

PROYECTO DE ESPIGÓN CENTRAL DE LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE BILBAO EN EL ABRA EXTERIOR. MUELLES A-4, A-5 Y A-6



Huella de carbono de la fase obra

Noviembre 2016

Este documento ha sido elaborado por **Tecnalia Research & Innovation**

Equipo de proyecto:

Aritz Alonso

Ales Padró

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES	7
2. OBJETO	8
3. ALCANCE	9
4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	11
5. RESULTADOS.....	12
5.1. Huella de carbono	12
5.2. Grado de incertidumbre y Rango resultante de la huella de carbono.....	13
5.3. Emisiones por fuente de emisión.....	14
5.3.1. Movimiento de materiales	14
5.3.2. Movimiento de áridos	16
5.3.3. Fabricación y transporte de cemento.....	18
5.3.3. Fabricación y transporte de ferralla.....	20
5.3.4. Gasto de combustible en maquinaria de obra	21
6. CONCLUSIONES.....	23
ANEXO I. ELEMENTOS DEL PROYECTO	24
Transporte de materiales.....	25
Movimiento de áridos	26
Cemento	27
Acero B400S en barras corrugada.....	28
Gasto de combustible de maquinaria.....	29
ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fuentes de emisión.....	10
Tabla 2.	Huella de carbono relativa a cada alcance analizado.....	12
Tabla 3.	Huella de carbono relativa al movimiento de materiales.....	14
Tabla 4.	Huella de carbono relativa al movimiento de áridos.....	16
Tabla 5.	Huella de carbono relativa a la fabricación y transporte de cemento.....	18
Tabla 6.	Huella de carbono relativa a la fabricación y transporte de ferralla.....	20
Tabla 7.	Huella de carbono relativa al gasto de combustible/electricidad en maquinaria de obra.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fuentes de emisión y su alcance.....	9
Figura 2.	Contribución a la huella de carbono de los elementos considerados.....	12

1. ANTECEDENTES

El presente informe de las obras del “Proyecto de espigón central de la ampliación del puerto de Bilbao en el abra exterior. Muelles A-4, A-5 y A-6” (en adelante, el Proyecto) ha sido realizado con el objetivo de dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental del citado Proyecto.

El Proyecto, junto con el “Estudio de Impacto Ambiental” (realizado por Azti-Tecnalia) fue sometido al proceso de evaluación ambiental, el cual culminó en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) favorable mediante Resolución de 17 de abril de 2013 de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (BOE nº 110 de 8 de mayo de 2013)

El contenido de este informe abarca el cálculo de la Huella de Carbono de la fase obra del Proyecto. El análisis ha contemplado los movimientos de materiales y áridos, la fabricación y el transporte del cemento y la ferralla y el gasto de combustible de la maquinaria de obra.

2. OBJETO

El presente documento muestra los resultados obtenidos en el cálculo de la huella de carbono de la fase obra del Proyecto de Espigón Central de la Ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior “.

El objeto de este cálculo es poder añadir el criterio de “huella de carbono” a la valoración de la obra prevista, y de esta manera facilitar la consideración del efecto del proyecto sobre el cambio climático en su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, así como el de ofrecer a los responsables de la toma de decisiones sobre la ejecución del mismo, un orden de magnitud sobre la huella de carbono del proyecto.

Para el cálculo, se ha partido de las mediciones de cada alternativa y de la Base de Datos de Factores de Emisión, HueCO₂¹ aplicando la metodología de cálculo que se describe en el apartado 4. La versión utilizada ha sido BDFE v01.01. El grado de exactitud del cálculo es superior al 80%, según se justifica en el apartado 4 de este documento.

¹ Base de datos oficial del MAGRAMA para el cálculo de la huella de carbono de obras públicas.

