

APÉNDICE N° 3. HUELLA DE CARBONO

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETO Y ALCANCE	3
3.	CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	4
3.1.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	4
3.1.1.	Fase de construcción.....	4
3.1.2.	Fase de explotación	4
3.2.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	5
3.2.1.	Fase de construcción.....	5
3.2.2.	Fase de explotación	6
4.	MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	11
4.1.1.	Fase de construcción.....	11
4.1.2.	Fase de explotación	12

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cambio climático y el calentamiento global son dos de las principales cuestiones asociadas al desarrollo sostenible. Además, su repercusión se extiende a todos los niveles de la sociedad y de la estructura económica.

Desde la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en 2005, numerosas organizaciones reguladas han tenido que proporcionar anualmente inventarios de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este hecho motivó la aparición del concepto de la huella de carbono.

La huella de carbono es la cantidad de gases de efecto invernadero que son directa e indirectamente generados durante una actividad o durante el ciclo de vida de un producto o servicio. Esta huella se expresa en términos de CO₂ equivalente.

Las distintas organizaciones, tanto públicas como privadas, deben ser capaces de entender y gestionar adecuadamente sus emisiones de GEI si quieren demostrar una gestión sostenible de sus actividades y servicios y mantener el éxito a largo plazo en un entorno empresarial competitivo. Un sistema bien diseñado y mantenido de inventario corporativo de GEI, que se alinea con las cuestiones específicas de negocio, es una herramienta empresarial esencial y se considera cada vez más como un importante indicador de buenas prácticas de gestión.

Asimismo, actualmente muchos gobiernos están aplicando medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de políticas nacionales que incluyen la introducción de programas de comercio de emisiones, impuestos sobre el carbono o la energía, así como regulaciones y normas en materia de eficiencia energética y emisiones.

Para ello, es fundamental realizar una adecuada medición y gestión de las emisiones de CO₂. Así, las organizaciones pueden reducir el consumo de energía de sus actividades y por tanto minimizar el impacto ambiental y los costes operativos asociados.

2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es la determinación de la huella de carbono relativa al Proyecto Alternativas de conexión entre la Autovía Trujillo-Cáceres (A58) y la Autovía de La Plata (A66) en el entorno de Cáceres”.

El alcance de este trabajo incluye tanto la fase de construcción como la fase de explotación de la nueva infraestructura.

Para la fase de construcción, el cálculo de la huella de carbono se centra en la obtención de las emisiones directas de GEI (calculadas como CO₂ equivalente) asociadas a la ejecución de obras de construcción de la conexión mencionada. Para ello, se han considerado las etapas más relevantes de dicha construcción así como las unidades de obra y la maquinaria empleada más representativas en cuanto a la generación de dichas emisiones.

En cuanto a la fase de explotación, la huella de carbono incluye todas las emisiones de GEI (nuevamente en términos de CO₂ equivalente) derivadas de la utilización prevista de la infraestructura. Esto es, las emisiones generadas por la circulación futura de vehículos, tanto ligeros como pesados, por esta carretera.

Fuente: UNE ISO 14064-1:2006

3. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

3.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

A continuación, se presenta la metodología de cálculo utilizada para determinar la huella de carbono tanto para la fase de construcción como para la de explotación. Cada una de ellas tendrá una metodología de cálculo diferente que se especifica en los epígrafes siguientes:

3.1.1. Fase de construcción

Tomando como base el amplio conocimiento en la realización de proyectos de construcción de carreteras, Ineco ha desarrollado una metodología de cálculo de la huella de carbono asociada a la ejecución de dichos proyectos.

Esta metodología se basa, en primer lugar, en el análisis de numerosos proyectos de construcción de carreteras con objeto de identificar las principales actividades, unidades de obra y maquinaria típicamente asociadas que pueden generar emisiones de GEI. Las actuaciones más relevantes consideradas a la hora de realizar el cálculo de las emisiones que se van a producir durante la ejecución de los trabajos son los movimientos de tierras.

Tras esta labor, se determina que las principales emisiones atmosféricas en una obra civil se originan en la combustión de carburantes de los motores de los vehículos de transporte y maquinaria de obra.

Posteriormente, se determinan los factores de emisión a aplicar de cada máquina/vehículo y unidad de obra ejecutada. Estos factores se extraen de la guía de inventario de emisiones de la Agencia Europea de Medio Ambiente, EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guide book 2013 (anteriormente denominada EMEP CORINAIR emission inventory guidebook).

