exigentes, al verter directamente a zonas sensibles de acuerdo con RD 509/1996 de 15 de Marzo y la Directiva Comunitaria 91/271 de 21 de Mayo de 1991, cuando se desea reutilizar el agua depurada o bien para tratar aguas industriales que tengan gran cantidad de nitrógeno o fósforo y no cumplan los niveles de vertido normales.

El tratamiento puede ser físico químico (stripping, intercambio iónico, resinas) o biológico (nitrificación-desnitrificación) para la disminución de los niveles de nitrógeno.

Para la eliminación del fosforo se recurre a la precipitación con sulfato de alúmina o bien mediante tratamiento biológico en un reactor anaerobio.

II.II.5. EFLUENTE Y FANGOS

TRATAMIENTO DE FANGOS

La misión de la planta depuradora de aguas es la de la eliminación de la materia orgánica que contiene. Esta materia orgánica irá formando un fango al ir espesando en los distintos tratamientos.

Existen 2 líneas de fangos en una planta depuradora, la del tratamiento primario y la del secundario.

V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP.

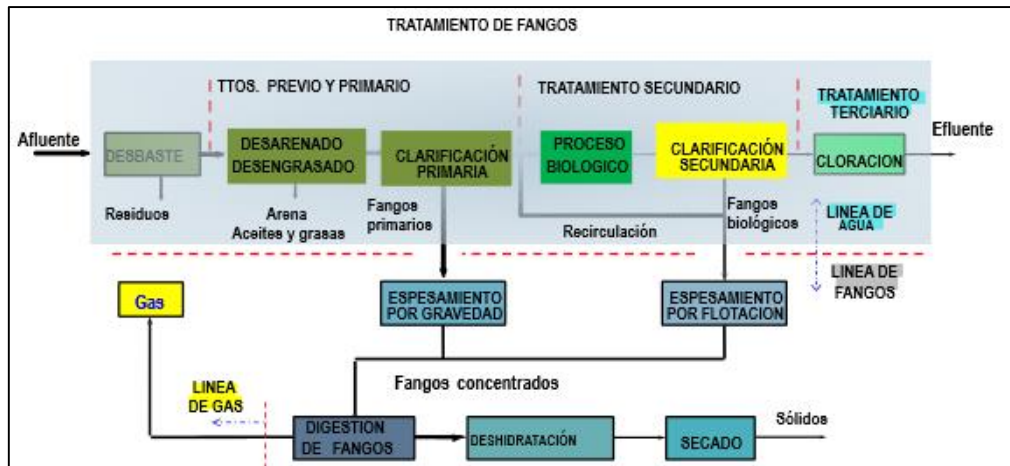


Ilustración 33 Proceso general de tratamiento de agua residual urbana

El efluente de fangos del tratamiento primario se compone principalmente de sólidos orgánicos mientras que los del secundario son sólidos volátiles. Primeramente se realiza un espesamiento para aumentar la concentración en peso de los fangos en el efluente de cada una de las dos líneas y reducir el volumen de efluente a tratar. En el caso de los primarios se realiza un espesamiento por gravedad y en el caso de los fangos del tratamiento secundario por flotación.

Una vez concentrado pasa a un digestor anaerobio donde se estabiliza y finalmente se realiza una deshidratación en centrífugas para reducir al máximo la humedad del fango.

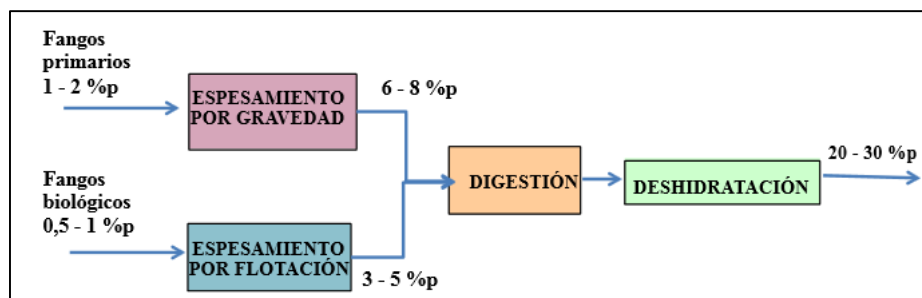


Ilustración 34 Proceso del tratamiento de fangos

La digestión de los lodos genera un beneficio notable en la planta, ya que se produce un gas rico en metano que mediante un motor de combustión generará electricidad para la planta, que aunque no consigue que la EDAR sea autosuficiente, si ofrece unos buenos rendimientos.

Actualmente, se están realizando codigestiones con subproductos de otras industrias que están ofreciendo rendimientos notablemente más elevados.

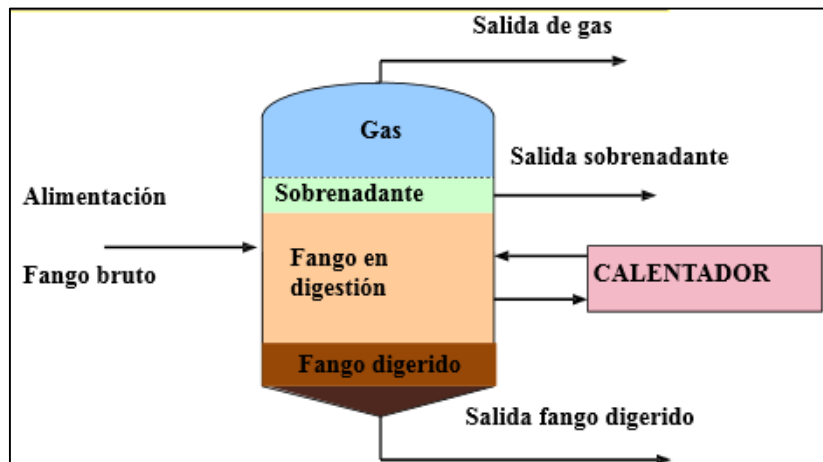


Ilustración 35 Esquema Digestor



Ilustración 36 Digestor de EDAR

EFLUENTE TRATADO

Aunque el efluente de la depuradora cumpla los límites de vertido, su composición química difiere de la del cauce receptor, si bien los contaminantes se encuentran en tan baja proporción que el cauce puede realizar el proceso de autodepuración.

A pesar de esto el efluente introduce una serie de impactos citados a continuación:

V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP.

- 1) Atrapamiento de los vertidos por debajo de la termoclina, debido a la diferencia de densidades entre el vertido y el agua del cauce receptor
- 2) Deterioro de la calidad de las aguas debido a la presencia de oxígeno disuelto, materia orgánica, coliformes, estreptococos fecales, nutrientes, turbidez, etc. es el efluente.
- 3) Problemas de salubridad por incorporación de algunos contaminantes (amonio, metales pesados,...) en el agua y a las redes tróficas del ecosistema.
- 4) Cambio en las comunidades de organismos debido al incremento en el grado de eutrofia, al aumento de la turbidez.

No hay que olvidar, sin embargo, que el impacto producido por el agua residual sin tratar, sería muchísimo mayor.

V.3. VERTEDEROS DE RESIDUOS

Un vertedero es una infraestructura para disponer y almacenar los residuos producidos por la sociedad como resultado de sus mecanismos de producción y consumo, durante un tiempo indefinido, con condiciones de total seguridad medioambiental y evitando la interacción de estos residuos almacenados con el medio que los contiene.

En resumen, según el material didáctico empleado en la asignatura de “Gestión de Residuos del Máster en Ingeniería Ambiental”: *“Lugar donde depositar de forma definitiva los residuos que ya no pueden reutilizarse, reciclarse, valorizarse, sin que se produzcan efectos negativos sobre el entorno”*

Un esquema de mucha utilidad para entender las interacciones del residuo con el medio ambiente es el siguiente:

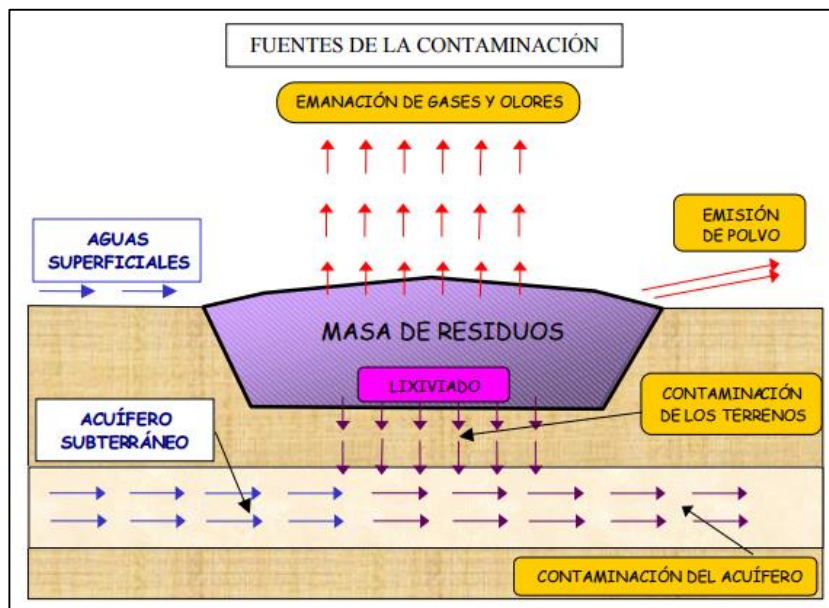


Ilustración 37 Esquema de las fuentes de contaminación de los vertederos

Conviene recordar, en un trabajo Fin de Máster de Ingeniería Ambiental, que la eliminación o disposición en vertedero ocupa el último lugar en la Jerarquía del tratamiento de residuos, tal y como dispone la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados en su artículo 4.

“1. Las administraciones competentes, en el desarrollo de las políticas y de la legislación en materia de prevención y gestión de residuos, aplicarán para conseguir el mejor resultado ambiental global, la jerarquía de residuos por el siguiente orden de prioridad:

- a) Prevención;*
- b) Preparación para la reutilización;*
- c) Reciclado;*
- d) Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética; y*
- e) Eliminación.*

2. No obstante, si para conseguir el mejor resultado medioambiental global en determinados flujos de residuos fuera necesario apartarse de dicha jerarquía, se podrá adoptar un orden distinto de prioridades previa justificación por un enfoque de ciclo de vida sobre los impactos de la generación y gestión de esos residuos, teniendo en cuenta los principios generales de precaución y sostenibilidad en el ámbito de la protección medioambiental, viabilidad técnica y económica, protección de los recursos, así como el conjunto de impactos medioambientales sobre la salud humana, económicos y sociales, de acuerdo con los artículos 1 y 7.”

Aun así los vertederos son indispensables debido a 2 motivos

- 1) Las técnicas de reducción en origen (minimización, reciclado, valorización, etc.) no garantizan por sí solas la desaparición de los residuos.
- 2) Algunas tecnologías de tratamiento de residuos generan a su vez nuevos residuos (como los lodos de tratamiento físico-químico, fangos de tratamiento biológico, cenizas de destrucción térmica, etc.) cuya única alternativa de gestión actual consiste en su almacenamiento controlado.

Hay que diferenciar también el tipo de residuo, generalmente los distintos tipos de son:

1) Residuos no peligrosos:

Se componen de los rechazos de las plantas de clasificación de residuos sólidos urbanos y residuos de procedencia industrial asimilables a los sólidos urbanos y que tampoco pueden ser clasificados.

2) Residuos peligrosos:

Establecidos por la ley 22/2011:

Residuo que presenta alguna de las características peligrosas mencionadas en el anexo III (códigos H). La determinación de los residuos que han de considerarse peligrosos y no peligrosos se hará de acuerdo con la lista europea de residuos

Excluidos: radiactivos, mineros, y emisiones a la atmósfera. (Disponen de su propia legislación)

3) Residuos inertes:

Son residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas. No son solubles, ni combustibles ni biodegradables. La lixiviación total, el contenido de contaminantes y la ecotoxicidad no supondrán un riesgo para el suelo, aguas subterráneas o superficiales.

Los residuos admisibles son conformes con la definición de “residuo inerte” establecida en el artículo 2. B) del R.D. 1481/2001. Se establece una lista de residuos (según LER) exentos de la realización pruebas de caracterización básica, que corresponden fundamentalmente a los Residuos de Construcción y Demolición (RCD’s).

Existen otros tipos de residuos, como los neumáticos fuera de uso, vehículos, residuos hospitalarios, poco significativos en el porcentaje total de generación de residuos que no se han considerado en este TFM.

Por tanto, según el tipo de residuo al que esté destinado el vertedero tendrá distintas características, si bien su construcción y elementos generales son muy

similares, por tanto se puede abordar su segregación de las acciones de manera conjunta.

Hay que hacer comentar una salvedad, ya que puede darse el caso de que un vertedero destinado a tratar residuos no peligrosos albergue residuos peligrosos, como dispone la ley, para entender esto hay que diferenciar los distintos tipos de vertederos de residuos no peligrosos.

En general hay 3 categorías de vertederos no peligrosos:

- 1) Vertederos para residuos inorgánicos con un contenido bajo en componentes orgánicos biodegradables.
- 2) Vertederos para residuos orgánicos.
- 3) Vertederos para residuos mixtos no peligrosos con un contenido sustancial de materiales orgánicos biodegradables y de materiales inorgánicos.

Concretamente, los residuos inorgánicos con un contenido bajo en componentes orgánicos biodegradables es decir, los industriales generalmente, permiten la eliminación conjunta (en la misma celda) de residuos peligrosos no reactivos estables, siempre y cuando cumplan los valores límite de lixiviación establecidos en la Decisión 19 de diciembre de 2002 (2.3.1).

Es decir, la Decisión del Consejo permite la eliminación de residuos peligrosos en un vertedero de residuos no peligrosos, siempre que cumplan unos criterios.

En cualquier caso hay unas limitaciones de vertido y no se admitirán:

- 1) Residuos que no hayan recibido un tratamiento previo (excepciones).
- 2) Residuos líquidos.
- 3) Res. explosivos, corrosivo, oxidante, Inflamable, infeccioso o ecotóxico.
- 4) Neumáticos usados enteros troceados (excepto los de bicicletas o los de diámetro > 1,4 m).
- 5) Además se limitará el vertido de residuos biodegradables del 35% antes de 2016.

V.3.a. ACCIONES DE LOS VERTEDEROS

Tabla 14 Segregación de acciones de los proyectos de construcción de vertederos

Construcción	Preparación del vaso	Adecuación del terreno
		Limpieza y desbroce del vaso
	Aislamiento zona de vertido	Barrera geológica
		Geomembrana
		Drenaje
	Infraestructura para Recogida de lixiviados	Red de recogida
		Balsa de recogida
		Planta de tratamiento
	Infraestructura para Recogida de biogás	Red de recogida
		Planta de eliminación
Cubrición final	Drenaje	
	Mineral impermeable	
	Cobertura	
Canalizaciones para la conducción de escorrentías		
Instalaciones auxiliares		
Explotación	Funcionamiento del vertedero	Producción de lixiviados
		Producción de biogás
	Presencia del vertedero	

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. PREPARACIÓN DEL VASO

La primera operación consiste en adecuar el vaso para albergar los residuos, similar al caso de las presas. Incluye tareas típicas de maquinaria pesada como excavaciones, además del transporte a obra de dicha maquinaria. Será necesario también eliminar la materia orgánica presente mediante tala y desbroce.

En función del estado previo del vaso y la topografía estas operaciones pueden ser más o menos complejas y su impacto será variable también.

I.II. AISLAMIENTO DE LA ZONA DE VERTIDO

Es posiblemente la tarea más importante desde el punto de vista constructivo para evitar la contaminación medioambiental. La naturaleza del suelo juega un papel muy importante, citando literalmente los apuntes de la asignatura Gestión de Residuos, los terrenos recomendables son los siguientes:

En cuanto a su geología:

- Rocas recomendables: Arcillas, arcillas margosas, margas arcillosas, arcillas yesíferas, filitas y argilitas, filitas esquitosas.
- Rocas recomendables sólo en casos excepcionales: Pizarras y pizarras con cuarzo, esquistos, granitos, volcánicas (excepto muy permeables)
- Rocas no recomendables: Calizas, mármoles, dolomías, evaporitas, gravas, arenas.

Además, el suelo debe ser lo más impermeable posible, según el R.D 1481/2001 debe existir una barrera geológica natural (fondo y taludes del vaso de vertido) con unas condiciones de permeabilidad y espesor cuyo efecto combinado sea equivalente como mínimo al siguiente:

Tabla 15 Valores del coeficiente de permeabilidad necesario según el tipo de vertedero

Vertederos para residuos inertes	$k = 1,0 \times 10^{-7}$ m/s en un espesor de 1 m
Vertederos para residuos no peligrosos	$k = 1,0 \times 10^{-9}$ m/s en un espesor de 1 m
Vertederos para residuos peligrosos	$k = 1,0 \times 10^{-9}$ m/s en un espesor de 5 m

Cuando la barrera geológica natural no cumpla las condiciones, podrá complementarse mediante una barrera geológica artificial, consistente en una capa mineral de un espesor no inferior a 0,5 metros.

Como elemento adicional se instala un geosintético de impermeabilización tanto en los residuos no peligrosos como en los de residuos peligrosos.

Esta es la solución de referencia que establece el R.D. 1481/2001 para el vaso y taludes de los vertederos de residuos peligrosos. Para el caso de vertederos de residuos

V. SEGREGACIÓN DE LAS ACCIONES SUSCEPTIBLES DE CAUSAR IMPACTO EN LAS OOPP.

no peligrosos se exige solamente 1 metro de espesor a la capa impermeable natural de base.

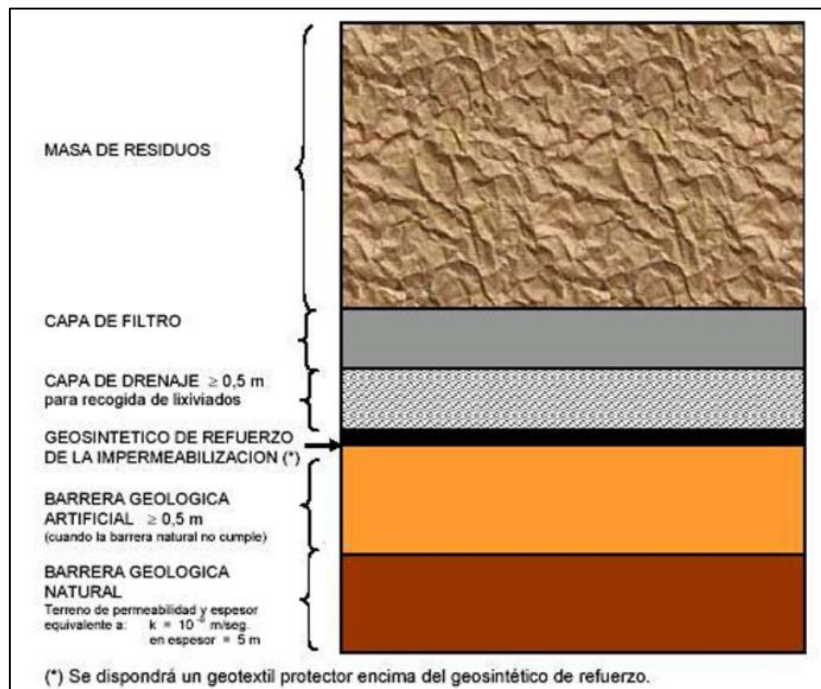


Ilustración 38 Sección celda de residuos con detalle del sistema de impermeabilización

Otra composición, en este caso de los recursos empleados en la asignatura Gestión de Residuos del Máster en Ingeniería Ambiental:

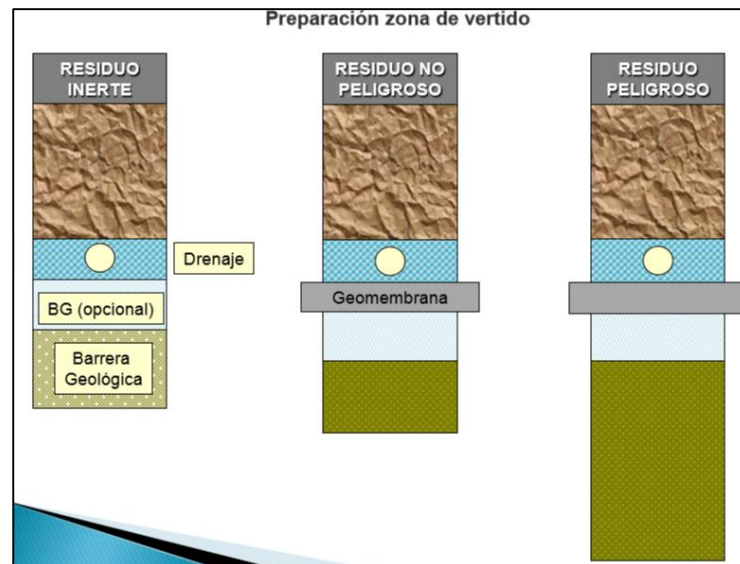


Ilustración 39 Sección celda de residuos con detalle del sistema de impermeabilización



Ilustración 40 Obras de impermeabilización de un vertedero

En un vertedero se emplean diversos materiales sintéticos para la impermeabilización, como se muestra en el esquema. Los más comunes son las geomembranas, los geotextiles y las geomallas.