3. ALCANCE

El cálculo de la huella de carbono de este proyecto presenta el siguiente alcance:

1. **Alcance 1. Emisiones directas;** las emisiones directas son las que se esperan de la utilización de cada uno de los elementos en la propia obra durante la etapa de construcción; una vez que la obra haya sido construida y entregada al promotor.
2. **Alcance 2. Emisiones indirectas:** emisiones relativas al consumo de electricidad o vapor en instalaciones
3. **Alcance 3.** las emisiones indirectas consideradas son aquellas que aportan los materiales durante su fabricación; en ocasiones, algunos factores de emisión presentan alcances superiores (p.ej. transporte de arena a una planta de hormigón para la dosificación de un hormigón elaborado fuera de la obra); cada factor de emisión tiene una ficha descriptiva en la que se especifica su alcance y que puede ser consultada en: www.hueco.tecniberia.org

En el siguiente gráfico se pueden consultar las distintas categorías de emisiones consideradas:

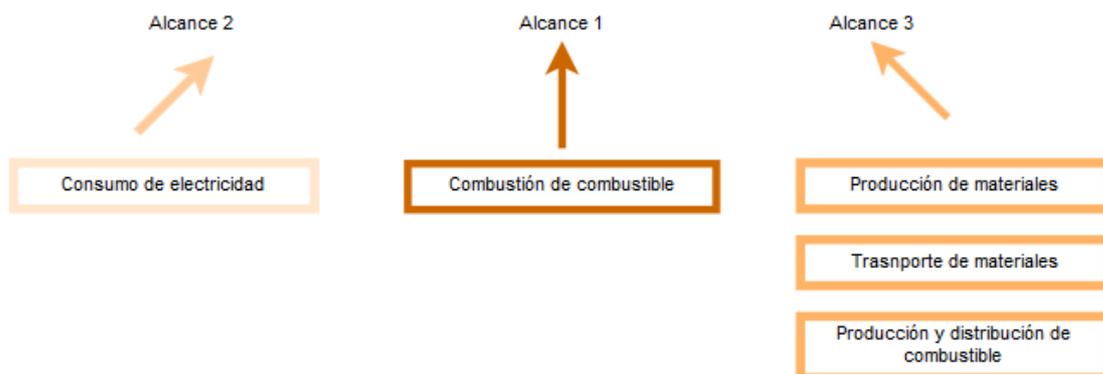


Figura 1. Fuentes de emisión y su alcance.

En el caso del Proyecto que nos concierne las fuentes de emisión significantes en la obra de se presentan en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Fuentes de emisión

Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Vehículos y maquinaria		
Combustión de combustible por vehículos		Producción y distribución de combustible
Combustión de combustible en general por unidad en el sitio de trabajo		Producción y distribución de combustible
	Electricidad consumida	Generación y distribución de electricidad consumida
Materiales		
		Producción de materiales
		Transporte de materiales

4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de la huella de carbono se ha utilizado la siguiente metodología:

- Recopilación de todos los elementos de maquinaria y de materiales proyectados a ser utilizados en la construcción de la obra con sus cantidades respectivas.
- Introducción de la cantidad de cada elemento.
- Multiplicación de la cantidad de cada elemento por su factor de emisión hueCO2 correspondiente.
- Sumatorio de las emisiones.
- Resultado de la huella de carbono total del Proyecto en kg CO2 equivalente, cálculo del grado de incertidumbre y rango de la huella de carbono total resultante.

Para contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de un país, entidad, actividad o producto, se usan factores de emisión. Permiten convertir los datos de una actividad en emisiones estimadas.

Así pues, las emisiones de GEI se calculan como sigue:

$$\boxed{\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de la actividad} \times \text{Factor de emisión}}$$

Los datos de actividad² se expresan por ejemplo en litros de combustible utilizados o en número de kilómetros recorridos y los factores de emisión³ generalmente se expresan en kg CO₂ equivalente por la unidad de la actividad analizada.

La huella de carbono de un país, entidad, actividad o producto se obtiene al sumar la totalidad de los GEI emitidos por el sistema estudiado y está expresada en kg CO₂ equivalente.

² Se pueden consultar los datos de actividad de los distintos elementos del proyecto contemplados en el Anexo I

³ Los Factores de emisión empleados se pueden consultar en el Anexo II

5. RESULTADOS

5.1. Huella de carbono

La huella de carbono (en kg CO₂ eq) de las diferentes alternativas del cálculo de la huella de carbono del Proyecto “ es:

Tabla 2. Huella de carbono relativa a cada alcance analizado.