Una vez obtenidas las emisiones totales de los diferentes contaminantes, se expresan en términos de CO₂ equivalente. Los principales GEI emitidos son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y los óxidos nitrosos (N₂O). Los factores de equivalencia, potencial de calentamiento global, de todos ellos se recogen en la tabla siguiente:

Gas	Fórmula química	Potencial de calentamiento global
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310

Como se indica en la tabla, estos factores se han extraído de la norma UNE ISO 14064-1:2006.

No se han incluido en el cálculo otros GEI como los hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos o el hexafluoruro de azufre por no considerarse representativos en relación a las emisiones producidas por la maquinaria y los vehículos utilizados.

Para obtener el CO₂ equivalente final, y con ello la huella de carbono en esta etapa del proyecto, se multiplica la cantidad emitida de cada contaminante por su potencial de calentamiento global.

3.1.2. Fase de explotación

En términos generales, durante la fase de explotación de la infraestructura, las principales emisiones proceden de la circulación de los vehículos.

Para determinar estas emisiones, se ha utilizado la herramienta CO₂TA, desarrollada para estimar el consumo de combustible, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ del tráfico de vehículos que circula por una carretera.

Esta herramienta ha sido desarrollada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en colaboración con la Oficina Española de Cambio Climático y la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

CO₂TA se ha diseñado para ser aplicada en carreteras con pauta de conducción interurbana en las que los vehículos circulan con velocidades medias altas (siempre por encima de los 50 km/h), manteniendo la velocidad relativamente constante y sin que se produzca congestión, de forma que en los vehículos con motores de combustión interna las emisiones de CO₂ proceden básicamente del motor estabilizado térmicamente, por encima de 70°C. Esta limitación de la herramienta es perfectamente compatible con las características de la infraestructura que se evalúa.

Los datos de entrada que requiere la herramienta son los siguientes:

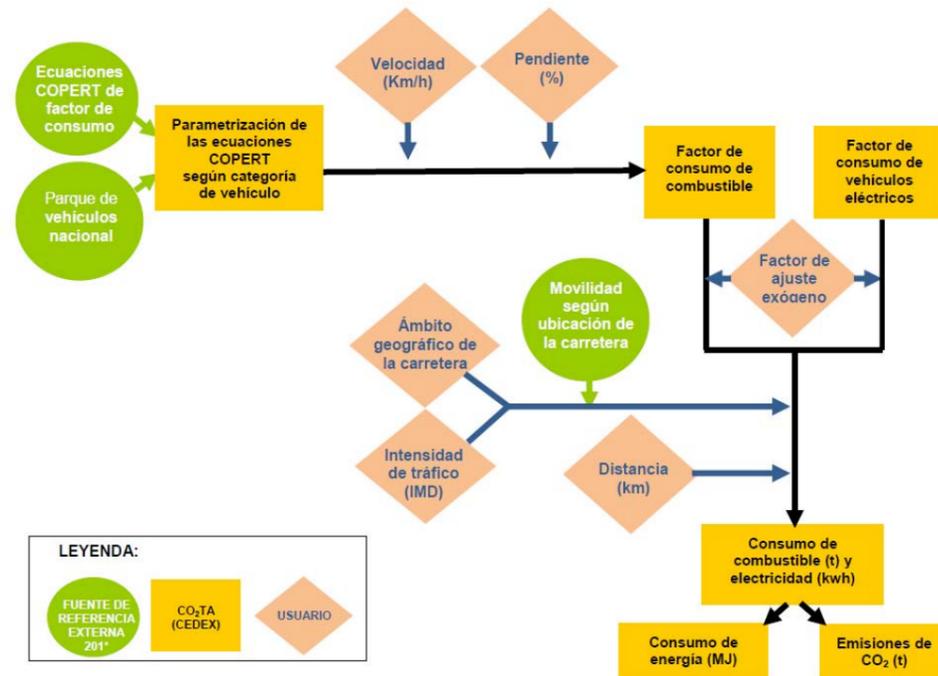
- Longitud y pendiente de la carretera
- Velocidades y frecuencia de los vehículos, ligeros y pesados.
- Provincia o Comunidad autónoma en que se ubica la carretera (opcional; la herramienta estima la intensidad de tráfico de cada categoría de vehículos aplicando los porcentajes

de distribución en función del ámbito geográfico en el que se encuentre la carretera, que la herramienta no distingue por defecto (opción estatal)).