- Geomembranas: son materiales de muy baja permeabilidad. Generalmente el polímero empleado suele ser polietileno de alta densidad (PEAD) como material impermeabilizante.
- Geotextiles: su función es por un lado la protección de la geomembrana por punzonamiento y por otro como elemento de separación filtro, sobre el nivel drenante de lixiviados para evitar su colmatación.
- Geomalla: empleados para el control de la erosión y como refuerzos, se emplean en las operaciones de sellado.

I.III. CUBRICIÓN PARCIAL Y FINAL

La cobertura diaria constara de 15 cm de suelo, espumas, residuos de construcción, madera o compost de residuos vegetales. Su función es la del control de infiltraciones de agua, reducción de olores, evitar contacto de animales, prevención de incendios, disminución de impacto visual, control de dispersión de residuos y evitar la erosión y encharcamiento.

La cobertura intermedia tiene como misión reducir la entrada de humedad. Son capas de 30-40 cm que pueden retirarse posteriormente y reutilizarse.

La cobertura final, que es la más importante, tiene las siguientes funciones:

- 1) Capa de baja permeabilidad para evitar la infiltración de agua superficial
- 2) Retención de humedad para facilitar el crecimiento vegetal
- 3) Recuperar el vertedero para el uso final
- 4) Controlar las emisiones de gas

La sección mínima sería la siguiente:

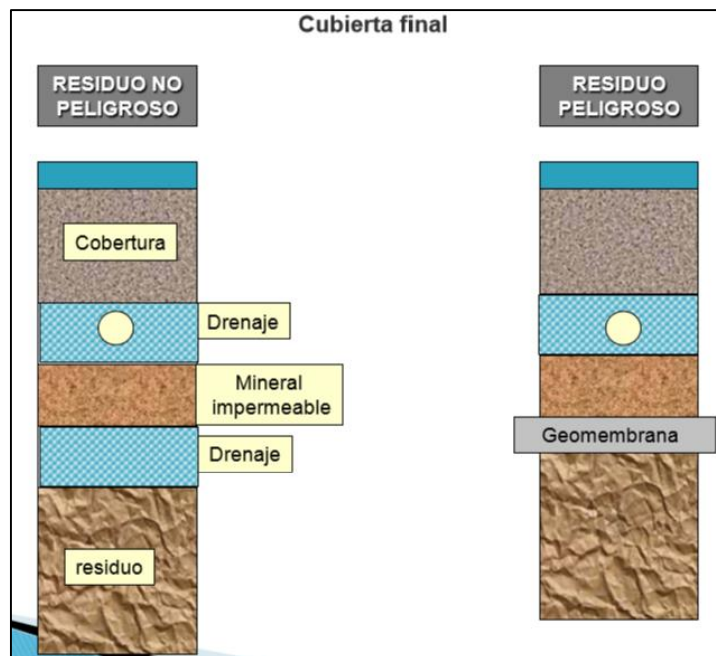


Ilustración 41 Sección celda de residuos con detalle del sistema de cubrición parcial

I.IV. INFRAESTRUCTURA PARA LA RECOGIDA DE LIXIVIADOS

El lixiviado es generado fundamentalmente por la percolación del agua a través de la masa de residuos, lo que produce su contaminación debido al arrastre y solubilización de los contaminantes contenidos en los residuos o subproductos de la degradación de los mismos.

El lixiviado debe ser controlado dentro del vertedero por los siguientes motivos:

- 1) Minimizar la interacción entre el lixiviado y el sistema de impermeabilización, reduciendo el riesgo de fugas a través de la base o lados del vertedero.
- 2) Prevenir el riesgo de desbordamiento por ascenso del nivel en el interior del vaso de vertido, provocando de derrames incontrolados.
- 3) Controlar su influencia en los procesos de formación de biogás, y estabilización química y biológica del vertedero.
- 4) Asegurar la estabilidad mecánica del vertedero.

Los principales factores que afectan al lixiviado son el clima, la topografía, la cobertura diaria, la vegetación y el tipo de residuo.

El lixiviado será recogido mediante tuberías instaladas en el sistema de drenaje con una adecuada pendiente para la recogida por gravedad. Estas tuberías llegarán a un colector donde el lixiviado será recogido por gravedad o bien por bombeo hasta la balsa de almacenamiento para su posterior tratamiento.

Estos lixiviados serán tratados en una estación de depuración de lixiviados, generando residuos como lodos, carbón activo agotado, soluciones concentradas de los procesos de osmosis inversa que deben ser objeto de tratamiento y gestión específica antes de su vertido final.

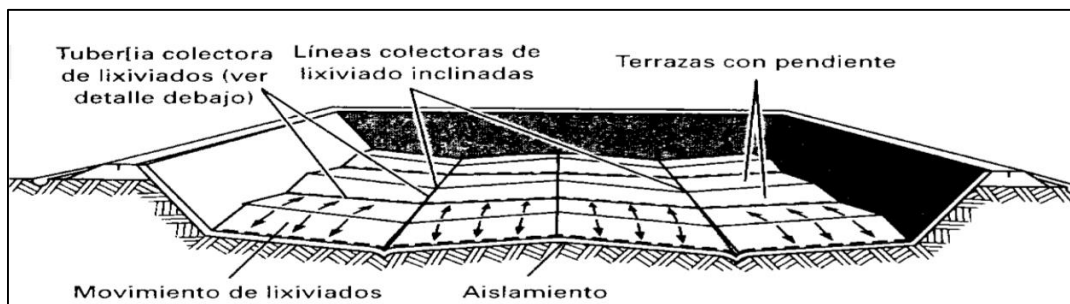


Ilustración 42 Sistema de recogida de lixiviados

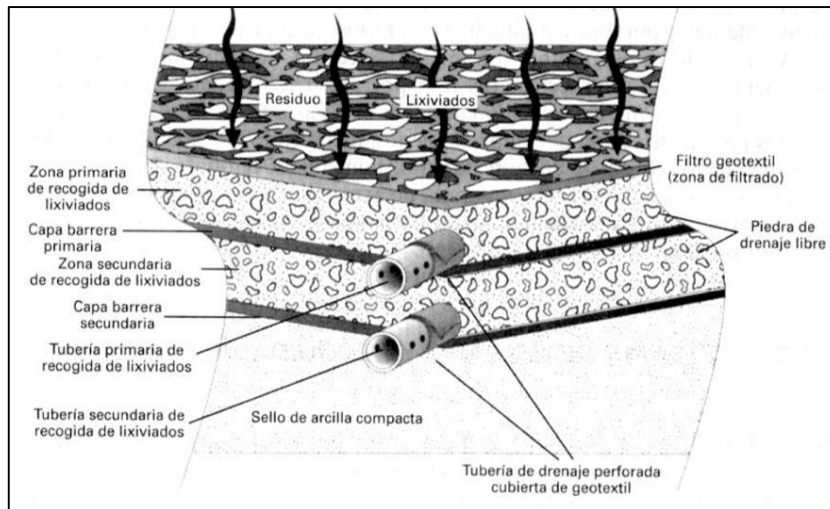


Ilustración 43 Sección transversal donde se aprecia la instalación de las tuberías de recolección de lixiviados

I.V. INFRAESTRUCTURA PARA LA RECOGIDA DE BIOGÁS

El biogás se produce debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica contenida en el residuo orgánico, que es significativa en el caso de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, debido a la gran cantidad de materia orgánica biodegradable de éstos.

El vertedero debe asegurar la extracción y el tratamiento del biogás mediante una red de tuberías adecuada, siendo empleado frecuentemente para la generación de electricidad. Sin embargo hay que señalar que como mucho se puede aprovechar el 70% del biogás producido, mientras que el 30% restante es liberado a la atmósfera, como apuntan varios autores.

Los principales objetivos de la extracción y tratamiento del biogás son los siguientes:

1. Minimizar el impacto sobre la calidad del aire y reducir la contribución al efecto invernadero que provocan dichos gases.
2. Minimizar el riesgo de incendios y explosiones, debido a acumulaciones de este gas.
3. Evitar la degradación de la vegetación del entorno del vertedero.
4. Aprovechamiento energético efectivo de los mismos.

La composición típica del biogás es la siguiente, siendo sumamente variable dependiendo del tipo de residuo o las condiciones interiores del vertedero

Tabla 16 Composición típica del biogás

<i>COMPUESTO</i>	<i>PORCENTAJE</i>
Metano	56-65 %
Dióxido de carbono	30-40 %
Nitrógeno	Máx 6%
Oxígeno	Máx 0,3 %
Sulfuros y mercaptanos	Máx 50 mg/m ³
Aromáticos	100 ppm
Alifáticos	50 ppm
Hidrocarburos halogenados	40 ppm
Amoniaco	10 mg/m ³
Agua	saturada

El gas es complicado de controlar en el interior del vertedero, pudiendo migrar por difusión, convección o disuelto en el agua. Las técnicas para su control son las barreras, los sistemas de extracción pasivos y los sistemas de extracción activos.

1. **Barreras:** barreras físicas para controlar la migración del biogás. Pueden ser horizontales o verticales.
2. **Sistemas de extracción pasivos:** cuando la calidad del gas es baja para su combustión. Pueden conectarse con un sistema activo.
3. **Sistemas de extracción activos:** para su eliminación por combustión o aprovechamiento energético. Formados por una **red de pozos, cabezales, tuberías de recogida y soplantes**. Funcionan generando una depresión en el sistema de extracción.
 - **Los pozos de extracción** pueden ser construidos durante el relleno del vertedero o posteriormente mediante sondeos. Los pozos pueden ser verticales u horizontales, y generalmente consisten en una tubería ranurada de polietileno, envuelta en grava. En el caso de los pozos verticales, el espaciado horizontal suele ser de unos 40 metros. En su parte superficial, los pozos se sellan con bentonita.

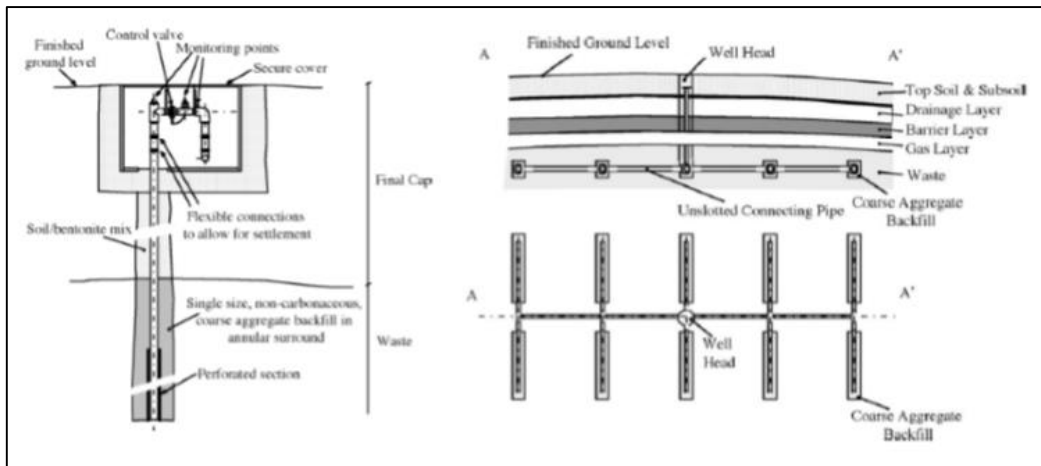


Ilustración 44 Esquema de sistema de recogida de biogás

- **Los cabezales** son instalados en la parte superior de los pozos para controlar la extracción del biogás. Permiten la regulación del flujo de biogás extraído, así como su monitorización y muestreo.
- **Las tuberías de conducción**, se emplean para conducir el gas desde los pozos hasta el punto de destrucción térmica o recuperación energética. Construidas habitualmente en polietileno, deben estar dotadas de una ligera pendiente (1:30) para permitir el drenaje de los condensados. Este condensado puede contener orgánicos volátiles y ser corrosivo para la infraestructura de recogida de biogás. Por ello, se instalan elementos de purga en la red de tuberías para su eliminación.
- **Las soplantes** utilizadas son compresores centrífugos, con caudales que oscilan entre 150 y 3000 m³/h.

I.VI. CONDUCCIÓN DE ESCORRENTÍAS

Uno de los principales contaminantes que produce un vertedero es el lixiviado. La producción de éste está en gran medida relacionada con la cantidad de agua de lluvia que percola en el vertedero. Para evitar este fenómeno se realizan canalizaciones mediante zanjas y cunetas, que eviten este paso del agua de lluvia desde los terrenos aledaños al vertedero, conduciéndola aguas abajo del vertedero.

I.VII. INSTALACIONES AUXILIARES

Será necesario construir una serie de edificios auxiliares, como laboratorios, salas de control etc. además, según el tipo y la capacidad del vertedero es posible que existan plantas de generación eléctrica a partir del biogás o de tratamiento de lixiviados, que a su vez deberán instalar los sistemas de abatimiento necesarios de acuerdo con las MTDs disponibles.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. PRESENCIA DEL VERTEDERO

El vertedero no constituye una extensión de terreno tan grande como otras obras civiles, aunque no es desdeñable, por lo que su impacto visual es considerable.

II.II. FUNCIONAMIENTO DEL VERTEDERO

Más impactos en el medio ambiente que su presencia produce su operación, al generar efluentes líquidos (lixiviados) y gaseosos (biogás) que deberán ser controlados y abatidos en la medida de lo posible, siendo crucial una buena ejecución de los sistemas de control en la fase constructiva.

VI. MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

Se exponen a continuación las matrices realizadas para determinar las interacciones de las acciones de las obras estudiadas en el TFM con el medioambiente. En rojo se representan aquellas interacciones que suponen un efecto negativo y en verde los positivos, si los hubiese.

No está de más recordar aquí, nuevamente, que las interacciones no provocan siempre un impacto. Deberán ser cuantificadas para determinar si su valoración final puede considerarse un impacto relevante o por el contrario es despreciable., y esto, como se explicó anteriormente, no se puede realizar si no sabemos el emplazamiento en el que se va a construir la obra civil en cuestión.

Tabla 17 Matriz de Impacto Ambiental Acciones comunes para los proyectos de construcción de Infraestructuras de transporte terrestre. (1)

			MEDIO AMBIENTE															
			MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO			M.SOCIOECONÓMICO			
			ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA		PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN
			CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE			
CONSTRUCCIÓN	Movimiento de tierras	Demoliciones y trabajos previos	Transporte de vehículos y maquinaria para la construcción a obra															
		Construcción de nuevos accesos																
		Construcción del parque de maquinaria, espacio para acopios, almacenamiento de residuos y otras actividades																
		Demolición de firmes y estructuras previas																
	Despeje y Desbroce de cubierta vegetal y árboles																	
	Excavación	Excavaciones en zanjas																
		Excavaciones en desmonte																
		Excavación con explosivos																
	Ejecución de Terraplenes y pedraplenes.	Con material propio																
		Con material de cantera																
Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente																		

Tabla 18 Matriz de Impacto Ambiental Acciones comunes para los proyectos de construcción de Infraestructuras de transporte terrestre. (2)

		MEDIO AMBIENTE																	
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO			M.SOCIOECONÓMICO					
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA		PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN		
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE				AVIFAUNA	
CONSTRUCCIÓN	Drenaje	Ejecución de drenaje superficial	Drenaje longitudinal	Cuneta con revestimiento de hormigón															
			Cuneta sin revestimiento de hormigón																
		Drenaje transversal																	
	Ejecución de Drenes subterráneos	Zanja drenante o pantalla drenante sin geotextil																	
		Zanja drenante o pantalla drenante con geotextil																	
		Ejecución de Arquetas y pozos de registro																	
		Ejecución de Colector																	
		Ejecución de Mantos drenantes																	
	Ejecución de Pozos																		

Tabla 19 Matriz de Impacto Ambiental Acciones comunes para los proyectos de construcción de Infraestructuras de transporte terrestre. (3)

			MEDIO AMBIENTE																
			MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M.SOCIOECONÓMICO			
			ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA			PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN
			CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE	AVIFAUNA			
CONSTRUCCIÓN	Estructuras y Túneles	Túneles	Excavación por voladura																
		Excavación por medios Mecánicos																	
		Movimiento de tierras a vertedero																	
		Hormigonado																	
		Instalaciones eléctricas o auxiliares																	
	Puentes	Desviación del curso de agua																	
	Excavación cimentación																		
	Cimentación de pilotes																		
	Construcción del tablero																		
	Escolleras.	Transporte a obra																	
	Escollera extraída in situ																		
	Escollera de préstamo																		
	Acopio																		

Tabla 20 Matriz de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras, autopistas y autovías.