Alcance	Huella de carbono
	Kg CO ₂ eq.
Alcance 1	11.885.295
Alcance 2	206.436
Alcance 3	65.525.353
TOTAL	77.617.084

En la siguiente gráfica podemos observar la contribución de los disintos elementos considerados al total de la huella generada.

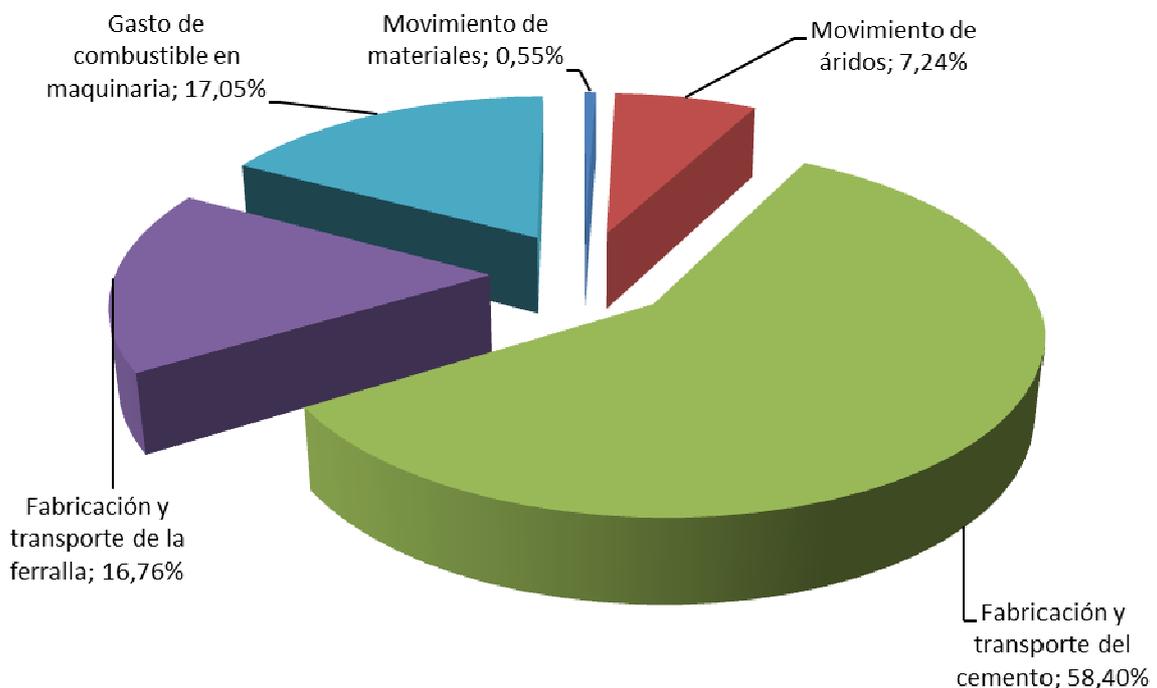


Figura 2. Contribución a la huella de carbono de los elementos considerados.

5.2. Grado de incertidumbre y Rango resultante de la huella de carbono

Los factores de emisión tienen asociado una matriz de incertidumbre con el objetivo de informar sobre la calidad de los valores. Los valores están analizados según cuatro criterios: la fuente del dato, la cobertura geográfica, la cobertura temporal, metodología de cálculo seguida. Y cada uno de esos criterios se divide en tres niveles de calidad, con una puntuación que varía entre 1 y 3.

Los niveles de puntuación tienen a su vez asociado un porcentaje según la matriz:

Mayor o igual a 1 y menor de 1,5	5%
Mayor o igual a 1,5 y menor de 2	10%
Mayor o igual a 2 y menor o igual a 3	20%

El grado de incertidumbre del cálculo de la huella de carbono se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de incertidumbre de la huella} = \frac{\sum(\text{grado de incertidumbre} \times \text{emisiones})}{\text{Huella total}}$$

Siguiendo la matriz de porcentajes, al proyecto se le asigna un 5% de incertidumbre.