- Factor de ajuste exógeno (también opcional; permite tener en cuenta otras consideraciones que no están implícitas en la formulación de la aplicación. El factor de ajuste exógeno puede variar entre 0,95 y 1,05. Por defecto, su valor es la unidad).

La herramienta permite introducir hasta 5 tramos diferentes, es decir, intervalos de carretera con iguales características de intensidad de tráfico y velocidad media de circulación. Además, por cada tramo, el límite de alineaciones es de 200, esto es, partes de tramos de carretera con diferentes pendientes.

A continuación se muestra un esquema que sintetiza el proceso que sigue la herramienta para estimar el consumo de combustible, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ para cada alternativa y/o escenario de cálculo:



Fuente: Guía de usuario de Herramienta CO2TA para la evaluación de las emisiones de CO₂ del tráfico por carretera

Como ya se ha mencionado anteriormente, CO2TA proporciona las emisiones para cada alternativa y/o escenario de cálculo únicamente de CO₂ y no del resto de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, el CO₂ es el GEI mayoritario derivado del tráfico rodado. Esta gran contribución a la huella de carbono total justifica que no se incluyan el resto de los GEI en el cálculo, al no ser representativos en relación a las emisiones producidas en fase de explotación.

En resumen, las emisiones de CO₂ que proporciona la herramienta serán directamente emisiones de CO₂ equivalente, ya que el factor de equivalencia es 1 (ver potencial de calentamiento global en tabla del epígrafe anterior). Esta será directamente la huella de carbono de la infraestructura en esta etapa.

3.2. RESULTADOS OBTENIDOS

3.2.1. Fase de construcción

Una vez realizados los cálculos necesarios, utilizando la metodología ya mencionada en epígrafes anteriores, los valores de emisión de CO₂ equivalente estimados totales se presentan en la tabla siguiente, distribuidos entre las actuaciones de obras valoradas.

Tramo Conexión A-66

Movimiento de tierras		
Alternativa	Mediciones	CO ₂ eq
Alternativa 1	1.108.350,65 m ³	4457,28 t
Alternativa 2	994.270,05 m ³	4241,67 t
Alternativa 3	1.189.593,39 m ³	4292,66 t
Alternativa 4	1.030.857,14 m ³	4019,43 t
Alternativa 5	1.591.883,02 m ³	5625,44 t
Alternativa 8	2.551.764,00 m ³	10.076,27 t
Alternativa 9	1.226.597,60 m ³	4.860,42 t

Tramo Conexión EX-A4

Movimiento de tierras		
Alternativa	Mediciones	CO ₂ eq
Alternativa 6	544.441,43 m ³	1406,81 t
Alternativa 7	1.025.033,75 m ³	2649,58 t

Alternativa 1:

1,0	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	11.398,6	7.235,5	4.163,1	17.194,2	10.889,0	6.305,2	28.592,8	18.124,5	10.468,3
Tramo1	6.780,5	4.315,1	2.465,4	10.227,8	6.493,6	3.734,1	17.008,2	10.808,7	6.199,5
Tramo2	4.618,1	2.920,4	1.697,7	6.966,4	4.395,4	2.571,0	11.584,5	7.315,8	4.268,7
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	102,9	102,9	-	102,9	102,9	-
Tramo1	0,0	0,0	-	61,3	61,3	-	61,3	61,3	-
Tramo2	0,0	0,0	-	41,5	41,5	-	41,5	41,5	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	493.268,1	313.111,7	180.156,5	744.438,9	471.586,5	272.852,4	1.237.707,0	784.698,1	453.008,9
Tramo1	293.421,5	186.732,2	106.689,3	442.821,6	281.229,0	161.592,6	736.243,1	467.961,2	268.281,9
Tramo2	199.846,6	126.379,5	73.467,2	301.617,3	190.357,5	111.259,8	501.463,9	316.737,0	184.727,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO₂)	35.873,0	22.771,1	13.101,9	54.134,0	34.290,7	19.843,2	90.007,0	57.061,8	32.945,1
Tramo1	21.339,1	13.580,1	7.759,0	32.201,0	20.449,2	11.751,8	53.540,1	34.029,3	19.510,8
Tramo2	14.533,9	9.191,0	5.342,9	21.933,0	13.841,6	8.091,4	36.466,8	23.032,5	13.434,3
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3.2.2. Fase de explotación