		MEDIO AMBIENTE																	
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO			M.SOCIOECONÓMICO					
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA			PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN	
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE	AVIFAUNA				
Construcción	Firmes y Explanada	Explanada																	
		Bases y subbases	Capas granulares y zahorras																
			Suelos estabilizados y gravas tratadas																
		Riego y tratamiento superficial																	
	Capa de rodadura	Mezclas bituminosas	Caliente																
			Frío																
	Pavimentos de Hormigón																		
Señalización, balizamiento y defensas	Marcas viales																		
	Señales de circulación																		
	Luminarias																		
Explotación	Presencia de la infraestructura																		
	Tráfico rodado																		

Tabla 21 Matriz de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de ferrocarriles

		MEDIO AMBIENTE																
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M.SOCIOECONÓMICO			
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA			PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE	AVIFAUNA			
Construcción	Capa de forma																	
	Vía sobre Balasto																	
	Vía sobre placa																	
Electrificación e instalación de la catenaria																		
Explotación	Presencia de la infraestructura																	
	Tránsito de trenes																	

Tabla 22 Matriz de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de presas

		MEDIO AMBIENTE																
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO			M.SOCIOECONÓMICO				
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA		PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN	
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE				AVIFAUNA
Construcción	Adecuación del vaso	Transporte de la maquinaria																
		Demolición de elementos previos																
		Desbroce y tala del vaso																
		Desvío del río																
	Ejecución del dique y aliviaderos	Materiales sueltos	Obtención del material															
			Ejecución del dique															
			Ejecución de elementos auxiliares (aliviaderos, túneles de inspección, torre de control)															
		Hormigón	Fabricación del Hormigón															
			Puesta en obra															
			Ejecución de la presa															
	Gestión de sobrantes																	
	Construcción de accesos adecuados e instalaciones adecuadas																	
Explotación	Puesta en carga de la presa y Ocupación del terreno																	
	Uso de la presa																	

Tabla 23 Matriz de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de plantas de tratamiento de aguas

		MEDIO AMBIENTE																	
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO			M.SOCIOECONÓMICO					
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA			PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN	
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE	AVIFAUNA				
Construcción	Limpieza del terreno y acondicionamiento	Desbroce																	
		Excavaciones y Compensación del terreno																	
		Acopio y Transporte a vertedero																	
Construcción	Cimentaciones																		
Construcción	Edificación e instalación de equipos y conexión																		
Explotación	Presencia de la infraestructura																		
	Uso de la infraestructura	Pretratamiento																	
		Tratamiento primario																	
		Tratamiento secundario																	
		Tratamiento terciario																	
Explotación	Tratamiento de lodos																		

Tabla 24 Matriz de Impacto Ambiental para para los proyectos de construcción de vertederos

		MEDIO AMBIENTE																
		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M.SOCIOECONÓMICO			
		ATMÓSFERA			AGUA			GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA			VEGETACIÓN	FAUNA			PAISAJE	PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO	POBLACIÓN
		CALIDAD DEL AIRE	RUIDO Y VIBRACIONES	CLIMA	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	NIVEL FREÁTICO		CALIDAD DEL SUELO	EROSIÓN	APROVECHAMIENTOS		FAUNA ACUÁTICA	FAUNA TERRESTRE	AVIFAUNA			
Construcción	Adecuación del vaso	Limpieza y desbroce del vaso																
		Adecuación del terreno																
	Aislamiento zona de vertido	Barrera geológica																
		Geomembrana																
		Drenaje																
	Infraestructura para Recogida de lixiviados	Red de recogida																
		Balsa de recogida																
		Planta de tratamiento																
	Infraestructura para Recogida de biogás	Red de recogida																
		Planta de eliminación																
	Gestión de acopios																	
	Canalizaciones para la conducción de escorrentías																	
	Instalaciones auxiliares																	
Explotación	Explotación del vertedero	Vertido en celdas																
		Cubrición de celdas																
		Lixiviados generados																
		Biogás generado																
	Presencia del vertedero																	

VII. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez expuestas las matrices de impacto, en el presente capítulo se caracterizarán cada una de las interacciones marcadas en rojo (negativas). También se citan algunas medidas correctoras en los casos en que sean de posible aplicación.

Hay que hacer una aclaración con respecto a las medidas correctoras. Es frecuente encontrar como medidas correctoras actuaciones que son de carácter obligatorio por las distintas legislaciones en materia de medio ambiente, como por ejemplo, la correcta gestión de los residuos o el adecuado mantenimiento de la maquinaria. Este tipo de actuaciones no se han comentado como medidas correctoras ya que, en realidad, no lo son, por más que se consideren como tal, incluso en las Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas por los órganos ambientales.

VII.1. INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE

VII.1.a. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS COMUNES EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE

Se desarrollan a continuación los impactos comunes producidos tanto en la construcción de carreteras, autovías y autopistas como ferrocarriles.

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. MOVIMIENTO DE TIERRAS

I.I.1. DEMOLICIONES Y TRABAJOS PREVIOS

Demoliciones y trabajos previos – Calidad del aire:

Impacto:

Las obras de acondicionamiento del terreno incluyen el transporte de maquinaria hasta la zona de obra, la creación de nuevos accesos la creación del parque de maquinaria y la demolición de estructuras previas.

Todas estas acciones tienen en común el uso de maquinaria pesada, que además circula por zonas y terrenos de composiciones variables generando nubes de polvo, además de la propia contaminación producida por la combustión de los motores.

Medidas:

- Riegos de los caminos de tránsito de maquinaria pesada periódicamente para reducir las emisiones de polvo.
- Cubrición con lonas de las cajas de los camiones.



Ilustración 45 Riego de camino con camión cisterna

Demoliciones y trabajos previos – Ruido y vibraciones:

Impacto:

El ruido es producido por los motores de la maquinaria pesada, además del producido por las tareas de demolición, que supone un especial problema en los núcleos de población.

Medidas:

- Revestimientos en tolvas y cajas de volquetes.

Demoliciones y trabajos previos – Calidad de las aguas:

Impacto:

La maquinaria pesada emplea aceites y lubricantes que, sin una correcta gestión, pueden ir a parar al cauce público.

Además, en el caso de que para la construcción de accesos a la zona de las obras haya que salvar cauces existentes mediante obras de paso provisionales, se producirá una turbidez en las aguas.

Medidas:

- Plataformas impermeabilizadas para las operaciones de mantenimiento de maquinaria.
- Obras de drenaje provisional.
- Construcción de balsas de decantación y Dispositivos de retención de vertidos contaminantes.

Demoliciones y trabajos previos – Geomorfología:

Impacto:

Los trabajos previos no serán los mayores transformadores del terreno, si bien producirán alteraciones de menor escala debido a movimientos de tierras y nivelaciones en la construcción de accesos o parque de maquinaria.

En cualquier caso, la gestión del terreno sobrante se realizará adecuadamente, disponiendo en el parque de maquinaria la zona para ello.

Medidas:

- Correcta ubicación de vertederos de sobrantes.
- Jalonamiento del perímetro de obras.
- Estudios del grado de erosionabilidad e inestabilidad de los materiales.

Demoliciones y trabajos previos – Edafología:

Impacto:

La construcción de nuevos accesos y el parque de maquinaria alteraran la calidad del suelo existente, al igual que afectan a los aprovechamientos del suelo previos, debido a la ocupación del terreno.

Medidas:

- Restitución y eliminación de los accesos creados para la construcción de las obras.
- Control en las operaciones del parque de maquinaria para evitar la contaminación del suelo.

Demoliciones y trabajos previos – Vegetación:

Impacto:

Las nubes de polvo producidas por las excavaciones y los movimientos de tierra en general, producirán efectos negativos en los cultivos y cosechas cercanos, en caso de existir.

Medidas:

- Humectación de los terrenos a excavar.
- Programar las operaciones en épocas menos sensibles para los cultivos.

Demoliciones y trabajos previos – Fauna:

Impacto:

Los trabajos previos como se ha detallado anteriormente producen ruidos que pueden ser molestos tanto para la población como para la fauna terrestre o avifauna, especialmente en épocas de reproducción. Además se podrían producir eventuales atropellos.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración o reproducción de las especies existentes.
- Traslocación de individuos de especial interés hasta el fin de las obras.

Demoliciones y trabajos previos – Población:

Impacto:

Las maquinarias pesadas son, generalmente, vehículos lentos, por lo que producirán afecciones al tráfico.

El ruido, como se ha visto anteriormente, también puede causar molestias a la población, así como la presencia de polvo en el ambiente.

Medidas:

- Transporte a las zonas de obras de maquinaria en horarios de baja intensidad de tráfico.

I.I.2. DESPEJE Y DESBROCE DE LA CUBIERTA VEGETAL

Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Ruido y vibraciones:

Impacto:

La maquinaria empleada para este tipo de acciones producirá ruidos por la fricción del ripper (maquinaria empleada en el desbroce) y el terreno.

Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Vegetación:

Impacto:

Esta acción tiene como cometido principal la eliminación de la cubierta vegetal, es por tanto claro el impacto sobre ésta.

Medidas:

- Correcta gestión de tierra vegetal.
- Transporte de especies con alto valor ecológico.
- Jalonamiento de especies de especial interés.



Ilustración 46 Jalonamiento con cintas plásticas

I.I.3. EXCAVACIÓN

Excavación – Calidad del aire:

Impacto:

Cualquier excavación produce nubes de polvo. En el caso de la excavación de zanjas será menor, obviamente, que en de la excavación por voladura.

Medidas;

- Humectación de las zonas a excavar.
- Evitar siempre que sea posible la excavación por voladura.

Excavación – Ruidos y vibraciones:

Impacto:

La maquinaria de excavación es, en general, muy ruidosa, siendo aún de mayor magnitud los ruidos provocados por los explosivos. En general, un ruido es escasamente mitigable, si bien deberá de estudiarse su afección a la población o a la fauna para disponer unos horarios óptimos de ejecución de las excavaciones.

Medidas:

- Estudio de programación horaria.

Excavación – Geomorfología:

Impacto:

Las excavaciones son un potente transformador del terreno preexistente. De nuevo debemos hacer hincapié en la diferente magnitud del tipo de excavaciones, no es comparable el impacto producido por una excavación en zanja a la excavación de un desmonte de 5 metros para la construcción de la plataforma de la vía.

Medidas:

- Jalonamiento del perímetro de obras.
- Control de los movimientos de tierra y maquinaria.
- Señalización de las zonas para obtención de préstamos.
- Correcta ubicación de vertederos de sobrantes.

Excavación – Edafología:

Impacto:

Las excavaciones afectan a la calidad del suelo, y modifican la topografía existente pudiendo dar lugar a pendientes muy pronunciadas propensas a fuertes erosiones.

Medidas:

- Estudios del grado de erosionabilidad e inestabilidad de los materiales.
- Estabilización de taludes:
 - Revegetación.
 - Construcción de muretes.
 - Tendido de taludes.



Ilustración 47 Revegetación de taludes con hidrosiembra



Ilustración 48 Mallas de torsión en desmonte

Excavación – Vegetación:

Impacto:

Las nubes de polvo producidas por las excavaciones y los movimientos de tierra producirán efectos negativos en los cultivos y cosechas.

Medidas:

- Humectación de los terrenos a excavar.
- Programar las operaciones en épocas menos sensibles para los cultivos.

Excavación – Fauna:

Impacto:

Las operaciones de excavación producen fuertes ruidos que afectarán a la fauna de la zona. Se proponen las mismas medidas que se establecen en los trabajos previos y de demolición.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración o reproducción de las especies existentes.

Excavación – Paisaje:

Impacto:

Las excavaciones son un potente transformador del entorno y por tanto producirán grandes afecciones al paisaje al producir cortes en las laderas.

Estas modificaciones son inevitables, pero en cualquier caso si se pueden disponer unas tareas para mitigar dicho impacto como pueden ser:

Medidas:

- La revegetación de suelos desnudos y taludes.
- Correcto estudio de las pendientes a adoptar por los taludes.

Excavación – Patrimonio histórico-arqueológico:

Impacto:

Las operaciones de excavación pueden afectar e incluso destruir el patrimonio arqueológico existente. Es indispensable la correcta señalización de la franja de terreno que va a ser excavada, además de la ejecución de dichas excavaciones de acuerdo con lo dispuesto en el proyecto y prescrito por el técnico arqueólogo competente.

Medidas:

- Vallado de las zonas excluidas.
- Prospección sistemática de cobertura total y excavación de catas de sondeo en zonas restringidas.
- Prospección sistemática de cobertura total en zonas permitidas.

I.I.4. EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Ruido y vibraciones:

Impacto:

La maquinaria pesada produce fuertes ruidos en la realización de las tareas de extensión de tierras y transporte a lo largo de la obra.

Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Geomorfología:

Impacto:

Los terraplenes son, a fin de cuentas, lomas artificiales que modifican por tanto la topografía existente.

En cualquier caso siempre es deseable un diseño compensado del trazado de manera que los terraplenes se ejecuten con material procedente de la propia traza a fin de evitar impactos en canteras, que aunque no se encuentren en la zona de las obras ni sean objeto del estudio de impacto ambiental no se pueden obviar, ya que el medio ambiente es un *todo*.

Medidas:

- Movimiento de tierras compensado entre desmontes y terraplenes.
- Limitar la altura máxima de terraplenes.

Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Fauna:

Impacto:

El ruido de la maquinaria afectará a la rutina diaria y reproductiva de las especies de la zona, pudiéndose ser incluso desplazadas de su hábitat original.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración o reproducción de las especies existentes.

I.I.5. TRANSPORTE A VERTEDERO DE TIERRAS QUE SUPONEN UN EXCEDENTE

Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente – Calidad del aire:

Impacto:

Las tierras transportadas pueden producir polvo en la ruta de transporte.

Medidas:

- Cubrición cajas de camiones.

I.II. DRENAJE

I.II.1. EJECUCIÓN DE DRENAJE SUPERFICIAL

Ejecución de drenaje superficial – Calidad de las aguas superficiales:

Impacto:

La ejecución del drenaje transversal sin importar si la cuneta está revestida de hormigón o no, alterará el curso natural de las escorrentías, incorporando gran cantidad de sólidos que acabarán posteriormente en el curso de agua existente.

Medidas:

- Barreras de retención de sedimentos en los colectores de las obras de drenaje.
- Diseño de varios puntos de descarga de escorrentías de la infraestructura para afectar lo menos posible el cauce preexistente.

Ejecución de drenaje superficial – Nivel freático:

Impacto:

Las canalizaciones de drenaje alterarán las infiltraciones habituales de aguas de lluvia o escorrentías pudiendo modificar los niveles freáticos preexistentes.

Medidas:

- Estudios de la variación de los niveles freáticos.

Ejecución de drenaje superficial – Erosión:

Impacto:

En el caso de cunetas sin revestimiento en pendientes acusadas, la escorrentía del agua puede causar grandes erosiones en el terreno.

Medidas:

- Revestimiento de cunetas.
- Instalación de elementos que disminuyan la velocidad de escorrentía.

Ejecución de drenaje superficial – Fauna:

Impacto:

Las obras de drenaje transversal pueden en algunos casos suponer la continuidad de arroyos de pequeño tamaño cuando no sea necesario la construcción de un puente para salvarlos. Estas obras de drenaje producen, a veces, un efecto barrera para la fauna acuática y los anfibios de la zona.

Medidas:

- Obras de drenaje que garanticen la continuidad del agua y el paso de la fauna acuática a ambos lados de la plataforma.

I.II.2. EJECUCIÓN DE DRENES SUBTERRÁNEOS

Ejecución de drenes subterráneos – Aguas subterráneas:

Impacto:

Los drenes subterráneos conducirán a los puntos de descarga las aguas subterráneas que pudiera afectar a la plataforma. Es de esperar que esta alteración del comportamiento natural de estas aguas produzca un impacto.

Ejecución de drenes subterráneos – Nivel freático:

Impacto:

Los drenajes tipo pantallas drenantes tienen como fin la de modificar y rebajar el nivel freático, es decir, es su función el producir un impacto en este elemento del medio, por lo tanto no se puede hablar de medidas correctoras, si no de que el impacto sea asumible.

I.III. ESTRUCTURAS Y TÚNELES

I.III.1. TÚNELES

Las operaciones básicas para la construcción de túneles como excavaciones o perforaciones y movimiento de tierras, ya han sido descritas anteriormente y no se producen aquí interacciones diferentes. En general son operaciones de maquinaria muy pesada.

Túneles - Calidad del suelo y a la calidad de las aguas:

Impacto:

La ejecución de los túneles generará unos materiales sobrantes (hormigón, acero, tierras, etc.) que pueden afectar a la calidad del suelo y a la calidad de las aguas si no se realiza una correcta gestión de éstos.

Túneles –Paisaje:

Impacto:

Los túneles son grandes perforaciones en el terreno existente, luego su impacto visual es evidente e inevitable.

I.III.2. PUENTES

Puentes – Aguas superficiales:

Impacto:

En el caso de puentes que salven cursos de agua puede ser necesario el desvío parcial o total del curso del agua, lo que producirá turbidez en las aguas superficiales.

La perforación de pilotes en el curso se evitará siempre que sea posible para evitar dicha turbidez.

Medidas:

- Elementos de retención de sólidos.

Puentes – Fauna:

Impacto:

La fauna acuática se verá afectada por la turbidez de las aguas como consecuencia de las acciones que afectan al cauce.

Por otra parte las aves a menudo encuentran en ciertas formas y pantallas o acristalamientos de los puentes imperceptibles y colisionan con estas.

Medidas:

- Elementos de retención de sólidos.
- Diseños de puentes que no supongan problemas para las aves.

Puentes – Paisaje:

Impacto:

Con la ejecución final del tablero, el puente supone una estructura que contrasta visualmente en el paisaje natural. Aunque el impacto paisajístico de un puente puede ser a menudo subjetivo, ya que en muchos casos los puentes forman parte del patrimonio histórico o son reclamos de interés turístico.

Medidas:

- Diseño emblemático.
- Integración paisajística.
- Revegetación de ribera.



Ilustración 49 Comparativa acerca de la integración paisajística

I.III.3. ESCOLLERAS

Las operaciones de transporte y ejecución de escolleras son las propias del transporte de tierras y los impactos sobre la calidad del aire y el ruido ya han sido descritos, al igual que su acopio y gestión.

Escolleras – Edafología:

Impacto:

La construcción de muros de escollera se realiza para evitar la erosión, por lo que produce un impacto positivo.

Escolleras – Paisaje:

Impacto:

Visualmente producen un impacto por su aspecto poco natural.

VII.1.b. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS ESPECÍFICOS DE CARRETERAS, AUTOVÍAS Y AUTOPISTAS.

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. EXPLANADA, BASES Y SUBBASES

Explanada, bases y subbases – Calidad del aire:

Impacto:

Se componen de operaciones de movimiento de tierras que generarán polvo y emisiones propias de los motores de combustión.

Las medidas ya se han descrito anteriormente.

Explanada, bases y subbases – Fauna:

Impacto:

El ruido producido por la maquinaria pesada afecta a la rutina de la fauna que habita en la zona donde se construye la infraestructura pudiendo incluso desplazarlos de su hábitat.

Medidas:

- Planificación de las operaciones de manera que no afecte a los ciclos reproductivos de la fauna.

I.II. CAPA DE RODADURA

Capa de rodadura – Calidad del aire:

Impacto:

Las operaciones de extensión de firmes, tanto para las mezclas en caliente como en frío, producen emisiones de partículas.

Se emplean mezclas a muy altas temperaturas (superiores a los 100°C), lo que requiere de antorchas para calentar estos betunes a la hora de su aplicación. Este proceso es un consumidor energético muy importante, por lo tanto su optimización, así como las llamadas mezclas en frío, poco extendidas en nuestro país, pueden suponer un menor impacto ambiental al producir además una menor emisión de compuestos volátiles.

Por otro lado también se pueden emplear mezclas a partir de materiales reciclados, que otorgan comportamientos y calidades asimilables a los tradicionales, aunque necesitan un mayor aporte de calor.

Estos criterios técnicos formarán parte del proyecto del trazado, si bien se puede incorporar su componente medioambiental a la hora de tomar decisiones.

Este campo de I+D está siendo cada vez más investigado, una prueba es el “Proyecto Fénix”, que divulga sus estudios en materia de mezclas asfálticas

Capa de rodadura – Ruido y vibraciones:

Impacto:

La maquinaria empleada producirá ruidos en las operaciones de extendido del firme.

I.III. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Las marcas horizontales o las balizas no generan impactos que deban ser tenidos en cuenta, sin embargo las luminarias sí.

Luminarias – Fauna:

Impacto:

Las luminarias provocan distorsiones en la vida nocturna de las especies presentes en la zona.

Luminarias – Paisaje:

Impacto:

Producen un impacto visual al ser un elemento de gran tamaño, además, durante la noche modifican totalmente el entorno, generando contaminación lumínica.

Medidas:

- Elección de luminarias con un diseño que sea más acorde al paisaje.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. PRESENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA

Presencia de la infraestructura – Aprovechamientos:

Impacto:

Lógicamente la presencia de la infraestructura hace necesarias unas expropiaciones y ocupación del terreno que impiden que pueda ser explotado como se realizaba previamente.