Por lo tanto, el rango resultante de la huella de carbono del proyecto "Proyecto 1" es:

Resultados: Rango resultante de la huella de carbono		
Huella de carbono TOTAL		
73.736.230	-	81.497.938

5.3. Emisiones por fuente de emisión

5.3.1. Movimiento de materiales

Tabla 3. Huella de carbono relativa al movimiento de materiales

		Tipo de material		Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades	
MOVIMIENTO DE MATERIALES	Construcción del espigón central	Escollera	50-100 kg	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	269.951	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	24.943	kg CO2 eq	
			100-200 kg	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	80.474	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	7.436	kg CO2 eq	
		Grava de enrase	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	25.208	kg CO2 eq		
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	2.329	kg CO2 eq		
		Hormigón HA-30	En superestructura	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	14.163	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	1.361	kg CO2 eq
			En interior de tubo de PVC en juntas	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	136	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	13	kg CO2 eq
	Preparación de la cantera	Sost. de taludes mediante horm. proyectado HP-250	Habilitación de accesos	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	344	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	77	kg CO2 eq
			Configuración de taludes estables	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	206	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	46	kg CO2 eq
			Sost. talud de pozo sup.	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	43	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	10	kg CO2 eq
		Horm. proyectado	En visera de	Total	Camión	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	87	kg CO2 eq

Tipo de material			Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades
HP-30	protección y taludes	hormigón	hormigonera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	19	kg CO2 eq
	Sostenimiento de galería	Total hormigón	Camión hormigonera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	323	kg CO2 eq
Horm. bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring		Total hormigón	Camión hormigonera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	72	kg CO2 eq
				Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	42	kg CO2 eq
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	4	kg CO2 eq

TOTAL	Alcance 1	-	kg CO2 eq
	Alcance 2	-	kg CO2 eq
	Alcance 3	427.289	kg CO2 eq
	TOTAL	427.289	kg CO2 eq

5.3.2. Movimiento de áridos

Tabla 4. Huella de carbono relativa al movimiento de áridos

		Tipo de material		Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades	
MOVIMIENTO DE ÁRIDOS	Construcción del espigón central	Pedraplén	En trasdós de cajones	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	2.040.851	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	188.573	kg CO2 eq	
			Material de filtro en trasdós de cajones	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	287.028	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	26.521	kg CO2 eq	
		Todo-uno en mota de confinamiento	Cantera	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	511.963	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	47.305	kg CO2 eq	
			Punta Lucero	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	410.894	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	88.588	kg CO2 eq	
		Suelo adecuado		Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	1.012.799	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	93.582	kg CO2 eq	
		Material granular en juntas		Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	32.989	kg CO2 eq	
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	3.048	kg CO2 eq	
		Hormigón HA-30	En cajones	Áridos	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	619.466	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	57.238	kg CO2 eq
			En superestructura	Áridos	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	108.486	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	10.024	kg CO2 eq
			En interior de tubo de PVC en juntas	Áridos	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	1.041	kg CO2 eq
						Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	96	kg CO2 eq
Sost. de taludes mediante horm. proyectado HP-250	Habilitación de accesos	Áridos	Camión bañera	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	1.757	kg CO2 eq		
				Producción	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	162	kg CO2 eq		

		Tipo de material		Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades
Exploación de la cantera	Horm. proyectado HP-250	Configuración de taludes estables	Áridos	Camión bañera	diésel							
					Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	1.052	kg CO2 eq
		Sost. talud de pozo sup.	Áridos	Camión bañera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	97	kg CO2 eq
					Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	220	kg CO2 eq
		En visera de protección y taludes	Áridos	Camión bañera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	20	kg CO2 eq
					Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	444	kg CO2 eq
		Sostenimiento de galería	Áridos	Camión bañera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	41	kg CO2 eq
					Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	1.650	kg CO2 eq
		Horm. bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring	Áridos	Camión bañera	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	152	kg CO2 eq
					Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	213	kg CO2 eq
	Transporte áridos	desde frente hasta boca del pozo sup.	Camión	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	20	kg CO2 eq	
				Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	36.761	kg CO2 eq	
		desde frente hasta boca del pozo inf.	Camión	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	2.989	kg CO2 eq	
				Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	30.387	kg CO2 eq	
			Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	2.059	kg CO2 eq		

TOTAL	Alcance 1	-	kg CO2 eq
	Alcance 2	-	kg CO2 eq
	Alcance 3	5.618.521	kg CO2 eq
	TOTAL	5.618.521	kg CO2 eq