Para la fase de explotación, se han calculado las toneladas de CO₂ equivalente emitidas durante el periodo de puesta en servicio de la instalación. A partir de los datos de entrada que se comentaron en el epígrafe anterior y utilizando la herramienta CO₂TA mencionada, se ha estimado la huella de carbono durante la fase de explotación. A partir de los resultados obtenidos que se adjuntan, se han elaborado las siguientes tablas resumen que recogen los valores tanto de consumo de combustible como de emisiones de CO₂ equivalente para cada alternativa y según la tipología del vehículo (ligero o pesado):

Alternativa 2

2,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	11.100,4	7.014,7	4.085,7	16.745,5	10.555,9	6.189,6	27.845,9	17.570,6	10.275,3
Tramo1	6.560,6	4.136,8	2.423,8	9.896,4	6.225,7	3.670,7	16.457,0	10.362,6	6.094,5
Tramo2	4.539,8	2.877,8	1.661,9	6.849,1	4.330,2	2.518,9	11.388,8	7.208,0	4.180,8
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	99,7	99,7	-	99,7	99,7	-
Tramo1	0,0	0,0	-	58,8	58,8	-	58,8	58,8	-
Tramo2	0,0	0,0	-	40,9	40,9	-	40,9	40,9	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	480.361,7	303.555,4	176.806,2	725.011,5	457.160,5	267.851,0	1.205.373,2	760.715,9	444.657,3
Tramo1	283.906,3	179.019,6	104.886,7	428.474,9	269.626,9	158.848,1	712.381,2	448.646,4	263.734,8
Tramo2	196.455,4	124.535,9	71.919,5	296.536,6	187.533,6	109.003,0	492.992,0	312.069,5	180.922,5
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	34.934,4	22.076,1	12.858,3	52.721,3	33.241,8	19.479,5	87.655,6	55.317,9	32.337,8
Tramo1	20.647,1	13.019,2	7.627,9	31.157,8	19.605,5	11.552,3	51.804,9	32.624,8	19.180,2
Tramo2	14.287,2	9.056,9	5.230,4	21.563,5	13.636,2	7.927,3	35.850,7	22.693,1	13.157,6
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 3

3,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	10.944,6	6.954,7	3.990,0	16.505,2	10.465,0	6.040,2	27.449,9	17.419,7	10.030,2
Tramo1	6.611,0	4.214,8	2.396,3	9.970,7	6.342,0	3.628,8	16.581,8	10.556,7	6.025,1
Tramo2	4.333,6	2.739,9	1.593,7	6.534,5	4.123,0	2.411,5	10.868,1	6.862,9	4.005,2
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	98,8	98,8	-	98,8	98,8	-
Tramo1	0,0	0,0	-	59,9	59,9	-	59,9	59,9	-
Tramo2	0,0	0,0	-	38,9	38,9	-	38,9	38,9	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	473.623,6	300.959,2	172.664,4	714.611,1	453.222,9	261.388,2	1.188.234,7	754.182,1	434.052,6
Tramo1	286.089,1	182.391,3	103.697,8	431.694,0	274.661,1	157.032,9	717.783,1	457.052,4	260.730,7
Tramo2	187.534,5	118.567,9	68.966,6	282.917,1	178.561,8	104.355,3	470.451,6	297.129,7	173.321,9
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	34.444,3	21.887,3	12.557,0	51.964,9	32.955,4	19.009,5	86.409,3	54.842,7	31.566,5
Tramo1	20.805,9	13.264,4	7.541,4	31.391,8	19.971,6	11.420,2	52.197,7	33.236,0	18.961,7
Tramo2	13.638,5	8.622,9	5.015,6	20.573,1	12.983,9	7.589,3	34.211,6	21.606,7	12.604,9
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 4