Presencia de la infraestructura – Fauna:

Impacto:

La vía actúa como barrera para el tránsito de especies, sobre todo terrestres, aunque también se ha visto su impacto en las acuáticas. Se han dispuesto diversos modos para favorecer el paso de la fauna entre ambos lados de la plataforma.

El Ministerio de Medio Ambiente dispone de una guía llamada “Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales” muy completa, con numerosos tipos de pasos de fauna detallados y caracterizados.

Medidas:

- Pasos específicos de fauna:

Para el paso de pequeños mamíferos y anfibios, una muy buena solución es adecuar las obras de drenaje transversal al paso de estos, teniéndolos en cuenta en su dimensionamiento.



Ilustración 50 Paso de fauna para pequeños mamíferos y anfibios

El paso de los mamíferos de mayor tamaño es más complejo, especialmente si hablamos de especies protegidas. Una buena solución es el paso elevado de fauna, que resulta una infraestructura espectacular, aunque también costosa. En cualquier caso la eficacia de éstas depende mucho de su ubicación, dimensiones y especificidad, que se consiguen mediante unos buenos estudios previos.

El Gobierno de España ha realizado una guía, *“Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte”* muy descriptiva para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales.



Ilustración 51 Ecoducto

- Obras de drenaje que no presenten resaltos ni desniveles que puedan impedir el libre tránsito de la fauna acuática:

Es interesante lo que apunta la revista CIMBRA del Colegio de Ingenieros de Obras Públicas *“Existe una cuestionable tendencia a sustituir las obras circulares por las de tipo*

marco, una condición muy repetida en algunas declaraciones de impacto ambiental. Sin embargo, a veces, el funcionamiento hidráulico de una obra circular puede resultar más recomendable para determinadas especies de fauna, lo que debe tenerse en cuenta y ser motivo suficiente para que no se renuncie por sistema a ninguna tipología de obra, en función de las características de los cauces y las especies de fauna de cada uno de ellos.”

Se deben incluir también rampas de escape para evitar que pequeños mamíferos y anfibios queden atrapados.



Ilustración 52 Drenaje transversal que además sirve de paso para anfibios y pequeños mamíferos

Presencia de la infraestructura – Paisaje:

Impacto:

La presencia de la infraestructura produce un impacto visual, que aunque puede ser subjetivo, debe integrarse siempre lo mejor posible al paisaje.

Medidas:

- Revegetación de suelos desnudos como consecuencia de las obras (explanaciones y desmontes, escombreras, zonas de obtención de préstamos y zonas de localización de instalaciones y almacenes de obra).
- Acondicionamiento estético en la elección de formas, materiales, colores etc.
- Modelado emblemático de las obras cuando sea posible.

II.II. USO DE LA INFRAESTRUCTURA. TRÁFICO RODADO

Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Calidad del aire:

Impacto:

Los vehículos que transiten la futura vía emitirán gases de efecto invernadero debido a la combustión de sus motores.

Medidas:

- Para mitigar las emisiones se realizarán pendientes suaves que reduzcan las revoluciones a las que tendrá que circular el motor de los vehículos.

Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Ruido:

Impacto:

El motor de los vehículos, la fricción neumático-pavimento e incluso eventuales usos del claxon por parte de los conductores producirán ruido, especialmente molesto en zonas urbanas.

Medidas:

- Apantallamiento y diseño de sistemas antiruido como caballones: son sistemas destinados a reducir el ruido del tráfico. En el caso de los caballones se realizarán siempre con el material excedente si lo hubiera y será revegetado. Además, estas medidas inciden sobre las aves obligándolas a establecer mayores alturas de vuelo al cruzar la carretera.



Ilustración 53 Pantalla acústica

- Pavimentos silenciosos: además de la estructura de éste, que es clave en su rendimiento acústico, son necesarias operaciones de limpieza de huecos para evitar que el material cemente.
- Limitación de la velocidad de circulación en zonas sensibles al ruido.

Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Fauna:

Impacto:

Cuando los animales se disponen a cruzar la vía se exponen a ser atropellados, además del ruido provocado altera su ciclo de vida normal, alejándolos a menudo de la vía.

El atropello de los animales supone en algunos casos el impacto más problemático, cuando se trata de especies en grave peligro de extinción.

Medidas:

- Cerramiento perimetral: evita los atropellos de la fauna, sin embargo, favorece el efecto barrera. Deben tener una altura adecuada y extenderse hasta una profundidad de al menos medio metro para evitar que los mamíferos más pequeños puedan penetrar en la infraestructura por debajo del cerramiento.
- Dispositivos de escape: también tienen la misión de evitar el atropello, en este caso facilitándoles una salida cuando accidentalmente hayan accedido a la plataforma, generalmente por enlaces con otras carreteras o ferrocarriles con

cerramientos deficientes. Los más efectivos son las rampas de escape o incluso portillos basculantes. Éstos últimos pueden tener problemas por su deficiente ejecución o por la proliferación de vegetación en la parte inferior que imposibilitan su funcionamiento.



Ilustración 54 Elemento de escape para mamíferos

En cuanto a la avifauna existen medidas específicas como las siguientes:

- Apantallamiento y diseño de sistemas antiruido como caballones: se desarrolla en el apartado “Atmósfera, ruido y vibraciones” que elevan la altura de vuelo de las aves.
- Evaluar los cultivos expropiados: algunas aves están ligadas a procesos agrícolas, siendo necesario evaluar el impacto sobre estas poblaciones.
- Creación de niales bajo pasos inferiores.

VII.1.c. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS ESPECÍFICOS DE FERROCARRILES

I. CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA.

I.I. CAPA DE FORMA

Capa de forma – Atmósfera:

Impacto:

La maquinaria necesaria para la construcción de la capa de forma producirá nubes de polvo debido a las características de los materiales granulares que se emplean en esta operación.

Capa de forma – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La maquinaria empleada para la construcción de la capa de forma es una fuente de ruidos de considerable entidad. Las medidas correctoras ya han sido desarrolladas anteriormente.

I.II. VÍA SOBRE BALASTO

Vía sobre Balasto – Ruido y vibraciones:

Impacto:

De nuevo la maquinaria pesada empleada es la causante del ruido en la construcción de la vía sobre balasto.

I.III. VÍA SOBRE PLACA

Vía sobre Placa– Ruido y vibraciones:

Impacto:

Al igual que en las vías sobre balasto, el ruido es provocado por la maquinaria empleada, pero en este caso es mucho menor debido al tipo de materiales de los que se compone este tipo de vía.

I.IV. ELECTRIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE LA CATENARIA

Electrificación e instalación de la catenaria – Avifauna:

Impacto:

Es un gran causante de mortalidad en las aves, de hecho, es el principal conflicto del trazado al cruzar por zonas ZEPA. A pesar de que existen medidas al respecto, normalmente no son económicamente asumibles y no se pueden aplicar a todo el trazado.

Medidas:

- Apantallamiento de la catenaria.
- Enterramiento de la catenaria.
- Modificación del hábitat del entorno: los cambios y modificaciones del uso del suelo con el fin de hacerlo menos atractivo para las aves, condicionaría el flujo principal de aves a una determinada zona más atractiva.

Se ha demostrado en líneas de transporte de energía eléctrica, que la presencia de vegetación arbórea con una altura superior a las torretas de sustentación disminuye el riesgo de colisión de las aves con los cables (Thompson, 1978), por lo que ésta medida podría ser aplicada en vías de ferrocarril.

- Señalización de líneas aéreas y catenaria.
- Aislamiento de conductores.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. PRESENCIA DE LA ESTRUCTURA

Presencia de la estructura – Aprovechamientos:

Impacto:

Al igual que en las carreteras, autovías o autopistas, los ferrocarriles ocupan un terreno que ya no podrá ser explotado como se venía haciendo previamente.

Presencia de la estructura – Fauna:

Impacto:

Los ferrocarriles presentan el mismo impacto a la fauna que en el caso de las carreteras, autovías y autopistas que se ha desarrollado anteriormente, con el añadido del problema que supone la catenaria para las aves.

Presencia de la estructura – Paisaje:

Impacto:

Aunque en general su impacto no es tan acentuado como en el caso de las carreteras supone un elemento disonante en el medio natural. Se puede recurrir a medidas de integración paisajística con medidas correctoras similares a las descritas para el estudio de las acciones de carreteras, autovías y autopistas.

II.II. USO DE LA INFRAESTRUCTURA. TRÁNSITO DE TRENES

Uso de la infraestructura. Tránsito de trenes – Ruido:

Impacto:

Los trenes son tan ruidosos como los coches, camiones, motocicletas etc., pero aun así pueden resultar molestos en zonas urbanas.

Dentro de los dos tipos de vías, los trenes que circulan sobre vías de balasto son mucho más ruidosos que los que circulan por vía de placa, de ahí que en núcleos urbanos se opte por la segunda tipología.

Medidas:

- Pantallas acústicas.

Uso de la infraestructura. Tránsito de trenes – Fauna:

Impacto:

Los trenes suponen una amenaza para los animales que cruzan la vía. También se ha descrito anteriormente el peligro de la catenaria sobre las aves.

Las medidas listadas para las carreteras, autovías y autopistas son también válidas para los ferrocarriles.

Medidas:

- Cerramiento perimetral.
- Barreras del tipo olfativo
- Sistemas de escape
- Medidas para reducir la colisión con la catenaria

VII.2. OBRAS HIDRÁULICAS

VII.2.a. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN PRESAS

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. ADECUACIÓN DEL VASO

Transporte de la maquinaria – Calidad del aire:

Impacto:

Las operaciones de transporte de maquinaria hasta la zona de las obras producen nubes de polvo y emisiones de gases de efecto invernadero por los motores de combustión.

Medidas:

- Riegos de los caminos de tránsito de maquinaria pesada periódicamente para reducir las emisiones de polvo.
- Cubrición con lonas de las cajas de los camiones.

Transporte de la maquinaria – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La circulación de la maquinaria hasta la zona de las obras produce ruidos molestos, aunque son de carácter temporal.

Medidas:

- Estudios predictivos del nivel de ruidos.
- Ajuste del horario de las operaciones de forma que perturben lo menos posible.

Demolición de elementos previos – Calidad del aire:

Impacto:

Los elementos preexistentes al ser demolidos producirán nubes de polvo, al igual que el tránsito de los camiones por los caminos de acceso.

Medidas:

- Riegos de los caminos de tránsito de maquinaria pesada periódicamente para reducir las emisiones de polvo.
- Cubrición con lonas de las cajas de los camiones.
- Adecuado control y mantenimiento de la maquinaria.

Demoliciones y trabajos previos – Calidad de las aguas:

Impacto:

La maquinaria pesada empleada para las demoliciones y trabajos puede provocar vertidos de aceites y lubricantes que pueden ir a parar al cauce público.

Además, en el caso de que en la construcción de accesos a la zona de las obras haya que salvar cauces existentes mediante obras de paso provisionales, se producirá una turbidez en las aguas.

Medidas:

- Plataformas impermeabilizadas para las operaciones de mantenimiento de maquinaria.
- Obras de drenaje provisional.
- Construcción de balsas de decantación y Dispositivos de retención de vertidos contaminantes.

Demolición de elementos previos – Calidad del aire:

Impacto:

Los métodos de demolición son ruidosos, empleando explosivos o máquinas de gran tonelaje.

Demolición de elementos previos – Patrimonio histórico-arqueológico:

Impacto:

Las operaciones de demolición de elementos previos pueden afectar y destruir el patrimonio arqueológico existente. Es indispensable la correcta caracterización de los elementos que pudieran ser demolidos y su señalización.

Medidas:

- Estudio y caracterización de elementos del patrimonio histórico-arqueológico en el vaso de la presa.

Desbroce y tala del vaso – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

Las operaciones de ripado y tala de árboles del vaso producen ruidos en el entorno de las obras.

Desbroce y tala del vaso – Vegetación:

Impacto:

La tierra vegetal y árboles del vaso son eliminados del vaso inundable de la presa en esta operación para evitar futuros fenómenos de eutrofización en el agua embalsada.

Desbroce y tala del vaso – Fauna:

Impacto:

La fauna terrestre y avifauna perderán su zona de refugio y en algunos casos de alimento y se verán obligados a desplazarse a otras áreas.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración y reproducción de las especies existentes.

Desbroce y tala del vaso – Patrimonio histórico-arqueológico:

Impacto:

Las operaciones de desbroce pueden afectar y destruir el patrimonio arqueológico existente. Es indispensable la correcta señalización de la franja de terreno que va a ser desbrozada y su estudio, además de la ejecución de dichas operaciones de acuerdo con lo dispuesto en el proyecto y prescrito por el técnico arqueólogo competente.

Medidas:

- Vallado de las zonas excluidas.
- Prospección sistemática de cobertura total y excavación de catas de sondeo en zonas restringidas.
- Prospección sistemática de cobertura total en zonas permitidas.

Desvío del río – Calidad de las aguas superficiales, subterráneas y nivel freático:

Impacto:

Resulta necesario para la construcción de la presa el desvío del río. Aunque las metodologías son variadas todas ellas alterarán las características del río aguas abajo, además de poder alterar los acuíferos cercanos y variar el nivel freático.

Medidas:

- Elementos de retención de sólidos.

Desvío del río – Fauna:

Impacto:

La fauna acuática, anfibios y algunos mamíferos se verán afectados como consecuencia de la modificación de las características del agua aguas abajo del desvío.

Medidas:

- Elementos de retención para evitar el arrastre de sólidos en las obras de desvío del río, pero que en ningún caso supongan un efecto barrera para la fauna acuática.

Desvío del río – Población:

Impacto:

En el caso de que el río fuese aprovechado por un núcleo de población de algún modo, recreativo, pesca etc. se verá afectado por el cambio de características.

I.II. EJECUCIÓN DEL DIQUE Y ALIVIADEROS

PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Calidad del aire:

Impacto:

Aunque las operaciones son muy diferentes se han agrupado ya que el impacto es el mismo, las emisiones y nubes de polvo producidas por la maquinaria empleada.

Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Ruido y

Vibraciones:

Impacto:

Exactamente igual que en el punto anterior la fuente de los ruidos es la maquinaria empleada.

Obtención del material – Geomorfología:

Impacto:

Siempre que sea posible se excavará en la zona del vaso, de manera que quede inundado posteriormente y el impacto sea inapreciable. En el caso de que no fuese posible, se alterará la topografía existente por las excavaciones.

Obtención de material – Erosión:

Impacto:

En el caso de excavaciones fuera del vaso de la presa, las zonas quedarán vulnerables a la erosión por las inclemencias meteorológicas.

Medidas:

- Estabilización y revegetación de taludes para evitar la erosión.

Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Fauna:

Impacto:

La fauna se verá afectada por el ruido de las operaciones de excavaciones, ejecución del cuerpo de la presa y maquinaria en general, viéndose obligadas en muchos casos a desplazarse del lugar de las obras.

Medidas:

- Control del calendario de obras en épocas de reproducción.

PRESAS DE HORMIGÓN

Fabricación del hormigón, puesta en obra, ejecución de la presa – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La construcción de la presa mediante maquinaria pesada provocará ruidos debido a los motores, movimiento de materiales, fricciones máquina-terreno, planta de hormigón etc.

Gestión de sobrantes – Calidad de aguas:

Impacto:

Es importante en este tipo de presas no dejar sobrantes de hormigón en el entorno de la obra que puedan contaminar las aguas o el suelo de la zona de ejecución del dique.

Fabricación del hormigón, puesta en obra, ejecución de la presa – Fauna:

Impacto:

La fauna se verá afectada por el ruido de las operaciones de excavaciones, extensión de capas y maquinaria en general, viéndose alterada sus rutinas y en algunos casos debiéndose desplazar de su hábitat habitual, al igual que en el caso de las presas de materiales sueltos

Medidas:

- Control del calendario de obras en épocas de reproducción.

CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS ADECUADOS E INSTALACIONES ADECUADAS

La construcción de accesos no se desarrolla aquí, ya que consiste en la construcción de vías de acceso, generalmente carreteras de poca longitud, para enlazar la presa con vías cercanas que ya ha sido ampliamente desarrollado anteriormente en las acciones de carreteras, autopistas y autovías.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. PUESTA EN CARGA DE LA PRESA Y OCUPACIÓN DEL TERRENO

Puesta en carga de la presa – Clima:

Impacto:

Se puede producir una disminución de la continentalidad del clima, la aparición de brumas o neblinas y una ligera modificación de la frecuencia y el tipo de lluvia.

Puesta en carga de la presa – Calidad de las aguas superficiales, subterráneas y variación del nivel freático:

Impacto:

La puesta en carga de la presa, es decir, su llenado, supone una modificación del régimen hídrico original, produciendo alteraciones en el curso superficial, tanto aguas arriba como aguas abajo y en el propio embalse.

Aguas arriba puede producirse un inicio o aumento de deposición de sedimentos y una elevación del nivel freático.

Aguas abajo debe procurarse el mantenimiento del caudal ecológico o mínimo para la supervivencia de la fauna, También puede resultar afectado el transporte de sedimentos y la temperatura del agua.

Se ha puesto de manifiesto, con el caso de la presa de Asuán en Egipto, la influencia sobre las aguas litorales, ya que las aguas de los ríos además de fertilizar las tierras, también fertilizan la vida de los mares. Las presas pueden provocar crisis en los deltas, llegando incluso a desaparecer al no llegarle el flujo de sedimentos y nutrientes que de forma natural han generado los ríos hacia el mar durante miles de años.

En el agua embalsada, el cambio de las propiedades físico-químicas dependerá de diversas variables como son el volumen de agua embalsada, las condiciones del clima y de topografía, y el grado de contaminación del agua que llega. Los procesos de eutrofización, por entrada de nutrientes en exceso, de estratificación térmica y, en casos de terrenos salobres o fuerte evaporación, de salinización, deben ser objeto de análisis con modelos adecuados.

Con respecto a las aguas subterráneas, el efecto más notorio que debe preverse es la oscilación en el nivel freático, que será más acusado en las zonas bajas y llanas de la cuenca.

Puesta en carga de la presa – Geomorfología:

Impacto:

La inundación del vaso modificará las características del suelo subyacente saturándolo y dejándolo inutilizable para cualquier fin.

Según las condiciones litológicas, morfológicas, de vegetación etc. puede producirse inestabilidad de laderas o incluso la aparición de sismicidad en el llenado.

Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Aprovechamientos:

Impacto:

El terreno inundado queda totalmente inutilizable para los fines a los que estuviese destinado anteriormente.

Sin embargo, la nueva presa ofrece nuevas posibilidades de uso recreativas como pesca o la creación de playas artificiales.

Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Vegetación:

Impacto:

La modificación del régimen hídrico del río modificará la vegetación presente tanto en el embalse como aguas abajo, creando además nuevas especies de rivera en las orillas del embalse.

Medidas:

- Revegetación de laderas y técnicas de estaquillado.

Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Fauna:

Impacto:

El llenado de la presa afectará a la fauna terrestre presente en el entorno, que verá su hábitat ocupado definitivamente por el embalse y tendrá que desplazarse a otras áreas.

El dique de la presa supondrá una barrera para la fauna acuática, siendo especialmente relevante en especies que tengan un comportamiento migratorio.

Además, la presa o embalse provoca un cambio de ambiente lótico a léntico, que perjudica a determinadas especies acuáticas, beneficiando a otras, principalmente las aves y peces de aguas profundas.

Medidas:

- Captura y traslado de peces con sistemas eléctricos y con trampas.
- Construcción de islas flotantes para el reposo de mamíferos como la nutria o aves.