5.3.3. Fabricación y transporte de cemento

Tabla 5. Huella de carbono relativa a la fabricación y transporte de cemento

		Tipo de material		Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades
FABRICACIÓN Y TRANSPORTE DEL CEMENTO	Construcción del espigón central	En cajones	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	38.060.739	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	162.610	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	17.230	kg CO2 eq
		En superestructura	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	6.665.526	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	28.478	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	3.018	kg CO2 eq
		En interior de tubo de PVC en juntas	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	63.978	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	273	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	29	kg CO2 eq
	Preparación de la cantera	Habilitación de accesos	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	107.940	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	461	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	49	kg CO2 eq
		Configuración de taludes estables	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	64.764	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	277	kg CO2 eq
				Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	29	kg CO2 eq

Tipo de material			Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades
Horm. proyectado HP-30	Sost. talud de pozo sup.	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	13.493	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	58	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	6	kg CO2 eq
	En visera de protección y taludes	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	27.270	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	117	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	12	kg CO2 eq
	Sostenimiento de galería	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	101.394	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	433	kg CO2 eq
			Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	46	kg CO2 eq
Horm. bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring	Cemento	-	Fabricación del cemento	3	771	1,25	5%	kg CO2 eq/t	13.115	kg CO2 eq	
		Camión cisterna	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	56	kg CO2 eq	
		Camión cisterna	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	6	kg CO2 eq	

TOTAL	Alcance 1	-	kg CO2 eq
	Alcance 2	-	kg CO2 eq
	Alcance 3	45.331.406	kg CO2 eq
	TOTAL	45.331.406	kg CO2 eq

5.3.3. Fabricación y transporte de ferralla

Tabla 6. Huella de carbono relativa a la fabricación y transporte de ferralla

		Tipo de material	Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades
FABRICACIÓN Y TRANSPORTE DE LA FERRALLA	Construcción del espigón central	Acero B400S en barras corrugadas	-	Fabricación del acero	3	1400	2	20%	kg CO2 eq/t	12.961.564	kg CO2 eq
			Camión	Transporte	3	0,122	1,25	5%	kg CO2 eq/tkm	44.051	kg CO2 eq
			Camión	Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	3.015	kg CO2 eq

TOTAL	Alcance 1	-	kg CO2 eq
	Alcance 2	-	kg CO2 eq
	Alcance 3	13.008.630	kg CO2 eq
	TOTAL	13.008.630	kg CO2 eq

5.3.4. Gasto de combustible en maquinaria de obra

Tabla 7. Huella de carbono relativa al gasto de combustible/electricidad en maquinaria de obra

		Tipo de material	Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades	
GASTO DE COMBUSTIBLE DE MAQUINARIA DE OBRA	Construcción del espigón central	Dragado de acondicionamiento	Draga de succión en marcha	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	17.480	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	1.754	kg CO2 eq	
		Relleno de arena en celdas	Draga de succión en marcha	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	517.023	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	51.891	kg CO2 eq	
		Relleno hidráulico de arena	Draga de succión en marcha	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	8.294.603	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	832.481	kg CO2 eq	
		Escollera	50-100 kg	Ganguil	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	218.704	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	21.950	kg CO2 eq
			100-200 kg	Ganguil	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	65.197	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	6.543	kg CO2 eq
		Grava de enrase		Ganguil	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	20.423	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	2.050	kg CO2 eq
		Pedraplén	En trasdós de cajones	Tractor de cadenas D5K LGP	Actividad	1	20,88	2	20%	kg CO2 eq/h	140.615	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	15.031	kg CO2 eq
			Material de filtro en trasdós de cajones	Tractor de cadenas D5K LGP	Actividad	1	20,88	2	20%	kg CO2 eq/h	19.776	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	2.114	kg CO2 eq
		Todo-uno en mota de confinamiento	Total	Tractor de cadenas D5K LGP	Actividad	1	20,88	2	20%	kg CO2 eq/h	331.869	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	35.476	kg CO2 eq