4,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	11.317,1	7.162,4	4.154,8	17.070,6	10.779,3	6.291,4	28.387,8	17.941,6	10.446,1
Tramo1	6.858,6	4.335,9	2.522,7	10.345,2	6.525,4	3.819,8	17.203,8	10.861,3	6.342,5
Tramo2	4.458,5	2.826,5	1.632,1	6.725,4	4.253,8	2.471,5	11.183,9	7.080,3	4.103,6
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	101,8	101,8	-	101,8	101,8	-
Tramo1	0,0	0,0	-	61,6	61,6	-	61,6	61,6	-
Tramo2	0,0	0,0	-	40,2	40,2	-	40,2	40,2	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	489.742,9	309.947,4	179.795,5	739.088,3	466.833,0	272.255,2	1.228.831,2	776.780,5	452.050,7
Tramo1	296.802,3	187.634,1	109.168,2	447.906,1	282.605,7	165.300,4	744.708,4	470.239,9	274.468,5
Tramo2	192.940,6	122.313,3	70.627,3	291.182,2	184.227,3	106.954,9	484.122,8	306.540,6	177.582,2
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	35.616,6	22.541,0	13.075,7	53.744,9	33.945,1	19.799,8	89.361,5	56.486,1	32.875,5
Tramo1	21.585,0	13.645,7	7.939,3	32.570,8	20.549,3	12.021,5	54.155,8	34.195,0	19.960,8
Tramo2	14.031,6	8.895,3	5.136,4	21.174,1	13.395,8	7.778,3	35.205,8	22.291,1	12.914,7
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 5

5,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	12.057,3	7.378,9	4.678,4	18.192,8	11.104,4	7.088,4	30.250,2	18.483,3	11.766,8
Tramo1	6.824,5	4.145,2	2.679,3	10.297,8	6.238,0	4.059,8	17.122,3	10.383,2	6.739,1
Tramo2	5.232,8	3.233,7	1.999,1	7.895,1	4.866,4	3.028,6	13.127,9	8.100,1	5.027,7
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	104,9	104,9	-	104,9	104,9	-
Tramo1	0,0	0,0	-	58,9	58,9	-	58,9	58,9	-
Tramo2	0,0	0,0	-	46,0	46,0	-	46,0	46,0	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	521.774,5	319.318,3	202.456,2	787.661,7	480.914,6	306.747,1	1.309.436,2	800.232,9	509.203,3
Tramo1	295.327,8	179.380,6	115.947,2	445.842,3	270.157,7	175.684,6	741.170,0	449.538,2	291.631,8
Tramo2	226.446,7	139.937,7	86.509,0	341.819,5	210.756,9	131.062,5	568.266,2	350.694,7	217.571,5
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	37.946,1	23.222,5	14.723,7	57.277,2	34.969,0	22.308,2	95.223,4	58.191,5	37.031,9
Tramo1	21.477,8	13.045,5	8.432,3	32.420,8	19.644,1	12.776,7	53.898,6	32.689,6	21.209,0
Tramo2	16.468,4	10.177,0	6.291,4	24.856,4	15.324,9	9.531,5	41.324,8	25.501,9	15.822,9
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 6

6,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	508,5	322,5	186,0	767,0	485,3	281,8	1.275,5	807,7	467,8
Tramo1	508,5	322,5	186,0	767,0	485,3	281,8	1.275,5	807,7	467,8
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	4,6	4,6	-	4,6	4,6	-
Tramo1	0,0	0,0	-	4,6	4,6	-	4,6	4,6	-
Tramo2	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	22.003,3	13.953,9	8.049,3	33.209,2	21.015,8	12.193,5	55.212,5	34.969,7	20.242,8
Tramo1	22.003,3	13.953,9	8.049,3	33.209,2	21.015,8	12.193,5	55.212,5	34.969,7	20.242,8
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	1.600,2	1.014,8	585,4	2.414,9	1.528,1	886,8	4.015,1	2.542,9	1.472,2
Tramo1	1.600,2	1.014,8	585,4	2.414,9	1.528,1	886,8	4.015,1	2.542,9	1.472,2
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 6

7,0	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	1.999,1	1.253,6	745,5	3.015,1	1.885,7	1.129,4	5.014,2	3.139,3	1.874,9
Tramo1	1.999,1	1.253,6	745,5	3.015,1	1.885,7	1.129,4	5.014,2	3.139,3	1.874,9
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	17,8	17,8	-	17,8	17,8	-
Tramo1	0,0	0,0	-	17,8	17,8	-	17,8	17,8	-
Tramo2	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	86.509,6	54.249,8	32.259,8	130.539,7	81.666,0	48.873,6	217.049,3	135.915,8	81.133,4
Tramo1	86.509,6	54.249,8	32.259,8	130.539,7	81.666,0	48.873,6	217.049,3	135.915,8	81.133,4
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	6.291,4	3.945,3	2.346,1	9.492,6	5.938,2	3.554,3	15.784,0	9.883,6	5.900,4
Tramo1	6.291,4	3.945,3	2.346,1	9.492,6	5.938,2	3.554,3	15.784,0	9.883,6	5.900,4
Tramo2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 8