Ilustración 55 Isla flotante

- Mantenimiento del caudal ecológico.
- Construcción de pasos y escalas, o incluso ascensores de peces.
- Protección, creación y mejora de frezaderos.
- Recuperar y fomentar las poblaciones de macroinvertebrados bénticos constituyentes de alimentación piscícola.
- Estudiar el aumento de la lámina de agua permanente mediante azudes en la cola del río para fomentar la zona de nidificación.

Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Paisaje:

Impacto:

La presa provoca un gran impacto visual, si bien las presas de materiales sueltos se integran mucho mejor en el paisaje que las de hormigón, como ya se comentó en la segregación de las acciones susceptibles de causar impacto para el caso de las presas.

Medidas:

- Enterramiento y pintado de tuberías.
- Ubicación de canteras en el vaso del embalse.
- Las zonas ocupadas por canteras, escombreras, vertederos, obras auxiliares, deberán recuperarse paisajísticamente.

- Diques en cola del embalse que estabilicen la lámina de agua para implementar vegetación de ribera.

II.II. USO DE LA PRESA

Uso de la presa – Calidad de las aguas superficiales:

Impacto:

La gestión del agua de la presa que es desembalsada alterará las aguas abajo, dando lugar a fluctuaciones del caudal normal del río. Los caudales aliviados en eventuales precipitaciones abundantes pueden producir erosiones en el río aguas abajo, por lo que se estudiará el disponer medidas que mitiguen este posible fenómeno.

Además, ya se han descrito los impactos ambientales que derivan del llenado de la presa y la modificación del curso habitual del río, tanto aguas arriba como aguas abajo y en el propio embalse, en la descripción de la interacción *“Puesta en carga de la presa – Calidad de las aguas superficiales, subterráneas y variación del nivel freático”*

Medidas:

- Creación de humedales en la cola del río mediante embalses que actúen como trampa de sedimentos.
- Plantación de estacas, trasplante de rizonas, cobertura de ramas, trenzado vivo de ribera etc. en los márgenes del río.
- Los usos recreativos deben estructurarse y ordenarse de tal manera que no supongan una carga sobre la calidad del medio ambiente.
- En la fase de abandono debe diseñarse una balsa de decantación para disminuir el aporte de sólidos,

VII.2.b. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUA

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. LIMPIEZA DEL TERRENO

Desbroce, excavaciones y compensación del terreno y acopio y transporte al vertedero

– Calidad del aire:

Impacto:

El impacto es provocado, por un lado, por las emisiones de los motores de la maquinaria pesada empleada en las operaciones de esta fase y por otro, por las nubes de polvo generadas por el tránsito de ésta, las operaciones de excavación y de gestión de acopios.

Medidas:

- Riegos de los caminos de tránsito de maquinaria pesada periódicamente para reducir las emisiones de polvo.
- Cubrición con lonas de las cajas de los camiones.

Desbroce, excavaciones y compensación del terreno y acopio y transporte al vertedero

– Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La maquinaria pesada produce en cualquier operación de movimiento de tierras ruido debido a su circulación, además del propio de la gestión de materiales procedentes de la excavación, la carga de camiones para su transporte a vertedero etc.

Medidas:

- Revestimientos en tolvas y cajas de volquetes.

Desbroce, excavaciones y compensación del terreno y acopio y transporte al vertedero

– Aguas:

Impacto:

Los aceites, sobrantes de hormigón, materiales etc. propios de la construcción pueden acabar en el cauce del río o infiltrarse y provocar una contaminación indeseada si no se toman las medidas adecuadas.

Medidas:

- Las obras se realizarán en el periodo del año con menor riesgo de avenidas y no se ocuparán los cauces naturales en época de lluvia.
- Se acondicionarán zonas para el acopio de materiales fuera de los cauces naturales y se construirán cunetas de guarda o trampas de sedimentos para evitar los arrastres de materiales.
- El parque de maquinaria se dispondrá en una zona que impida la llegada de derrames accidentales a cauces cercanos y se impermeabilizará si es posible.

Desbroce – Vegetación:

Impacto:

La cubierta vegetal y los árboles son retirados para dejar una explanada limpia donde se construirá la EDAR.

Si es posible se respetarán las especies de alto valor ecológico y se reutilizará la tierra vegetal.

Desbroce – Fauna terrestre y Avifauna:

Impacto:

La fauna se verá afectada por el ruido de las operaciones de desbroce.

Medidas:

- Programación de las obras para no coincidir con las de reproducción de las especies.

Excavaciones y compensación del terreno – Geomorfología:

Impacto:

Como consecuencia de las operaciones para acondicionar el terreno a las exigencias del proyecto se alterará la geomorfología existente.

Excavaciones y compensación del terreno – Erosión:

Impacto:

Como resultado de las operaciones de excavación resultarán suelos desnudos o taludes fácilmente erosionables por lluvias o inclemencias meteorológicas.

Medidas:

- Estabilización de taludes.
- Revegetación y ajardinado de los suelos desnudos.

Excavaciones y compensación del terreno – Patrimonio Arqueológico:

Impacto:

Las operaciones de excavación pueden afectar y destruir el patrimonio arqueológico de existir éste. Es indispensable la correcta señalización de la franja de terreno que va a ser excavada, además de la ejecución de dichas excavaciones de acuerdo con lo dispuesto en el proyecto y prescrito por el técnico arqueólogo competente.

Medidas:

- Vallado de las zonas excluidas.
- Prospección sistemática de cobertura total y excavación de catas de sondeo en zonas restringidas.
- Prospección sistemática de cobertura total en zonas permitidas.

Acopio y transporte a vertederos – Paisaje:

Impacto:

Este impacto visual producido por los acopios de materiales será temporal y en ningún caso deberían permanecer los sobrantes al finalizar las obras.

I.II. EDIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS

Edificación e instalación de equipos y conexión – Ruidos y vibraciones:

Impacto:

La instalación, construcción y conexión de equipos ocasionará ruidos, aunque las EDARs suelen estar lejos de núcleos poblacionales, luego no se espera que cause molestia alguna para las personas, aunque sí a la fauna.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. PRESENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA

Presencia de la infraestructura – Aprovechamientos:

Impacto:

El suelo ocupado por la planta de tratamiento de aguas quedará lógicamente inutilizado para otro fin. Además, los olores de la planta afectaran a las parcelas adyacentes y su explotación.

Presencia de la infraestructura – Fauna:

Impacto:

La fauna cercana se ve afectada por el ruido de los equipos de depuración, además, las aves se acercarán a comer los sobrantes del pretratamiento, lo que podría causar muertes o, en el peor de los casos, epidemias.

Presencia de la infraestructura – Paisaje:

Impacto:

Aunque la EDAR no supone una ocupación del terreno muy extensa ni tiene elementos de mucha cota siempre produce un impacto visual, aunque es fácilmente mitigable.

Además, es sabido que la apariencia de una planta de tratamiento de aguas residuales es un aspecto muy cuidado, ya que da una sensación de mejor funcionamiento y de actividad más inocua.

Medidas:

- Revegetación de la parcela.
- Elección de emplazamientos con baja cota.

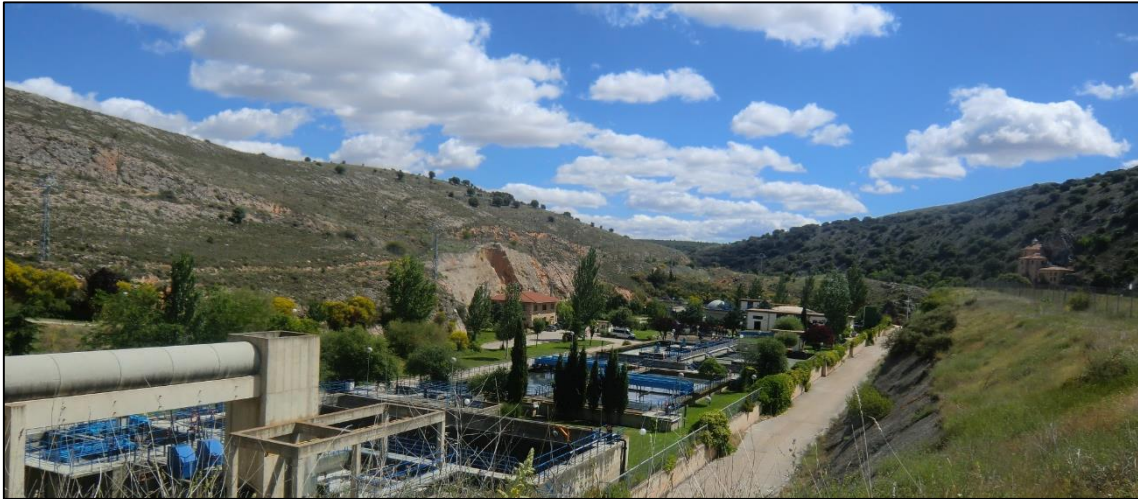


Ilustración 56 Resultado de trabajos de integración paisajística de EDAR

II.II. USO DE LA INFRAESTRUCTURA

Uso de la infraestructura – Calidad del aire:

Impacto:

El principal impacto de la EDAR son los olores. Aunque hay medidas para mitigarlo es imposible eliminarlo completamente.

El principal foco de estos es el tratamiento secundario o biológico debido al digestor, el pretratamiento y la deshidratación de fangos.

Por otra parte, en el digestor pueden darse fugas de biogás a la atmósfera.

El almacenamiento de los diferentes productos químicos necesarios para el proceso de depuración se llevará a cabo de forma que se minimicen los riesgos de dispersión de los mismos al medio.

Medidas:

- Apantallamiento perimetral mediante arboles.

- Cubrición y encapsulamientos de equipos.
- Sistemas de desodorización.

Uso de la infraestructura – Agua:

Impacto:

Aunque globalmente el impacto será positivo, al verter agua con unos parámetros de calidad superiores al agua residual recibida en planta, se consideran las siguientes medidas en por accidentes o situaciones excepcionales.

Medidas:

- Si por algún caso se produjera un derrame de aceite o algún producto químico sería recogido de forma inmediata utilizando absorbentes adecuados y gestionando correctamente el residuo generado.
- En el supuesto de que se produzca un fallo eléctrico, que conlleve la parada de los equipos electromecánicos, el agua discurrirá por gravedad, evitándose el desbordamiento de los depósitos e inundación de la planta.
- Si por cualquier circunstancia, hubiera un desbordamiento de vertido en cualquier depósito, este será conducido por gravedad hacia la arqueta de vaciados, pudiéndose mediante bombeo, introducir este vertido de nuevo en proceso.

VII.3. VERTEDEROS

VII.3.a. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS EN VERTEDEROS

I. CONSTRUCCIÓN

I.I. ADECUACIÓN DEL VASO

Limpieza y desbroce del vaso – Vegetación:

Impacto:

La operación de desbroce elimina la capa vegetal y los árboles del vaso donde se ubicará el vertedero.

Como en los casos anteriores, la capa vegetal se acopiará y se utilizará posteriormente si es necesario en revegetaciones.

Adecuación del terreno – Calidad del aire:

Impacto:

Las nubes de polvo y las emisiones producidas por la maquinaria empleada en la adecuación del terreno y creación de accesos alterarán la calidad del aire de la zona.

Medidas:

- Riegos de los caminos de tránsito de maquinaria pesada periódicamente para reducir las emisiones de polvo.
- Cubrición con lonas de las cajas de los camiones.

Adecuación del terreno y limpieza y desbroce del vaso – Ruido y vibraciones:

Impacto:

El ruido provocado por la maquinaria empleada en las operaciones puede llegar a niveles molestos, al igual que las operaciones típicas de carga de camiones, excavaciones etc.

Medidas:

- Estudios predictivos del nivel de ruidos.
- Revisión y control periódico de los silenciadores de los vehículos.
- Revestimientos en tolvas y cajas de volquetes.

Adecuación del terreno – Geomorfología:

Impacto:

En los procesos de adecuación del terreno se producirán modificaciones de la topografía existente.

Adecuación del terreno y limpieza y desbroce del vaso – Erosión:

Impacto:

Como consecuencia de las operaciones para adecuar el perfil topográfico a lo requerido para la explotación del vertedero, se pueden producir pendientes pronunciadas que son propensas a la erosión por los agentes meteorológicos.

Medidas:

- Estabilización y revegetación de taludes.

Adecuación del terreno – Fauna:

Impacto:

Debido a los ruidos generados por las operaciones de adecuación del terreno, la fauna del entorno se verá afectada.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración o reproducción de las especies existentes.

Adecuación del terreno – Patrimonio Histórico – Arqueológico:

Impacto:

Las operaciones de excavación pueden afectar y destruir el patrimonio arqueológico existente. Es indispensable la correcta señalización de la franja de terreno que va a ser

excavada, además de la ejecución de dichas excavaciones de acuerdo con lo dispuesto en el proyecto y prescrito por el técnico arqueólogo competente.

Medidas:

- Vallado de las zonas excluidas
- Prospección sistemática de cobertura total y excavación de catas de sondeo en zonas restringidas
- Prospección sistemática de cobertura total en zonas permitidas

I.II. AISLAMIENTO ZONA DE VERTIDO

Impacto:

No se consideran interacciones en este proceso de la construcción del vertedero, ya que son operaciones de muy baja envergadura.

Además, en general, su impacto es positivo, ya que su misión es reducir la contaminación del suelo y aguas subyacentes.

I.III. INFRAESTRUCTURA PARA LA RECOGIDA DE LIXIVIADOS

Red de recogida, balsa de recogida y planta de tratamiento – Calidad del aire:

Impacto:

Para la construcción de cada uno de los elementos de la infraestructura es necesario emplear maquinaria pesada que provocará nubes de polvo con su tránsito y emisiones de sus motores de combustión.

Red de recogida, balsa de recogida y planta de tratamiento – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La maquinaria anteriormente comentada para estas operaciones y las posibles operaciones de excavación de zanjas, hormigonado etc. pueden causar ruidos molestos, que en general no tendrán importancia para la población ya que se realizarán alejados de núcleos urbanos, si pudiendo afectar a la fauna.

Red de recogida, balsa de recogida y planta de tratamiento – Fauna:

Impacto:

La fauna se verá afectada por el ruido de las operaciones de construcción de la red de recogida, la balsa de recogida y la planta de tratamiento.

I.IV. INFRAESTRUCTURA PARA LA RECOGIDA DE BIOGÁS

Red de recogida y planta de tratamiento – Calidad del aire:

Impacto:

Para la construcción de cada uno de los elementos de la infraestructura es necesario emplear maquinaria pesada que producirá nubes de polvo debido al tránsito por obra y emisiones de sus motores de combustión.

Medidas:

- Humectación de los caminos de obra.

Red de recogida y planta de tratamiento – Ruido y Vibraciones:

Impacto:

La maquinaria anteriormente comentada para estas operaciones y las operaciones de construcción en sí mismas, pueden causar ruidos molestos, que en general no tendrán importancia para la población ya que se realizarán alejados de núcleos poblacionales, si pudiendo afectar a la fauna.

Red de recogida y planta de tratamiento – Fauna:

Impacto:

Como se ha comentado anteriormente, la fauna se verá afectada por el ruido de la maquinaria en la construcción de estos elementos del vertedero.

Medidas:

- Programar los trabajos teniendo en cuenta las épocas de migración o reproducción de las especies existentes.

I.V. GESTIÓN DE ACOPIOS

Gestión de acopios – Calidad del aire:

Impacto:

El arrastre de pequeños sólidos de los materiales de construcción acopiados puede dar lugar a nubes de polvo que pueden acabar en núcleos urbanos.

Medidas:

- Cubrición o humectación de los acopios.

Gestión de acopios – Agua:

Impacto:

El agua de lluvia puede arrastrar parte de los materiales de construcción dando lugar a turbidez en cursos de agua, contaminación de flujos subterráneos etc.

Medidas:

- Correcta ubicación de los acopios.

I.VI. CANALIZACIONES PARA LA CONDUCCIÓN DE ESCORRENTÍAS

Canalizaciones para la conducción de escorrentías – Calidad del aire:

Impacto:

Pueden producirse nubes de polvo por el tráfico de la maquinaria pesada por la obra además de las emisiones de los motores.

Las medidas para este tipo de impactos ya han sido descritas anteriormente.

Canalizaciones para la conducción de escorrentías – Ruidos y vibración:

Impacto:

Las operaciones de apertura de zanjas y la maquinaria empleada para ello producirán ruidos molestos, especialmente para la fauna de la zona.

Canalizaciones para la conducción de escorrentías – Vegetación:

Impacto:

Será necesario eliminar la vegetación para abrir las zanjas que conducirá el agua de lluvia de modo que no penetre en el vaso del vertedero.

Siempre que sea posible se respetarán los árboles de mayor tamaño e interés ecológico.

Canalizaciones para la conducción de escorrentías – Fauna:

Impacto:

Las especies de la zona se verán alteradas por los ruidos de la maquinaria y las operaciones de esta etapa.

II. EXPLOTACIÓN

II.I. EXPLOTACIÓN DEL VERTEDERO

Vertido en celdas – Calidad del aire:

Impacto:

En el caso de vertederos, especialmente en los de RSU, su impacto más perceptible es su desagradable olor, aunque hay medidas para minimizarlo, no es posible eliminarlo por completo.

Medidas:

- Concentrar la actividad de vertido.

- Evitar las actividades con climatologías desfavorables.
- Limitar actividades con vientos fuertes y a favor de poblaciones.

Vertido en celdas – Aguas superficiales:

Impacto:

El vertido del residuo en celdas si no es correctamente sellado, en caso de lluvias, puede contaminar las aguas superficiales debido a las escorrentías que se puedan producir.

Medidas:

- Se dispondrá de cunetas de recogida de pluviales en el interior del vaso de vertido, que recojan las aguas de aquellas zonas que no están siendo explotadas en ese momento, haciendo una gestión separada de aguas pluviales y de lixiviados.
- Diques de vertido: puede ser necesario la adopción de diques de vertido aguas abajo del vertedero.
- Construcción de balsas de decantación aguas abajo del vertedero.
- Todo el vaso de vertido e instalaciones serán dotado de cunetas de drenaje de aguas pluviales, tanto en la cabeza de los taludes, como en el interior del vaso de vertido, como se comentó anteriormente.

Vertido en celdas – Fauna:

Impacto:

Los animales se pueden ver atraídos por la presencia de alimento de fácil acceso que puede provocar muertes, enfermedades y epidemias en el peor de los casos.

Lixiviados generados – Calidad de las aguas:

Impacto:

A pesar de la ejecución de una buena red de recogida, los lixiviados, aunque en pequeña cantidad, pueden acabar percolando y contaminando las aguas subyacentes del vertedero.

Biogás generado – Calidad del aire:

Impacto:

Está asumido por la comunidad científica que tan sólo se puede aprovechar un 70% del biogás generado, es decir, el 30% al menos, va a parar a la atmósfera y contribuye al efecto invernadero.

II.II. PRESENCIA DEL VERTEDERO

Presencia del vertedero – Variación del nivel freático:

Impacto:

Debido a la alteración de la topografía de la superficie y de la instalación de una red de recogida de lixiviados y de aguas de lluvia es esperable modificaciones del nivel freático.

Presencia del vertedero – Geomorfología:

Impacto:

La topografía quedará totalmente alterada debido al nuevo vertedero para acoger los residuos.

Los nuevos taludes creados con pendientes pronunciadas deben ser objeto de estudio y en caso de ser necesarias se aplicarán medidas correctoras.