Tipo de material			Vehículo de transporte	Fuente de emisión	Alcance	Factor de emisión	Grado de incertidumbre	Porcentaje de incertidumbre	Unidades	Emisiones	Unidades	
Exploitación de la cantera	Suelo adecuado		Motoniveladora 14M	Actividad	1	44,118	2	20%	kg CO2 eq/h	521	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	75	kg CO2 eq	
			Compactadora CS-56	Actividad	1	33,486	2	20%	kg CO2 eq/h	883	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	101	kg CO2 eq	
	Hormigón HA-30	En cajones	Total hormigón	Hormigonera	Electricidad	2	0,399	1	5%	kg CO2/kWh	206.436	kg CO2 eq
					Electricidad	3	0,035	1,75	10%	kg CO2/kWh	18.108	kg CO2 eq
	Cajones			Remolcador	Combustión diesel	1	2,471	1	5%	kg CO2 eq/litro	38.548	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	3.869	kg CO2 eq
	Transporte áridos		desde frente hasta boca del pozo sup.	Retroexcavadora	Actividad	1	25,946	2	20%	kg CO2 eq/h	31.272	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	9.864	kg CO2 eq
			desde frente hasta boca del pozo inf.	Retroexcavadora	Actividad	1	25,946	2	20%	kg CO2 eq/h	21.542	kg CO2 eq
					Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	6.795	kg CO2 eq
desde tunel sup. hasta boca del pozo inf.			Pala cargadora	Actividad	1	81,79	2	20%	kg CO2 eq/h	776.198	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	47.071	kg CO2 eq	
desde tunel inf. hasta acopio exterior			Pala cargadora	Actividad	1	81,79	2	20%	kg CO2 eq/h	1.390.643	kg CO2 eq	
				Producción diesel	3	0,248	1,75	10%	kg CO2 eq/litro	84.333	kg CO2 eq	

TOTAL	Alcance 1	11.885.295	kg CO2 eq
	Alcance 2	206.436	kg CO2 eq
	Alcance 3	1.139.507	kg CO2 eq
	TOTAL	13.231.239	kg CO2 eq

6. CONCLUSIONES

La utilización de la huella de carbono surge como un instrumento de información para la comunicación del desempeño ambiental de una entidad a todas sus partes interesadas. Además de cómo indicador para tomar decisiones a la hora de reducir las emisiones asociadas a una actividad, producto o servicio.

A la vista de los resultados obtenidos en el caso que nos ocupa, podemos decir que el mayor impacto que se generará durante el Proyecto será en lo relativo a la fabricación y transporte del cemento, y más concretamente en lo que al la fabricación de este se refiere. Esto supone algo lógico, ya que la construcción del futuro espigón, con una gran superficie estimada, necesitará gran cantidad de cemento, por lo que la fabricación de este supondrá un gran impacto.

ANEXO I. ELEMENTOS DEL PROYECTO

La Tablas siguientes muestran la lista de los elementos considerados en el cálculo de la huella de carbono del Proyecto.

Transporte de materiales

	Descripción		Ctd (t)	Vehículo (comb)	Capacidad (t)	Dis. por viaje (km)	Ctd. comb (litros)	Valor del Indicador	Unidad		
Construcción del espigón central	Escollera	50-100 kg	110.636	Camión bañera (diésel)	22	20	100.577,8	2.212.710	tkm		
		100-200 kg	32.981	Camión bañera (diésel)	22	20	29.982,9	659.623	tkm		
	Grava de enrase		10.331	Camión bañera (diésel)	22	20	9.391,9	206.623	tkm		
Explotación de la cantera	Hormigón HA-30	En superestructura		58.047	Camión hormigonera (diésel)	21,15	2	5.489,1	116.094	tkm	
		En interior de tubo de PVC en juntas		557	Camión hormigonera (diésel)	21,15	2	52,7	1.114	tkm	
	Sost. de taludes mediante horm. proyectado HP-250	Habilitación de accesos	Total hormigón	940	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	311,1	2.820	tkm	
		Configuración de taludes estables	Total hormigón	564	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	186,7	1.692	tkm	
		Sost. talud de pozo sup.	Total hormigón	118	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	38,9	353	tkm	
		En visera de protección y taludes		Total hormigón	237	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	78,6	712	tkm
	Horm. proyectado HP-30	Sostenimiento de galería		Total hormigón	883	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	292,2	2.649	tkm
		Horm. bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring		Total hormigón	114	Camión hormigonera (diésel)	21,15	3	16,2	343	tkm