ALTERNATIVA 8	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	10.898,9	6.891,1	4.007,7	16.440,7	10.370,1	6.070,6	27.339,6	17.261,2	10.078,3
Tramo1	6.456,7	4.126,1	2.330,6	9.738,5	6.209,3	3.529,2	16.195,2	10.335,4	5.859,8
Tramo2	4.442,2	2.765,0	1.677,2	6.702,2	4.160,8	2.541,4	11.144,4	6.925,8	4.218,6
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	97,9	97,9	-	97,9	97,9	-
Tramo1	0,0	0,0	-	58,6	58,6	-	58,6	58,6	-
Tramo2	0,0	0,0	-	39,3	39,3	-	39,3	39,3	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	471.641,7	298.208,7	173.433,1	711.816,5	449.114,7	262.701,8	1.183.458,2	747.323,4	436.134,8
Tramo1	279.408,6	178.554,3	100.854,3	421.640,3	268.916,8	152.723,6	701.049,0	447.471,1	253.577,9
Tramo2	192.233,1	119.654,4	72.578,8	290.176,1	180.198,0	109.978,2	482.409,3	299.852,3	182.556,9
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	34.300,2	21.687,3	12.612,9	51.761,8	32.656,7	19.105,0	86.062,0	54.344,0	31.718,0
Tramo1	20.320,0	12.985,4	7.334,6	30.660,7	19.553,9	11.106,8	50.980,8	32.539,3	18.441,5
Tramo2	13.980,2	8.701,9	5.278,3	21.101,0	13.102,8	7.998,2	35.081,2	21.804,7	13.276,5
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Alternativa 9

Alternativa 9	Periodo 2014-2032			Periodo 2031-2042			Periodo 2014-2042		
	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados	Total	Ligeros	Pesados
Total consumo de combustible (t)	11.340,5	7.194,2	4.146,3	17.106,6	10.826,9	6.279,7	28.447,0	18.021,1	10.425,9
Tramo1	6.686,5	4.248,4	2.438,1	10.086,1	6.393,3	3.692,8	16.772,6	10.641,7	6.131,0
Tramo2	4.654,0	2.945,8	1.708,2	7.020,4	4.433,6	2.586,8	11.674,4	7.379,4	4.295,0
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total consumo de electricidad (MWh)	0,0	0,0	-	102,3	102,3	-	102,3	102,3	-
Tramo1	0,0	0,0	-	60,4	60,4	-	60,4	60,4	-
Tramo2	0,0	0,0	-	41,9	41,9	-	41,9	41,9	-
Tramo3	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Tramo5	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Total consumo de energía (GJ)	490.752,4	311.324,8	179.427,6	740.644,9	468.895,5	271.749,4	1.231.397,2	780.220,2	451.177,0
Tramo1	289.354,3	183.846,3	105.508,0	436.688,4	276.882,7	159.805,7	726.042,7	460.729,0	265.313,7
Tramo2	201.398,0	127.478,4	73.919,6	303.956,5	192.012,8	111.943,7	605.354,5	319.491,2	185.863,3
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total emisiones (tCO2)	35.690,0	22.641,1	13.048,9	53.858,1	34.095,1	19.763,0	89.548,1	56.736,2	32.811,9
Tramo1	21.043,3	13.370,3	7.673,1	31.755,0	20.133,1	11.621,9	52.798,4	33.503,4	19.295,0
Tramo2	14.646,7	9.270,9	5.375,8	22.103,1	13.961,9	8.141,1	36.749,8	23.232,8	13.516,9
Tramo3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tramo5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Consumo de combustible (t)			
Alternativa	Ligeros	Pesados	Total
Alternativa 1	15.771,4	9.104,0	28.875,40
Alternativa 2	17.570,6	10.275,3	27.845,90
Alternativa 3	17.419,7	10.030,2	27.449,90
Alternativa 4	17.941,6	10.446,1	28.387,80
Alternativa 5	18.483,3	11.766,8	30.250,20
Alternativa 6	807,7	467,8	1.275,50
Alternativa 7	3.139,3	1.874,9	5.014,20
Alternativa 8	17.261,20	10.055,70	27.316,90
Alternativa 9	18.021,10	10.425,90	28.447,00