Medidas:

- Se realizará un control exhaustivo sobre los diques y caballones de cierre del frente de vertido, para lo cual se puede optar por disponer de instrumentación geotécnica adecuada (inclinómetros, extensómetros) y/o control topográfico periódico de los mismos, que permitan analizar cualquier movimiento que se produjera.
- Plantación y revegetación de taludes.
- Recogida de escorrentías, cunetas de cabecera y pie de taludes. Estabilizaciones parciales con escolleras y/o gaviones.

Presencia del vertedero – Aprovechamientos:

Impacto:

Tanto la zona del vertedero, lógicamente, como los alrededores pueden quedar inutilizados para ciertas actividades, principalmente recreativas, debido a los olores.

Presencia del vertedero – Fauna:

Impacto:

La ocupación del espacio y los olores suponen una afección al habitual comportamiento de la fauna presente, que además puede quedar atrapada en la infraestructura del vertedero.

Medidas:

- Plantación de un perímetro de árboles en torno al vertedero.
- Creación de una cobertera arbustiva en zonas colmatadas. Pasos para fauna en esas zonas.
- Arquetas anticaídas.

Presencia del vertedero – Paisaje:

Impacto:

Es innegable el impacto paisajístico del vertedero, que en ningún caso puede mejorar el entorno preexistente. Sin embargo, puede quedar integrado de una manera aceptable con las medidas adecuadas.

Medidas:

- Revegetación en la etapa de post-clausura.
- Pantalla vegetal, que además cumple otras funciones como barrera acústica y de partículas.

VIII. CONCEPTO DE MTD Y MEDIDAS CORRECTORAS

VIII.1. CONCEPTO DE MTD

El concepto de MTD (siglas BAT en inglés) hace referencia a las mejores técnicas disponibles para el control de la contaminación.

El MAGRAMA define el concepto de MDT como:

“Se puede definir como Mejores Técnicas Disponibles aquellas tecnologías utilizadas en una instalación junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada, y siempre que sean las más eficaces para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto y que puedan ser aplicadas en condiciones económica y técnicamente viables.”

El concepto de MTD aparece también en la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010, *“sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)”*, que refunde diferentes legislaciones a fin de conseguir un tratamiento integral de contaminantes atmosféricos, de agua o suelo y evitar así el cambio de los contaminantes de un medio a otro. Esta directiva establece también que:

“«mejores técnicas disponibles»: la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y otras condiciones del permiso destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

También se entenderá por: «técnicas»: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada;

«Técnicas disponibles»: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables;

«Mejores»: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto;»

“Es importante dejar a las autoridades competentes la flexibilidad suficiente para establecer valores límite de emisión que garanticen, en condiciones normales de funcionamiento, que las emisiones no superen los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles. Para ello, las autoridades competentes podrán establecer límites de emisión que difieran de los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles en lo que se refiere a los valores, períodos de tiempo y condiciones de referencia aplicados, siempre que pueda demostrarse, a partir de los resultados de la monitorización de las emisiones, que estas no han superado los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles. El cumplimiento de los valores límite de emisión establecidos en los permisos tiene como resultado emisiones inferiores a dichos valores límite de emisión.”

“Con el objeto de tener en cuenta determinadas circunstancias específicas en las que la aplicación de los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles conllevaría unos costes desproporcionadamente elevados en comparación con las ventajas medioambientales, las autoridades competentes deben poder establecer valores límite que difieran de dichos niveles. Tales diferencias han de basarse en una evaluación que tenga en cuenta criterios bien definidos. No deben superarse los valores límite de emisión fijados en la presente Directiva. En ningún caso debe causarse una contaminación significativa y ha de alcanzarse un nivel de protección del medio ambiente considerado en su conjunto.”

VIII.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

De acuerdo con la Directiva 2010/75/UR del Parlamento Europeo y del Consejo:

“La presente Directiva se aplicará a las actividades industriales que den lugar a contaminación, mencionadas en los capítulos II a VI.

No se aplicará a las actividades de investigación, a las actividades de desarrollo o a la experimentación de nuevos productos y procesos”

Es decir, es de aplicación para una serie de actividades industriales recogidas en la Directiva, concretamente:

El capítulo II hace referencia a las actividades contenidas en el Anexo I, que son las siguientes:

1) Industrias energéticas

2) Producción y transformación de metales

3) Industrias minerales

4) Industria química

5) Gestión de residuos

a) Vertederos definidos en el artículo 2, letra g), de la Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos (1) DO L 182 de 16.7.1999, p. 1., que reciban más de 10 toneladas de residuos por día o que tengan una capacidad total superior a 25 000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes.

6) Otras actividades

El capítulo III hace referencia a las *“Disposiciones especiales para instalaciones de Combustión”*

El capítulo IV hace referencia a las *“Disposiciones especiales sobre las instalaciones de incineración de residuos y las instalaciones de coincineración de residuo”*

El capítulo V hace referencia a las *“Disposiciones especiales para instalaciones y actividades que utilicen disolventes orgánicos”*

Finalmente, el capítulo VI hace referencia a *“Disposiciones especiales para instalaciones que producen dióxido de titanio”*

Es decir, en la Directiva no se aplica a las obras públicas de estudio en este TFM, al menos en principio, con la salvedad de los vertederos de residuos, pero no para su construcción, tan solo para el control de los contaminantes que se producen en él, es decir, lixiviados y biogás.

De acuerdo con las obligaciones del titular de la explotación, la Directiva Dispone:

“Principios generales de las obligaciones fundamentales del titular:

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para que la explotación de las instalaciones se efectúe de acuerdo con los siguientes principios:

- 1) se toman todas las medidas adecuadas de prevención de la contaminación;*
- 2) se aplican las mejores técnicas disponibles;”*

VIII.3. MTD EN LAS OBRAS PÚBLICAS.

Las MTD son, a fin de cuentas, las técnicas disponibles para el control de contaminación que fijan los valores de emisión admisibles, y que están desarrolladas a una escala que permite que sean viables económicamente.

Estas técnicas son obligatorias para ciertas industrias, pero en el caso de las infraestructuras de obras públicas no es aplicable, como se ha visto en la Directiva, exceptuando el caso de los vertederos.

Este concepto de MTD, como hemos dicho, no se aplica a las obras públicas, al menos no en tanto en cuanto a que no hay ni una legislación a la que estén sujetas, ni unos documentos de referencia para reducir las emisiones generadas por éstas.

Sin embargo, si atendemos a la definición de MTD como las técnicas más eficaces para **reducir las emisiones**, o en nuestro caso los impactos, y que sean **técnica y económicamente viables**, no es descabellado pensar en una serie de medidas correctoras de referencia que se ajusten a estos preceptos, y que sean de aplicación en la construcción y explotación de las obras públicas o civiles.

De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente se aplica la siguiente serie de medidas para reducir el impacto medioambiental de proyectos:

*“Las medidas **preventivas** pueden aplicarse en toda la fase de vida de a infraestructura, normalmente se llevan a cabo durante la planificación de la vía con el fin de evitar los impactos más significativos.”*

*“Las medidas **correctoras** tienen por objetivo reducir al mínimo los impactos que no se han podido evitar totalmente.”*

*“Las medidas **compensatorias** están destinadas a compensar los impactos que no se han podido prevenir adecuadamente y son de obligado cumplimiento cuando un proyecto genera impactos sobre un espacio de la Red Natura 2000.”*

Todas ellas, aunque de forma diferente, persiguen el objetivo de reducir el impacto en el medioambiente en su conjunto, muy importante este último detalle, ya que en el caso de las medidas compensatorias, aunque el impacto no se mitiga o reduce en el origen, se alcanza el objetivo o característica de las MDT al reducir el impacto en el conjunto del entorno en el que se produce la obra.

De manera general, las MTDs están concebidas para hacer un proceso industrial que implica un agente contaminante lo más respetable posible con el medioambiente. El comportamiento y grado de efectividad es fácilmente estimable de acuerdo a unas condiciones de operación determinadas y unos valores límite.

Al igual que sucede con las MTD en industria los impactos de las medidas correctoras para el medio físico atienden, generalmente, a criterios de tipo físico, químico o matemático. Por ejemplo, es fácil estabilizar un talud de acuerdo al coeficiente de rozamiento del material, pendiente, grado de erosionabilidad etc.

Pero, mientras las medidas correctoras que se aplican al medio físico son fácilmente estimables, las medidas que afectan al medio biótico o sociocultural presentan a menudo problemas.

Un ejemplo reciente ha sido noticia hace poco, el fiasco del puente para ardillas construido en 2012 en Holanda para unir el bosque de la Haya con el parque de Clingendael, con un coste de 144.000€ que tan solo ha sido utilizado por 5 roedores desde la construcción.



Ilustración 57 Puentes de la Haya para ardillas

Esto no quiere decir que las medidas destinadas a reducir el impacto sobre la fauna, o aquellas que no atienden solamente a criterios técnicos, estén condenadas a fracasar, sino que, sin una planificación adecuada, o lo que es lo mismo en estos casos, un equipo multidisciplinar, es muy posible que fracasen.

Caso totalmente contrario al anterior es el de esta obra de drenaje, muy innovadora en la autopista ALPUR B2 de Nueva Zelanda, donde se ha conseguido simular un comportamiento natural de la escorrentía y la infraestructura y está ofreciendo muy buenos resultados.



Ilustración 58 Obra de drenaje adecuada para la fauna

Estas innovaciones en medidas correctoras son fruto de la aparición de nuevas disciplinas, un claro ejemplo sería la Ingeniería Naturalística, relativamente reciente, que surge en la zona alpina de habla alemana (Austria y Suiza).

Esta disciplina técnica utiliza plantas o partes de ellas en la realización de aplicaciones especialmente eficaces en el tratamiento de cursos de aguas, riberas y taludes, limitando así la acción erosiva de los agentes meteorológicos, basándose fundamentalmente en las características biotécnicas de algunas especies vegetales.

Es fundamental, por tanto, la aparición de estas nuevas disciplinas y el análisis de sus experiencias para seguir avanzando en la obtención de nuevas técnicas de mitigación de impacto ambiental en las obras públicas.

VIII.4. CONCLUSIÓN

En el punto VII. **Caracterización de impactos** se han citado las medidas empleadas para reducir, eliminar o compensar los impactos que se han detectado en el TFM.

Si estas medidas se ajustan al concepto de MTD o no, dependerá de las dos características fundamentales de éstas:

1. *“las más **eficaces** para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto*
2. *y que puedan ser aplicadas en condiciones **económica y técnicamente viables.**”*

Por tanto, las medidas citadas y descritas **SÍ** se ajustan al concepto de MTD, al estar siendo implementadas actualmente con un coste razonable y además, ser las que resultan más eficaces para el control del impacto ambiental.

**IX. CONSIDERACIÓN DE LAS
ACCIONES CAUSANTES
DE IMPACTO
AMBIENTAL EN LAS
DIAS**

IX.1. FINALIDAD DEL ESTUDIO

A fin de establecer relación entre el trabajo de investigación desarrollado en el presente TFM y lo que realmente ocurre en nuestro país en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, resulta interesante realizar un estudio estadístico de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs) emitidas por el Ministerio de Medio Ambiente recientemente y analizar si se han tenido en cuenta las acciones susceptibles de causar impacto detectadas en el TFM y también, cuáles son los elementos del medio que presentan un mayor número de condicionantes o actuaciones adicionales.

IX.2. ESTUDIO I: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS TENIDOS EN CUENTA EN LAS DIAS PARA LAS OBRAS PÚBLICAS ESTUDIADAS EN EL TFM.

El estudio que se realiza a continuación, señala a partir de las acciones detectadas en el capítulo VII *“Caracterización de Impactos Ambientales”*, los impactos que han sido tenidos en cuenta en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es posible que las interacciones señaladas en el capítulo VII no provoquen un impacto en el proyecto analizado en cuestión, en cualquier caso se aclarará si este pudiera ser el motivo de la omisión.

Se han analizado las siguientes Declaraciones de Impacto Ambiental:

Tabla 25 Declaraciones de Impacto Ambiental estudiadas para el estudio y análisis de los impactos tenidos en cuenta en las DIAs

Declaración de Impacto Ambiental	Tipo de proyecto
Variante de las poblaciones de Beas y Trigueros en la carretera N-435	Carretera
Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias.	Presa
Nueva estación depuradora de aguas residuales de Santiago de Compostela (A Coruña).	EDAR

No se ha estudiado ninguna Declaración para el caso de vertederos ya que, para este tipo de proyectos, éstas las emiten los órganos ambientales de las Comunidades

Autónomas y tan sólo se han tenido en cuenta las Declaraciones emitidas por el Ministerio de Medio Ambiente.

En el caso de los ferrocarriles el motivo de no estudiar ninguna Declaración ha sido no disponer de una DIA emitida por el ministerio recientemente, sin embargo se va a estudiar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "*Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva*" que actualmente está sometido a la fase de información pública.

Se listan a continuación las interacciones detectadas en el estudio de este TFM para cada tipo de proyecto y se marcará mediante una cruz si ha sido tenido en cuenta por el promotor en la casilla "Sí", cuando no lo haya sido la casilla "No" y la tercera columna "Cond", se marcará cuando la DIA impone una serie de condicionantes para esa interacción en cuestión.

Si la casilla "No" aparece marcada con una cruz, pero no lo está la casilla "Cond", significa que no ha sido tenido en cuenta por el promotor, pero tampoco por la administración en la Declaración de Impacto Ambiental suponiendo una omisión del impacto en cuestión.

IX.2.a. EIA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA-HUELVA**TIPO DE PROYECTO: FERROCARRIL**

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Construcción de una nueva línea ferroviaria de alta velocidad de doble vía con ancho internacional entre Sevilla y Huelva, dando continuidad al actual servicio existente entre Madrid y Sevilla.

ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS:

Tabla 26 Tabla para el estudio de los impactos considerados en el EIA "Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva" (1)

IMPACTOS	Sí	No
Demoliciones y trabajos previos – Calidad del aire	X	
Demoliciones y trabajos previos – Ruido y vibraciones	X	
Demoliciones y trabajos previos – Calidad de las aguas	X	
Demoliciones y trabajos previos – Geomorfología	X	
Demoliciones y trabajos previos – Edafología	X	
Demoliciones y trabajos previos – Fauna	X	
Demoliciones y trabajos previos – Población		X
Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Ruido y vibraciones	X	
Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Vegetación	X	
Excavación – Calidad del aire	X	
Excavación – Ruidos y vibraciones	X	
Excavación – Geomorfología	X	
Excavación – Edafología	X	
Excavación – Fauna	X	
Excavación – Paisaje	X	
Excavación – Patrimonio histórico-arqueológico	X	
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Ruido y vibraciones	X	
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Geomorfología	X	
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Fauna	X	
Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente – Calidad del aire	X	
Ejecución de drenaje superficial – Calidad de las aguas superficiales	X	
Ejecución de drenaje superficial – Nivel freático		X
Ejecución de drenaje superficial – Erosión	X	
Ejecución de drenaje superficial – Fauna	X	
Ejecución de drenes subterráneos – Aguas subterráneas	X	
Ejecución de drenes subterráneos – Nivel freático		X
Túneles - Calidad del suelo y a la calidad de las aguas		
Túneles –Paisaje		
Puentes – Aguas superficiales	X	
Puentes – Fauna	X	

Tabla 27 Tabla para el estudio de los impactos considerados en el EIA “Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva” (2)

IMPACTOS	Sí	No
Puentes – Paisaje	X	
Escolleras – Edafología	X	
Escolleras – Paisaje	X	
Capa de forma – Atmósfera	X	
Capa de forma – Ruido y Vibraciones	X	
Vía sobre Balasto – Ruido y vibraciones	X	
Vía sobre Placa– Ruido y vibraciones		
Electrificación e instalación de la catenaria – Avifauna	X	
Presencia de la estructura – Aprovechamientos	X	
Presencia de la estructura – Fauna	X	
Presencia de la estructura – Paisaje	X	
Uso de la infraestructura. Tránsito de trenes – Ruido	X	
Uso de la infraestructura. Tránsito de trenes – Fauna	X	

Aclaraciones:

- 1) El proyecto no implica la construcción de túneles, por tanto no se consideran los posibles impactos que pudieran provocar.

Deficiencias observadas en el Estudio de Impacto Ambiental:

- 1) Se incluye en el Estudio de Impacto Ambiental el análisis de los impactos sobre los recursos naturales consumidos tales como hormigón, madera, acero, áridos, agua o gasóleo. En el presente TFM no se ha considerado oportuno realizar este análisis, ya que siempre, por motivos económicos, se va a limitar el consumo de éstos y por otra parte, y mucho más importante, el consumo de estos materiales será el necesario para garantizar el correcto funcionamiento estructural, mecánico etc. de la estructura o plataforma y no debe verse sujeto, a mi parecer, a criterios medioambientales.
- 2) No se identifica el impacto del incremento de los niveles sonoros y molestias a la fauna durante las operaciones de construcción, sin embargo si se incluyen medidas correctoras para dicho impacto.

- 3) Se considera como factor ambiental la “Generación de Residuos”, que en todo caso es un impacto provocado por las distintas operaciones que comprenden la construcción y explotación de la línea ferroviaria.
- 4) No se consideran los impactos sobre la población (permeabilidad del territorio y servidumbres afectadas, molestias a la normal actividad etc.) durante la fase de construcción, tan sólo durante la explotación.
- 5) En cuanto a las posibles afecciones al nivel freático el documento incluye *“Un estudio hidrológico-hidráulico completo que analice en detalle el efecto de los movimientos de tierras sobre los cursos de agua superficiales y subterráneos, con objeto de que las estructuras de drenaje longitudinal y transversal aseguren el mantenimiento de los mismos. En este estudio se analizarán las posibles interferencias con el nivel freático con el fin de proponer medidas protectoras para evitar afecciones.”* Como medida para la protección de la hidrología, aunque no se ha considerado en el capítulo *“Identificación, caracterización y valoración de impactos”* la afección sobre el nivel freático de las acciones del proyecto.

IX.2.b. DIA Nº I: VARIANTE DE LAS POBLACIONES DE BEAS Y TRIGUEROS EN LA CARRETERA N-435

TIPO DE PROYECTO: CARRETERA NACIONAL

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Construcción de un nuevo tramo de carretera de longitud aproximada 18 km con velocidad de proyecto = 120 km/h, 2 carriles de 3,50m y arcenes de 1,50m que sirve como variante entre las poblaciones de Beas y Trigueros en la provincia de Huelva.

ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS:

Tabla 28 Tabla para el estudio de los impactos considerados en la DIA "Variante de las poblaciones de Beas y Trigueros en la carretera N-435" (1)

IMPACTOS	Sí	No	Cond
Demoliciones y trabajos previos – Calidad del aire ⁽¹⁾			
Demoliciones y trabajos previos – Ruido y vibraciones ⁽¹⁾			
Demoliciones y trabajos previos – Calidad de las aguas ⁽¹⁾			
Demoliciones y trabajos previos – Geomorfología ⁽¹⁾			
Demoliciones y trabajos previos – Edafología ⁽¹⁾			
Demoliciones y trabajos previos – Fauna	X		
Demoliciones y trabajos previos – Población	X		
Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Ruido y vibraciones	X		
Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Vegetación		X	X
Excavación – Calidad del aire	X		X
Excavación – Ruidos y vibraciones	X		
Excavación – Geomorfología	X		
Excavación – Edafología	X		
Excavación – Fauna	X		X
Excavación – Paisaje	X		
Excavación – Patrimonio histórico-arqueológico	X		X
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Ruido y vibraciones	X		
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Geomorfología	X		
Ejecución de terraplenes y pedraplenes – Fauna	X		
Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente – Calidad del aire			X
Ejecución de drenaje superficial – Calidad de las aguas superficiales		X	
Ejecución de drenaje superficial – Nivel freático		X	
Ejecución de drenaje superficial – Erosión		X	
Ejecución de drenaje superficial – Fauna	X		X
Ejecución de drenes subterráneos – Aguas subterráneas	X		
Ejecución de drenes subterráneos – Nivel freático		X	

Tabla 29 Tabla para el estudio de los impactos considerados en la DIA “Variante de las poblaciones de Beas y Trigueros en la carretera N-435” (2)

IMPACTOS	Sí	No	Cond
Túneles - Calidad del suelo y a la calidad de las aguas ⁽²⁾			
Túneles –Paisaje ⁽²⁾			
Puentes – Aguas superficiales	X		
Puentes – Fauna	X		
Puentes – Paisaje	X		
Escolleras – Edafología ⁽³⁾			
Escolleras – Paisaje ⁽³⁾			
Explanada, bases y subbases – Calidad del aire		X	
Explanada, bases y subbases – Fauna	X		
Capa de rodadura – Calidad del aire		X	
Capa de rodadura – Ruido y vibraciones	X		
Luminarias – Fauna (4)		-	
Luminarias – Paisaje (4)		-	
Presencia de la infraestructura – Aprovechamientos		X	X
Presencia de la infraestructura – Fauna	X		X
Presencia de la infraestructura – Paisaje	X		X
Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Calidad del aire	X		
Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Ruido	X		
Uso de la infraestructura. Tráfico rodado – Fauna	X		

Aclaraciones:

- 1) No se tienen en consideración las demoliciones y actuaciones previas, si bien se establece que no se abrirán nuevos accesos, empleando los caminos existentes.
- 2) No se proyectan túneles en el trazado de la variante por tanto no se consideran los posibles impactos.
- 3) No se proyectan muros de escollera en el trazado de la variante por tanto no se consideran los posibles impactos.
- 4) Se desconoce si se proyectan luminarias en el trazado.

Condicionantes impuestos en la DIA:

Despeje y desbroce de la cubierta vegetal – Vegetación

- Modificación del trazado para una menor afección a las especies más relevantes.
- Marcaje y jalonado de los ejemplares arbóreos más valiosos próximos al trazado pero que no sean afectados.

- Trasplante de los ejemplares arbóreos afectados más valiosos y cuyo trasplante sea viable tanto técnica como económicamente.

Excavación – Calidad del aire

- Riegos periódicos.
- Forma de transporte en obra.

Excavación – Fauna

- Trabajo de campo consistente en un muestreo de fauna en todo el ámbito del trazado para comprobar la presencia de las especies incluidas en el estudio de impacto ambiental. Este trabajo de campo servirá para determinar las limitaciones en el calendario de ejecución de las obras, cronograma de obras, así como para la traslocación de individuos detectados y para la mejora de hábitat afectados por las obras (balsas y charcas en las proximidades del trazado, entre otros).
- En el área de interés local para anfibios identificada en el estudio de impacto ambiental (entre los pp.kk. 1+500y 4+500), teniendo en cuenta el resultado del trabajo de muestreo de fauna sobre el terreno, se hará una propuesta de vallado de protección específico para esta especie para evitar o disminuir el peligro de atropello de individuos por acceder a la calzada.

Excavación – Patrimonio histórico-arqueológico

- Se realizará una prospección superficial intensiva también de los enlaces y ramales de conexión de los cruces con los caminos.
- En el caso de los yacimientos que se ven afectados directa o tangencialmente antes del comienzo del movimiento de tierras se realizarán sondeos arqueológicos preventivos para confirmar o no la correspondencia entre restos superficiales e hipotéticos registros subsuperficiales o enterrados.

Transporte a vertedero de tierras que suponen un excedente – Calidad del aire

- Forma de transporte de materiales en obra.

Ejecución de drenaje superficial – Fauna

- Las obras de drenaje adaptadas como pasos de fauna tendrán unas dimensiones mínimas de un marco de 2 x 2 m, mejor adaptado para el paso de los pequeños y medianos mamíferos que los 31 tubos de Ø 1,80 m propuestos. Asimismo, las obras de drenaje se adecuarán como pasos de fauna mediante revegetación de sus accesos, banquetas laterales y los otros elementos que se establecen en el documento del Ministerio de Medio Ambiente 2006 «Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, nº 1».

Presencia de la infraestructura – Aprovechamientos

- Modificación del trazado para una menor ocupación del suelo.

Presencia de la infraestructura – Paisaje

- La revegetación de los elementos del proyecto se diseñará con especies propias de la flora local, evitándose el empleo de especies exóticas, en especial, de aquellas de carácter invasor.
- Se restaurarán los tramos de la carretera N-435 que queden fuera de uso con la variante.
- Modificación del trazado para una menor ocupación del suelo.

Presencia de la infraestructura – Fauna

- Vallado de protección específico para esta especie (anfibios) para evitar o disminuir el peligro de atropello de individuos por acceder a la calzada.

Deficiencias observadas en la Declaración de Impacto Ambiental:

- 1) No aparece en el documento la gestión de la capa vegetal y su posterior uso, aunque eso no quiere decir que no se realice al ser una operación frecuente. En cualquier caso debería aparecer en la Declaración de Impacto cuando se exponen las actuaciones sobre la vegetación.

- 2) No se tienen en cuenta posibles afecciones a las aguas subterráneas o el nivel freático.
- 3) No se estudia en detalle los impactos provocados por la ejecución de la explanada y el firme.
- 4) El estudio de impactos en las aguas superficiales parece deficiente, si bien no se puede asegurar con total certeza debido a que no se dispone del Estudio de Impacto Ambiental completo.
- 5) Algunas interacciones que son tenidas en cuenta, presentan condicionantes en la Declaración de Impacto Ambiental al no estudiarse con la profundidad requerida.
- 6) En ningún momento se cita en la Declaración de Impacto medidas correctoras sobre la erosión, ni se tiene en cuenta por el promotor.
- 7) Aparecen como medidas correctoras actuaciones que constituyen un imperativo legal como se ha explicado previamente.

IX.2.c. DIA Nº 2: PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE, TÉRMINOS MUNICIPALES DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, CHODES Y RICLA (ZARAGOZA) Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS.

TIPO DE PROYECTO: PRESA

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Construcción de una presa y obra de desvío, aliviadero, desagües de fondo y conducciones de toma, torre de toma, tratamiento del cimiento, accesos, auscultación, obras de impermeabilización del vaso, instalaciones eléctricas.

Según la documentación aportada por el promotor, ya se ha realizado prácticamente toda la excavación de la cimentación de la presa, las inyecciones de impermeabilización, las galerías de inspección y de desagüe de fondo, se ha completado la estructura de la torre de toma, incluidas sus 4 tomas (dispuestas a diferentes cotas). También se ha ejecutado una altura de casi 38 m de terraplén del cuerpo de la presa y aproximadamente un 60 % de la excavación del aliviadero.

ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS:

Tabla 30 Tabla para el estudio de los impactos considerados en la DIA "Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, términos municipales de la Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias (1)

IMPACTOS	Sí	No	Cond
Transporte de la maquinaria – Calidad del aire ⁽¹⁾		X	
Transporte de la maquinaria – Ruido y Vibraciones	X		
Demolición de elementos previos – Calidad del aire ⁽¹⁾		X	
Demoliciones y trabajos previos – Calidad de las agua ⁽¹⁾		X	
Demolición de elementos previos – Patrimonio histórico-arqueológico ⁽¹⁾	X		
Desbroce y tala del vaso – Ruido y Vibraciones		X	
Desbroce y tala del vaso – Vegetación	X		
Desbroce y tala del vaso – Fauna	X		X
Desvío del río – Calidad de las aguas superficiales, subterráneas y nivel freático	X		X
Desvío del río – Fauna	X		
Desvío del río – Población		X	
Desbroce y tala del vaso – Patrimonio histórico-arqueológico	X		X

Tabla 31 Tabla para el estudio de los impactos considerados en la DIA "Presas de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, términos municipales de la Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias (2)

IMPACTOS	Sí	No	Cond
PRESAS DE MATERIALES SUELTOS			
Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Calidad del aire	X		
Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Ruido y Vibraciones		X	X
Obtención del material – Geomorfología	X		
Obtención de material – Erosión	X		
Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares - Fauna	X		X
PRESAS DE HORMIGÓN			
Fabricación del hormigón, puesta en obra, ejecución de la presa– Ruido y Vibraciones ⁽²⁾			
Gestión de sobrantes – calidad de aguas ⁽²⁾			
Fabricación del hormigón, puesta en obra, ejecución de la presa– Fauna ⁽²⁾			
Puesta en carga de la presa – clima	X		
Puesta en carga de la presa – calidad de las aguas superficiales, subterráneas y variación del nivel freático	X		X
Puesta en carga de la presa – Geomorfología	X		
Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Aprovechamientos		X	
Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Vegetación	X		
Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno– Fauna	X		X
Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Paisaje	X		
Uso de la presa – Calidad de las aguas superficiales	X		

Aclaraciones:

- 1) No se tienen en cuenta las actuaciones previas, aunque bien es cierto que parte de la presa ha sido ya construida y este puede ser el motivo de que no se tengan en consideración dichos impactos.
- 2) La presa consiste en la construcción de una presa de materiales sueltos, por tanto no se tienen en cuenta los posibles impactos provocados por las presas de hormigón.

El proyecto se desarrolla en área protegida Red Natura 2000, esto hace sin duda que la Declaración de Impacto sea muy detallada, además de contar con varias medidas compensatorias por la afección a dicha área las cuales no se han desarrollado al no ser medidas correctoras en sí.

Condicionantes impuestos en la DIA:

Desbroce y tala del vaso – Fauna

- En el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 30 de junio, no se realizará ninguna actividad en un radio de 2 km alrededor de los nidos de águila perdicera ni las obras previstas dentro del área crítica de esa especie.
- Sin perjuicio de lo indicado en la condición anterior para el águila perdicera, no se realizarán actuaciones ruidosas, incluidas las que impliquen desbroces, movimientos de tierras o voladuras, en un radio de 1 km alrededor de los nidos de otras aves rupícolas durante los periodos de reproducción de dichas aves.

Desvío del río – Calidad de las aguas superficiales, subterráneas y nivel freático

- Barreras de retención de sedimentos, balsas de decantación, zanjas de infiltración u otros dispositivos análogos con objeto de evitar el arrastre de tierras.

Obtención de material, ejecución del dique y elementos auxiliares – Fauna

- En el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 30 de junio, no se realizará ninguna actividad en un radio de 2 km alrededor de los nidos de águila perdicera ni las obras previstas dentro del área crítica de esa especie.
- Sin perjuicio de lo indicado en la condición anterior para el águila perdicera, no se realizarán actuaciones ruidosas, incluidas las que impliquen desbroces, movimientos de tierras o voladuras, en un radio de 1 km alrededor de los nidos de otras aves rupícolas durante los periodos de reproducción de dichas aves.
- Las líneas eléctricas de alta tensión proyectadas para el suministro eléctrico al azud de derivación y a la presa de Mularroya deberán ser subterráneas.

- Para evitar que se produzcan afecciones al tipo de hábitat de interés comunitario 8310 Cuevas no explotadas por el turismo del LIC Sima del Árbol, no se realizarán voladuras que superen en dicho hábitat los límites del criterio de prevención de daños del Grupo III de la norma UNE 22-381-93 Control de vibraciones producidas por voladuras.
- En el caso de que las características de la zona donde se inscribirá el azud de derivación impidan franquear el obstáculo a especies con capacidad de reptación, se comprobará que las sendas previstas para la nutria son aptas para esas especies y, en su defecto, se habilitarán pasos específicos.

Puesta en carga de la presa – calidad de las aguas superficiales, subterráneas y variación del nivel freático

- El régimen de caudales ecológicos que deberá respetar el azud de derivación durante la fase explotación no será el propuesto en el estudio de impacto ambiental, sino que se fijará cumpliendo las disposiciones del próximo Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro 2015-2021 y respetando el régimen de caudales ecológicos establecidos en el mismo, sin perjuicio de las revisiones futuras.

Puesta en carga de la presa y ocupación del terreno – Fauna

- El promotor deberá establecer un sistema de control de colmatación de los frezaderos del área de inundación.

Deficiencias observadas en la Declaración de Impacto Ambiental:

- 1) Algunas interacciones que son tenidas en cuenta, presentan condicionantes en la Declaración de Impacto Ambiental al estudiarse con la profundidad necesaria, especialmente el elemento fauna.
- 2) No aparece nada al respecto de la posible afección del desvío del río a la población dependiente del citado curso.
- 3) No se establecen medidas correctoras sobre el nivel del ruido, excepto para la fauna, esto es debido a que no hay núcleos poblacionales cerca y no es necesario.

IX.2.d. DIA Nº 3: NUEVA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA).**TIPO DE PROYECTO: EDAR**

DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en la construcción de una nueva estación depuradora de aguas residuales (EDAR) que sustituirá a la actual existente en Santiago de Compostela, al encontrarse ésta en un estado bastante precario y sin capacidad para tratar gran parte del caudal que recibe, que se alivia directamente al río Sar, con la afección ambiental que supone aguas abajo de la actual depuradora.

ESTUDIO DE LOS IMPACTOS CONSIDERADOS:

Tabla 32 Tabla para el estudio de los impactos considerados en la DIA "Nueva estación depuradora de aguas residuales de Santiago de Compostela (A Coruña)

IMPACTOS	Sí	No	Cond
Desbroce, Excavaciones y compensación del terreno y Acopio y transporte al vertedero – Calidad del aire:	X		
Desbroce, Excavaciones y compensación del terreno y Acopio y transporte al vertedero – Ruido y Vibraciones:	X		
Desbroce, Excavaciones y compensación del terreno y Acopio y transporte al vertedero – Aguas:	X		X
Desbroce – Vegetación:	X		X
Desbroce – Fauna terrestre y Avifauna:	X		X
Excavaciones y compensación del terreno – Geomorfología:	X		
Excavaciones y compensación del terreno – Erosión:	X		
Excavaciones y compensación del terreno – Patrimonio Arqueológico:	X		
Acopio y transporte a vertederos – Paisaje:	X		
Edificación e instalación de equipos y conexión – Ruidos y vibraciones:	X		
Presencia de la infraestructura – Aprovechamientos:	X		
Presencia de la infraestructura – Fauna:	X		
Presencia de la infraestructura – Paisaje:	X		X
Uso de la infraestructura – calidad del aire:	X		
Uso de la infraestructura – agua:	X		X

Deficiencias observadas en la Declaración de Impacto Ambiental:

- 1) Algunas interacciones que son tenidas en cuenta, presentan condicionantes en la Declaración de Impacto Ambiental al no estudiarse con la profundidad necesaria.

Condicionantes impuestos en la DIA:

Desbroce, Excavaciones y compensación del terreno y Acopio y transporte al vertedero

– Aguas:

- Se instalarán medidas para evitar afecciones como barreras de sedimentos, balsas de decantación, analíticas periódicas del río, etc.
- Estudio de la variación de la esorrentía de la zona y su posible afección al régimen de corrientes del río Sar.

Desbroce – Vegetación:

- En caso de ser necesario la tala de árboles en las zonas de protección del río Sar, se deberá solicitar la oportuna autorización a Augas de Galicia.

Desbroce – Fauna terrestre y Avifauna:

- Se deberán realizar las obras de forma que se altere lo menos posible a la fauna presente en la zona.

Presencia de la infraestructura – Paisaje:

- Elaboración de un proyecto de restauración e integración paisajística.

Uso de la infraestructura – agua:

- Una vez obtenida la autorización de vertido pertinente, será necesario contar con estudios específicos que tengan en consideración, tanto aspectos hidrodinámicos, como cuantitativos y cualitativos del tramo de estudio para poder valorar la afección del vertido al río Sar.

IX.2.e. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN EL ANÁLISIS DE LAS DIAS SELECCIONADAS

1. No se tienen en cuenta la totalidad de las interacciones descritas en el presente TFM.
2. Falta de definición de las etapas constructivas. Se habla frecuentemente de “actividades generadoras de”, sin especificar a qué etapa concretamente se refieren. De hecho, la segregación de unidades del proyecto es muy pobre, no especificando en muchos casos a cual se refieren específicamente, dejándolo a interpretación del promotor.
3. Los condicionantes impuestos por el órgano ambiental no son concretos, empleando expresiones como “se adoptarán medidas adecuadas (riegos periódicos, forma de transporte en obra...)”.
4. No se estudian las interacciones en la profundidad necesaria, tal es así, que los condicionantes impuestos son en casi su totalidad genéricos, que ponen en relieve la falta de detalle en el Estudio de Impacto Ambiental.
5. Se confunden habitualmente imperativos legales con medidas de carácter corrector, como por ejemplo la “correcta gestión de los residuos” o mucho más frecuentemente se especifica en la DIA que el promotor necesitará la pertinente autorización del organismo competente en materia de Patrimonio Cultural.

IX.3. ESTUDIO II: ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO QUE PRESENTAN MÁS CONDICIONANTES

Este estudio no es tan interesante como el anterior ya que no arrojará demasiadas conclusiones, pero sí nos permite evaluar a *grosso modo* en qué elementos del medio se cometen mayores errores a la hora de realizar los Estudios de Impacto Ambiental.

IX.3.a. DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL ESTUDIO

Para conseguir un número de DIAs que resulte representativo se ha extendido el estudio a un mayor tipo de obras civiles, no sólo las objeto de estudio, esto es justificable, como se expone en las conclusiones, a que muchos de los impactos son comunes a todas las obras civiles, más allá de su función.

Lo correcto hubiera sólo tomar en consideración las Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas de acuerdo a las obras que se han sometido a la ley 21/2013 de Evaluación de Impacto ambiental, sin embargo, sólo se han emitido hasta el momento dos resoluciones de la citada ley para el caso de las obras públicas al ser relativamente reciente, por tanto se ha ampliado el número de declaraciones, teniendo en cuenta aquellas emitidas durante 2014 y posteriores para tener una mayor muestra.

Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas para proyectos sometidos a la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental:

<u>Nombre del proyecto</u>	<u>Fecha</u>
• Trazado N-220 de acceso al aeropuerto de Valencia	10/02/2015
• Variante de las poblaciones de Beas y Trigueros en la carretera N-435	24/04/2015

Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas para proyectos sometidos al R.D. Legislativo 1/2008 de Evaluación Ambiental de proyectos:

<u>Nombre del proyecto</u>	<u>Fecha</u>
• Ampliación y mejora del sistema general de saneamiento y depuración de Plasencia	16/12/2015
• Remodelación de enlace entre la autovía del Mediterráneo (E-15/A-7) y la autovía A-92 en Viator (Almería).	15/09/2015
• Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias.	19/05/2015
• Acondicionamiento del río Henares a su paso por Alcalá de Henares (Madrid).	26/05/2016
• Trazado A-12 Autovía del Camino de Santiago, tramo: Ibeas de Juarros-Burgos (Burgos).	30/12/2014
• Recuperación del dominio público hidráulico en el arroyo de Las Flores, término municipal de San Ildefonso-La Granja (Segovia)	18/12/2014
• Extensión de la red de cercanías de Madrid hasta Soto del Real.	01/08/2014
• Sistema sostenible de paso de salmones por la presa de Palombera, término municipal de Herrerías (Cantabria).	18/07/2014
• Estación depuradora de aguas residuales de Ibiza, términos municipales varios (Islas Baleares).	18/07/2014
• Nueva estación depuradora de aguas residuales de Santiago de Compostela (A Coruña).	18/06/2014
• Mejora y modernización del regadío del Canal de Castronuño, término municipal de Castronuño (Valladolid)	14/04/2014
• Ampliación de la 1ª fase del canal de Navarra (ramal Argá-Ega) y su zona regable (Navarra).	14/04/2014
• Autovía A-72 Monforte de Lemos-Chantada (Lugo).	07/03/2014

IX.3.b. ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA DE LOS PROYECTOS DE ESTUDIO

En cuanto a la función o tipología constructiva de los proyectos de los cuales se estudia su Declaración de Impacto Ambiental encontramos lo siguiente:

Tabla 33 Tipología de los proyectos de estudio de las DIA

TIPOLOGÍA	Nº
Infraestructuras de transporte	6
Presas	2
Plantas de tratamiento de aguas	3
Otras Obras Hidráulicas	4

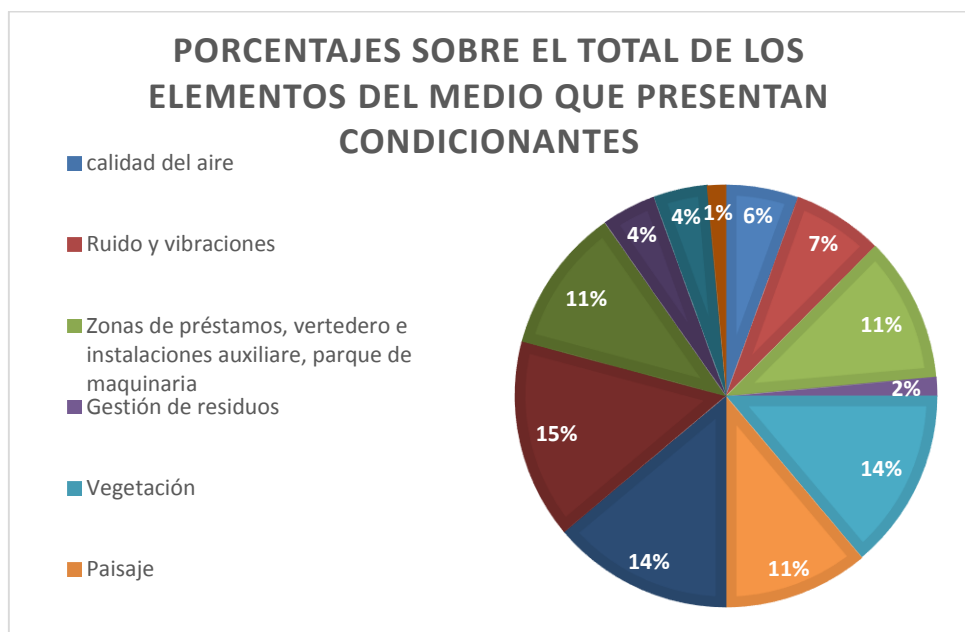
IX.3.c. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS CONDICIONANTES IMPUESTOS EN LAS DECLARACIONES DE IMPACTO ESTUDIADAS

De las 15 Declaraciones de Impacto Ambiental, 1 fue positiva (la correspondiente al único proyecto del Anexo II de la ley) y 14 positivas condicionadas, es decir, más del 90% de las resoluciones incluyeron algún condicionante a lo dispuesto por el promotor en el Estudio de Impacto Ambiental.

Sin atender en este caso al tipo de obra pública, los elementos del medio, de acuerdo con la segregación que se realiza en las DIAS de estudio, que presentan condicionados, son los siguientes:

Tabla 34 Elementos del medio condicionados en las DIAs de estudio

ELEMENTO DEL MEDIO		Nº DE CONDICIONADOS
Medio Físico	Calidad del aire	4
	Ruido y vibraciones	5
	Zonas de préstamos, vertederos e instalaciones auxiliares y parque de maquinaria	8
	Gestión de residuos	1
	Aguas / Hidrología	8
	Geomorfología	1
Medio biótico	Vegetación	10
	Fauna	11
Medio socioeconómico y cultural	Patrimonio Cultural	10
	Vías pecuarias	3
	Paisaje	8
Otros		3



Puede llevar a errores la interpretación de los datos, por lo que hay que realizar la siguiente aclaración. Se ha contabilizado si el elemento del medio presenta condicionantes o no, y no cuántos de estos presenta el elemento. Es decir, si una obra

tiene 4 condicionantes en el elemento fauna, tan sólo se tiene en cuenta que el elemento fauna presenta condicionantes, y se contabiliza una sola vez.

Los elementos del medio que resultan ser más veces condicionados son, de acuerdo con los resultados, fauna, patrimonio cultural y vegetación.

Si atendemos a los condicionantes en este caso por tipo de obra, encontramos lo siguiente:

Tabla 35 Elementos del medio condicionados por tipo de obra pública

	Infraestructuras de transporte	Presas	EDARs	Otras O.Hidráulicas
Nº de Declaraciones Totales	6	2	3	4
Elemento condicionado				
Calidad del aire	2	0	1	1
Ruido y vibraciones	4	0	1	
Zonas de préstamos, vertederos, instalaciones auxiliares y parque de maquinaria	3	1	1	3
Gestión de residuos	1	0	0	0
Vegetación	4	1	1	4
Paisaje	4	0	2	2
Patrimonio Cultural	5	1	1	3
Fauna	5	2	2	2
Aguas / Hidrología	2	2	2	2
Otros	1	0	1	1
Vías pecuarias	1	0	2	0
Geomorfología	1	0	0	0

Expresado en porcentaje con respecto al número total de declaraciones, que resulta ser un dato más representativo, para cada tipo de obra, obtenemos:

Tabla 36 Porcentaje de condicionantes presentes en elementos del medio en las DIAs según el tipo de obra pública

	Infraestructuras de transporte	Presas	EDARs	Otras O.Hidráulicas
Nº Total	6	2	3	4
calidad del aire	33,33%	0%	33,33%	25%
Ruido y vibraciones	66,67%	0%	33,33%	0%
Zonas de préstamos, vertedero e instalaciones auxiliares, parque de maquinaria	50%	50%	33,33%	75%
Gestión de residuos	16,67%	0%	0%	0%
Vegetación	66,67%	50%	33,33%	100%
Paisaje	66,67%	0%	66,67%	50%
Patrimonio Cultural	83,33%	50%	33,33%	75%
Fauna	83,33%	100%	66,67%	50%
Aguas / Hidrología	33,33%	100%	66,67%	50%
Otros	16,67%	0%	33,33%	25%
Vías pecuarias	16,67%	0%	66,67%	0%
Geomorfología	16,67%	0%	0%	0%
Porcentaje medio	45,83%	29,17%	38,89%	37,50%

Las obras destinadas a infraestructuras de transporte presentan un porcentaje mayor de elementos del medio condicionados a alguna medida específica por parte de la administración, en concreto un 45,83% de los elementos del medio presentan condicionados por un 29,17% en el caso de las presas, un 38,38% en las plantas de depuración y un 37,5% en las demás obras hidráulicas de estudio.

Esto no debe sorprender si atendemos a las matrices realizadas y lo comentado anteriormente en el proyecto.

Debido a que la muestra es muy escasa, con tan solo 15 declaraciones analizadas, no se pueden extraer conclusiones generales, si bien, se puede detallar que condicionados han sido impuestos por la administración en aquellos elementos del medio que presentan un mayor grado de conflicto como son la fauna, vegetación,

patrimonio cultural, zonas de préstamos, vertedero e instalaciones auxiliares, parque de maquinaria, paisaje y aguas e hidrología.

A continuación se presentan para cada uno de los elementos del medio que resultan más condicionados en las DIAs, cuáles son y cuantas veces aparecen.

En rojo se ha señalado aquellos que aparecen más de 5 veces, recordemos que la muestra es de 15 Declaraciones de Impacto Ambiental, luego estamos hablando de que el condicionante señalado aparece en más del 30% de las Declaraciones.

Tabla 37 Condicionantes más comunes en las DIAs de estudio

FAUNA	
Prospección de la zona de obras, por parte de técnico cualificado, con objeto de detectar posibles nidos y refugios de fauna	3
Modificación de las obras de paso por resultar ineficientes.	6
Escala de peces	2
Modificación del calendario de obras	8
Soterrado líneas de alta tensión	1
Creación de desagües-corredores ecológicos y balsas	1
VEGETACIÓN	
Prospección del terreno	2
Marcaje y jalonado de los ejemplares arbóreos más valiosos próximos al trazado pero que no sean afectados.	2
Trasplante de los ejemplares arbóreos afectados más valiosos y cuyo trasplante sea viable tanto técnica como económicamente.	1
Empleo de especies autóctonas	3
Eliminación de especies invasoras	1
Reutilización de tierra vegetal	1
Modificación de taludes para reducir la afeción a la vegetación	2
Adecuación de las pilas de los puentes para no afectar a la vegetación de ribera	3
Recuperación de hábitats fluviales	2

ZONAS DE PRÉSTAMOS, VERTEDERO E INSTALACIONES AUXILIARES Y PARQUE DE MAQUINARIA	
Correcta señalización de zonas de acopio, parque de maquinaria, instalaciones auxiliares	5
Impermeabilización del parque de maquinaria	2
PAISAJE	
Proyecto técnico de restauración ambiental y revegetación paisajística	6
Clasificación Ambiental del Territorio que incluya una zonificación	1
Conservación de valores paisajísticos para zona protegida	4
AGUAS O HIDROLOGÍA	
Disposición de posibles depósitos de materiales	1
Seguimiento analítico de las aguas procedentes de las zonas de instalaciones, parques de maquinaria y las procedentes de la excavación,	1
Barreras de retención de sedimentos, balsas de decantación, zanjas de infiltración u otros dispositivos análogos adicionales	4
Modificación de la época de obras	1
PATRIMONIO CULTURAL	
Estudio y evaluación de los inmuebles con interés patrimonial	1
Prospección arqueológica insuficiente (insuficiente concreción) o autorización insuficiente	9
Reposición de camino de interés cultural	1

Estos condicionantes que se imponen frecuentemente no son condicionantes específicos, o subsanaciones a un pequeño error del Estudio de Impacto Ambiental, al contrario, en general son condicionantes muy genéricos como el caso de ajustar el calendario de obras para evitar la afeción a la fauna o una correcta señalización del parque de maquinaria, lo que demuestra la poca importancia que se le concede a la redacción del Estudio de Impacto Ambiental.

X. CONCLUSIONES

A partir de los objetivos específicos establecidos al inicio del presente TFM se han llegado a las siguientes conclusiones principales:

1. La metodología empleada para el estudio de los impactos ambientales en las obras públicas es compatible con la ejecución de medidas que satisfacen el criterio de mejores técnicas disponibles (MTDs).
2. A través del estudio de las DIAs se puede afirmar que los condicionantes ambientales pueden afectar al trazado o dimensionamiento final de la obra.
3. Las técnicas aplicadas para corregir, mitigar, anular o compensar los impactos son adecuadas, ya que satisfacen el criterio de mejores técnicas disponibles (MTDs).
4. Ya que las Declaraciones de Impacto Ambiental son normas de obligado cumplimiento, preceptivas y vinculantes y debido a que las empresas constructoras de los proyectos estudiados en el capítulo IX siguen operando, se concluye que se han llevado o están llevando a cabo las medidas correctoras.
5. La legislación regional andaluza impone unos umbrales iguales o más estrictos en todas las obras públicas estudiadas en este TFM que la nacional.

Además de las conclusiones obtenidas a partir de los objetivos específicos establecidos al inicio del trabajo, a través del estudio realizado se ha llegado a las siguientes conclusiones de carácter complementario:

1. A pesar de segregar minuciosamente las acciones de adecuación del terreno y movimientos de tierras de las obras objeto de estudio, los impactos que producen son muy similares, ya que son causados por la maquinaria empleada que es común a todas las acciones, por tanto no resulta interesante dicha segregación.
2. Las DIAs presentan deficiencias que han sido detalladas en el capítulo IX. "Consideración de las acciones causantes de impacto ambiental en las DIAs", destacando sobre todo la falta de concreción por parte de la Administración y la falta de detalle en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

X. CONCLUSIONES

3. De lo anterior se concluye que la ejecución de las medidas correctoras requieren de un conocimiento específico en la materia a fin de conseguir resultados óptimos, ya que, en general, quedan al buen hacer del contratista.
4. La elección y la valoración de la efectividad de las medidas correctoras son más complejas cuando atienden a razones no cuantitativas.

Y es en este caso donde alcanza un gran interés: tanto la aparición de nuevas disciplinas (profesiones) que estudian campos concretos con gran detalle, como la toma de decisiones por parte de un equipo multidisciplinar.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. AIZPURÚA GIRÁLDEZ, NEREA (2010). Medidas preventivas, correctoras y compensatorias del impacto ecológico de carreteras. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Madrid
2. ALINA SOCA, N. (2004). Articulación entre proyectos de ingeniería y evaluación de impacto ambiental en el contexto técnico de la normativa Actual. El caso de las declaraciones de impacto Ambiental Emitidas en España para proyectos tipo de gran impacto. Tesis Doctoral. Madrid.
3. Andalucía. de 3 de marzo, por el que se modifican las Leyes 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental de Andalucía, 9/2010, de 30 de julio, de aguas de Andalucía, 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria, presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros y se adoptan medidas excepcionales en materia de sanidad animal.
4. Andalucía. Decreto-ley 5/2014, de 22 de abril, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
5. Andalucía. Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
6. ARCE RUIZ, Rosa (2013). *Evaluación Ambiental en la Ingeniería Civil*
7. ÁREA DE MEDIO AMBIENTE SEGURIDAD Y MOVILIDAD DEL GOBIERNO DE MADRID, Manual de buenas prácticas preventivas en obras de infraestructuras urbanas.
8. Barbero Rodríguez, Jorge et al. (2010) Aplicación de la evaluación de impacto ambiental en España en el periodo 1989-2008: El caso de los proyectos de carreteras.
9. Borrajo Sebastián, Justo (2004). Reducción del impacto ambiental, Medidas de diseño: Planta y Alzado Jornadas de Carreteras de Bajo Impacto, Planta y Alzado.
10. BORRAJO SEBASTIÁN, Justo. Efectos ambientales de la construcción de carreteras curso de dirección de obras. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
11. CARRASCO, E. (2010). "Buenas prácticas ambientales" en *Cumbre Gestión Sostenible. Asociación Española para la Calidad*.

12. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Dirección de Aguas del Gobierno Vasco. Manual de Técnicas de Ingeniería Naturalística en Ámbito Fluvial (2002).
13. Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales
14. Directiva 2011/92/UE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de Diciembre de 2011 de evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
15. Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 de evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
16. ENCOMIENDA DE GESTIÓN DE TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MATERIAS COMPETENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL (2009-2013), Actuación nº4 Asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de evaluación ambiental estratégica (EAE) LA CONSIDERACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PLANES Y PROGRAMAS – APLICACIÓN AL CASO DE PLANES Y PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE, Centro de Estudios y Experimentos de Obras Públicas.
17. España. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
18. España. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
19. España. Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
20. España. Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
21. Europa. Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del consejo de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)
22. FERRER, I. El costoso puente para ardillas que ellas desdeñan <http://elpais.com/elpais/2016/03/03/opinion/1457022747_067463.html>

23. FORNÁS COLLADO, Vicente. Las declaraciones de impacto ambiental en estaciones depuradoras de aguas residuales.
24. GÓMEZ OREA, Domingo (1999). Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
25. Guía Didáctica asignatura Contaminación de las Aguas, Máster en Ingeniería Ambiental, Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla.
26. Guía Didáctica asignatura Gestión de Residuos, Máster en Ingeniería Ambiental, Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla.
27. La Red Natura 2000 y las medidas compensatorias: aplicación en los proyectos de la red de carreteras del Estado. Jornadas sobre medidas compensatorias de proyectos de infraestructuras viarias que afectan a la Red Natura 2000.
28. Lozano, I. et al. (2009) "Criterios ambientales a incorporar en proyectos de ingeniería civil para favorecer el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental" Ingeniería Civil 154/2009.
29. MINISTERIO DE FOMENTO (2000). Instrucción de Carreteras Norma 3.1.
30. MINISTERIO DE FOMENTO (2010). Instrucción de Carreteras Norma 6.1.
31. MINISTERIO DE FOMENTO (2014). Recomendaciones para la redacción de los proyectos de construcción de carreteras
32. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004). Guía para la elaboración de estudios del medio físico.
33. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. Manual de buenas prácticas preventivas en obras de infraestructuras urbanas.
34. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. "Jornadas sobre Evaluación de Impacto Ambiental de las Infraestructuras en el Medio Natural Madrid, 24 de junio de 2009".
35. MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE (2006). Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales.
36. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (1967). Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas.
37. Pañero Huerga, José A. Vía en placa: aplicación a entornos metropolitanos.
38. PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, (2014) Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en

consulta con el Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación, Tercer Informe de Seguimiento.

39. PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, TERCER PROGRAMA DE TRABAJO, 2014-2020, (2014) Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
40. PROYECTO FÉNIX (2011). Reducción de los impactos ambientales durante la construcción y explotación de firmes asfálticos.
41. REGIÓN DE MURCIA. Programa Interreg. Guías para la elaboración de Estudios Ambientales de Proyectos con incidencia en el Medio Natural, Infraestructuras terrestres de comunicación y transportes.
42. Resolución de 1 de agosto de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Extensión de la red de cercanías de Madrid hasta Soto del Real.
43. Resolución de 10 de febrero de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Trazado N-220 de acceso al aeropuerto de Valencia, tramo enlace del aeropuerto - enlace de la V-30.
44. Resolución de 14 de abril de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Ampliación de la 1ª fase del canal de Navarra (ramal Arga-Ega) y su zona regable (Navarra).
45. Resolución de 14 de abril de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Mejora y modernización del regadío del Canal de Castronuño, término municipal de Castronuño (Valladolid).
46. Resolución de 15 de septiembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Remodelación de enlace entre la autovía del Mediterráneo (E-15/A-7) y la autovía A-92 en Viator (Almería).
47. Resolución de 16 de diciembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Ampliación y mejora del sistema general de saneamiento y depuración de Plasencia (Cáceres).

48. Resolución de 18 de diciembre de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Recuperación del dominio público hidráulico en el arroyo de Las Flores, término municipal de San Ildefonso-La Granja (Segovia).
49. Resolución de 18 de julio de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del anteproyecto de la estación depuradora de aguas residuales de Ibiza, términos municipales varios (Islas Baleares).
50. Resolución de 18 de julio de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Sistema sostenible de paso de salmones por la presa de Palombera, término municipal de Herrerías (Cantabria).
51. Resolución de 18 de junio de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Nueva estación depuradora de aguas residuales de Santiago de Compostela (A Coruña).
52. Resolución de 19 de mayo de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias.
53. Resolución de 24 de abril de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Variante de las poblaciones de Beas y Trigueros en la carretera N-435, del punto kilométrico 205,8 al 218,8 (Huelva).
54. Resolución de 26 de marzo de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Acondicionamiento del río Henares a su paso por Alcalá de Henares (Madrid).
55. Resolución de 30 de diciembre de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Trazado A-12 Autovía del Camino de Santiago, tramo: Ibeas de Juarros-Burgos (Burgos).

XI. BIBLIOGRAFÍA

56. Resolución de 7 de marzo de 2014, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Autovía A-72 Monforte de Lemos-Chantada (Lugo).
57. Revista Aguas Ecológicas Presa de los Melonares (AÑO)). Soledad Búrdalo
58. Revista Cimbra nº377 (2007). Corrección de impactos sobre la fauna en infraestructuras de transporte Págs. 30-39.
59. ROMERO GONZÁLEZ, Eladio M. (2015). Evaluación y gestión medioambiental para planes, programas y proyectos de ingeniería. Sevilla: Universidad de Sevilla.
60. SEO BIRDLFE (1997). Mortalidad de aves en un tramo de línea de ferrocarril.