Movimiento de áridos

	Descripción		Ctd (t)	Vehículo (comb)	Cap. vehículo (t)	Dis. por viaje (km)	Ctd. comb (litros)	Valor del Indicador	Unidad
Construcción del espigón central	Pedraplen	En trasdós de cajones	836.414	Camión bañera (diésel)	22	20	760.377	16.728.287	tkm
		Material en filtro en trasdós de cajones	117.634	Camión bañera (diésel)	22	20	106.940	2.352.689	tkm
	Todo-uno en mota de confinamiento	Cantera	209.821	Camión bañera (diésel)	22	20	190.746	4.196.420	tkm
		Punta Lucero	1.122.660	Camión bañera (diésel)	22	3	357.210	3.367.980	tkm
	Suelo adecuado		415.081	Camión bañera (diésel)	22	20	377.347	8.301.628	tkm
	Material granular en juntas		13.520	Camión bañera (diésel)	22	20	12.291	270.405	tkm
	En cajones		253.879	Camión bañera (diésel)	22	20	230.799	5.077.586	tkm
	En superestructura		44.462	Camión bañera (diésel)	22	20	40.420	889.231	tkm
	En interior de tubo de PVC en juntas		427	Camión bañera (diésel)	22	20	388	8.535	tkm
Preparación de la cantera	Habilitación de accesos		720	Camión bañera (diésel)	22	20	655	14.400	tkm
	Configuración de taludes estables		432	Camión bañera (diésel)	22	20	393	8.640	tkm
	Sost. talud de pozo sup.		90	Camión bañera (diésel)	22	20	82	1.800	tkm
	En visera de protección y taludes		182	Camión bañera (diésel)	22	20	165	3.638	tkm
	Sostenimiento de galería		676	Camión bañera (diésel)	22	20	615	13.527	tkm
	Horm. Bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring		87	Camión bañera (diésel)	22	20	80	1.750	tkm
Explotación de la cantera	desde frente hasta boca del pozo sup.		602.640	Camión (diésel)	25	0,5	12.053	301.320	tkm
	desde frente hasta boca del pozo inf.		498.150	Camión (diésel)	30	0,5	8.303	249.075	tkm

Cemento

	Descripción	Ctd (t)	Vehículo (comb)	Cap. vehículo (t)	Dis. por viaje (km)	Ctd. comb (litros)	Valor del Indicador (tkm)
Construcción del espigón central	En cajones	49.365	Camión cisterna (diésel)	27	27	69.477	1.332.866
	En superestructura	8.645	Camión cisterna (diésel)	27	27	12.167	233.423
	En interior de tubo de PVC en juntas	83	Camión cisterna (diésel)	27	27	117	2.240
Preparación de la cantera	Habilitación de accesos	140	Camión cisterna (diésel)	27	27	197	3.780
	Configuración de taludes estables	84	Camión cisterna (diésel)	27	27	118	2.268
	Sost. talud de pozo sup.	18	Camión cisterna (diésel)	27	27	25	473
	En visera de protección y taludes	35	Camión cisterna (diésel)	27	27	50	955
	Sostenimiento de galería	132	Camión cisterna (diésel)	27	27	185	3.551
	Horm. Bombeado HA-30 en losa de asiento de Raise Boring	17	Camión cisterna (diésel)	27	27	24	459

Acero B400S en barras corrugada

	Ctd (t)	Vehículo (comb)	Cap. vehículo (t)	Dis. por viaje (km)	Ctd. comb (litros)	Valor del Indicador (tkm)
Construcción del espigón central	9.258	Camión	27	39	12.157	361.072

Gasto de combustible de maquinaria

	Descripción		Ctd (m3)	Vehículo (comb)	Capacidad (m3)	Ctd. comb (litros)
Construcción del espigón central	Dragado de acondicionamiento		58.949	Draga de succión en marcha (diésel)	5.000	7.074
	Relleno de arena en celdas		348.727	Draga de succión en marcha (diésel)	5.000	209.236
	Relleno hidráulico de arena		6.293.962	Draga de succión en marcha (diésel)	30.000	3.356.780
	Escollera	50-100 kg	61.464	Ganguil (diésel)	300	88.508
	Escollera	100-200 kg	18.323	Ganguil (diésel)	300	26.385
	Grava de enrase		5.740	Ganguil (diésel)	300	8.265