Emisiones CO ₂ eq (t)			
Alternativa	Ligeros	Pesados	Total
Alternativa 1	49.652,9	28.651,6	78.304,5
Alternativa 2	55.317,9	32.337,8	87.655,6
Alternativa 3	54.842,7	31.566,5	86.409,30
Alternativa 4	56.486,1	32.875,5	89.361,50
Alternativa 5	58.191,5	37.031,9	95.223,40
Alternativa 6	2.542,90	1.472,2	4.015,10
Alternativa 7	9.883,6	5.900,4	15.784,00
Alternativa 8	54.344,0	31.718,0	86.062,0
Alternativa 9	56.736,20	32.811,90	89.548,10

4. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad del aire en el entorno de las obras y medios circundantes deben tomarse una serie de medidas preventivas tendentes a evitar concentraciones de partículas y contaminantes en el aire por encima de los límites establecidos en la legislación vigente.

Estas medidas recaen sobre las principales acciones del proyecto, generadoras de polvo o partículas en suspensión.

4.1.1. Fase de construcción

Los movimientos de tierra y los trasiegos de maquinaria durante la fase de construcción pueden implicar un deterioro en la calidad de vida de la población, tanto directa (disminución de la calidad del aire en las zonas habitadas) como indirectamente (afección a cultivos). Además, la vegetación y la fauna también pueden verse afectados por la emisión de polvo al medio natural.

Las zonas potencialmente afectadas por estas actividades son los núcleos industriales y viviendas situadas en el entorno de las carreteras y caminos por donde circule la maquinaria.

Además de las medidas recomendadas en el proyecto constructivo, riegos periódicos, transporte de materiales y mantenimiento de la maquinaria, se recomiendan las siguientes medidas minimizadoras del impacto:

- Ubicación de las zonas de acopio de materiales térreos: el acopio temporal de tierras y otros materiales pulverulentos se hará en zonas protegidas del viento, así como en emplazamientos que minimicen su transporte, con objeto de reducir las emisiones de partículas a la atmósfera tanto durante su acopio como en su transporte.
- Intentar evitar lo máximo posible las vías de tierra.
- Instalación de zonas de lavado de ruedas: Se instalarán plataformas de lavado de ruedas en los puntos de conexión entre los caminos de obra y elementos de la red viaria con el fin de evitar el arrastre de barro y polvo a sus calzadas.
- Revegetación temprana: El levantamiento de polvo provocado por la acción del viento sobre las superficies denudadas durante las obras se aminorará iniciando su revegetación

una vez que las superficies queden terminadas. Con ello se reducirá el tiempo de exposición frente a la erosión eólica.

- Las plantas de hormigonado, machaqueo y lavado de áridos deberán disponer de aquellos elementos protectores necesarios (filtros manga, carenados, etc.) que eviten la emisión excesiva de polvo.
- Se reducirá la caída libre de materiales en los vertidos y se ubicarán las zonas de acopio de materiales a sotavento.
- Limpieza periódica de las vías asfaltadas transitadas por la maquinaria.
- Instalación de sistemas protectores en zonas más sensibles.
- Mejora de los métodos de manipulación de los materiales. Es recomendable en este aspecto, que la manipulación de material pulverulento se lleve a cabo en instalaciones cerradas.
- Disminución de los trabajos potencialmente emisores de polvo durante los vendavales.
- En zonas que afecten a núcleos urbanos o edificaciones aisladas se planteará la posibilidad de extender una capa de zahorra en la superficie de caminos temporales.
- Impartir cursos de conducción eficiente.

4.1.2. Fase de explotación

El análisis de la calidad química del aire para la lucha contra el cambio climático adquiere cada vez más importancia tanto a nivel internacional como a nivel nacional. La contribución del transporte al cómputo global de las emisiones en España, según el inventario nacional de gases de efecto invernadero de 2011, es del 22,4 %.

Las medidas pueden ser de carácter tecnológico entre las que destacan:

- La mejora de los combustibles y lubricantes así como uso de nuevas fuentes como combustible.
- Mejor diseño de motores. Aumento de su eficiencia y mayor desarrollo del uso de vehículos eléctricos.

- Sistemas de post tratamiento de los motores: uso de filtros y catalizadores.

Así como medidas de carácter no tecnológico tales como:

- Reducir los límites de velocidad.
- Incentivar la renovación de la flota de vehículos, la adquisición de vehículos menos contaminantes, como por ejemplo vehículos eléctricos, híbridos entre otros.
- Potenciar el transporte público para pasajeros y alternativas al transporte de mercancías.