	Descripción		Ctd (ud)	Vehículo (comb)	Capacidad (ud)	Ctd. comb (litros)
Construcción del espigón central	Cajones		26	Remolcador	0,5	15.600

	Descripción		Ctd (m3)	Vehículo (comb)	Capacidad (m3)	Consumo	Ctd. comb (litros)	Actividad (h)	
Construcción del espigón central	Pedraplen	En trasdós de cajones	464.675	Tractor de cadenas (Bulldozer) (diésel)	2,3	9	60.610	6.734	
		Material en filtro en trasdós de cajones	65.352	Tractor de cadenas (Bulldozer) (diésel)	2,3	9	8.524	947	
	Todo-uno en mota de confinamiento	Total	1.096.692	Tractor de cadenas (Bulldozer) (diésel)	2,3	9	143.047	15.894	
	Suelo adecuado			329.874	Motoniveladora (diésel)	4,2	25,75	304	12
					Compactadora (diésel)	2,2	15,5	409	26
Explotación de la cantera	Transporte áridos	desde tunel sup. hasta boca del pozo inf.	496.000	Pala cargadora (diésel)	3	20	189.803	9.490	
		desde tunel inf. hasta acopio exterior	906.000	Pala cargadora (diésel)	3	20	340.052	17.003	

	Descripción		Ctd (t)	Vehículo (comb)	Capacidad (t)	Consumo	Ctd. comb (litros)	Actividad (h)
Explotación de la cantera	Transporte áridos	desde frente hasta boca del pozo sup.	602.640	Retroexcavadora (diésel)	25	33	39.774	1.205
		desde frente hasta boca del pozo inf.	498.150	Retroexcavadora (diésel)	30	33	27.398	830

	Descripción		Ctd (t)	Vehículo (comb)	Consumo (Kwh)
Construcción del espigón central	Hormigón HA-30	En cajones	331.454	Hormigonera (electricidad)	517.384

ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS

Código	Categoría	Unidad	Denominación	Factor de Emisión	Unidades	Grado de certidumbre
HUE.E.1.1	E	L	Diesel (alcance 1)	2,471	kg CO ₂ eq / L	1
HUE.E.1.2	E	L	Diesel (alcance 3)	0,248	kg CO ₂ eq / L	1,75
HUE.E.1.3	E	kWh	Electricidad (alcance 2)	0,399	kg CO ₂ eq / kWh	1
HUE.E.1.4	E	kWh	Electricidad (alcance 3)	0,035	kg CO ₂ eq / kWh	1,75
HUE.MQ.1.1	MQ	h	Tractor de cadenas/Dozer de cadenas < 78 kW (104 cv)	20,88	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.2.6	MQ	h	Excavadora neumática	25,946	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.4.2	MQ	h	Motoniveladora 144-193kW (193-259 cv)	44,118	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.5.10	MQ	h	Pala cargadora sobre cadenas 3,21 m ³ de capacidad 196 kW (263 cv)	81,79	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.6.5	MQ	h	Camión/Dumper articulado 234 kW (314 cv) de 20-30 t de 14 a 18 m ³ de capacidad	49,671	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.6.8	MQ	h	Camión cisterna	46,769	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MQ.6.9	MQ	h	Camión hormigonera 6-9m ³	25,946	kg CO ₂ eq / h	1,5
HUE.MQ.7.5	MQ	h	Compactador vibratorio de suelos 117-129,5 kW (157-173 cv) 14 a 19 t	33,486	kg CO ₂ eq / h	2
HUE.MT.02.1	MT	t	Cemento (general)	771	kg CO ₂ eq / t	1,25
HUE.MT.03.2	MT	t	Barras de acero corrugado para hormigón armado (59% de material reciclado)	1400	kg CO ₂ eq / t	2
HUE.T.1.1	T	t.km	Camión de transporte general	0,122	kg CO ₂ eq / t.km	1,25