

EMISIONES FUGITIVAS EN LA MINERÍA DE CARBÓN

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	05.01.01/05.01.02
CRF	1B1a
NFR	1B1a

Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta ficha se describen las emisiones fugitivas derivadas de la extracción, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón en las minas activas en España, tanto a cielo abierto como subterráneas. Se contemplan además las emisiones que tienen lugar en las minas subterráneas una vez abandonada la actividad en las mismas. En todo el proceso se han considerado los diferentes tipos de carbón que se extraen en España ya que no todos los carbones son gaseosos.

El contaminante principal es el metano (CH₄), aunque también pueden producirse emisiones de material particulado durante la manipulación del mineral extraído en las minas a cielo abierto. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (NMVOC, en sus siglas en inglés) se consideran despreciables¹.

Las emisiones de metano en minas de carbón subterráneas, se producen por las salidas de los pozos de ventilación. La ventilación en las minas subterráneas se realiza para asegurar la calidad del aire en el ambiente de trabajo durante el proceso extractivo del mineral. Con la ventilación también se evita la formación de atmósferas explosivas en minas de carbón grisuosas, garantizando la seguridad en el puesto de trabajo.

En cuanto a las emisiones de las minas a cielo abierto, provienen del posible metano que exista en las capas que no se han explotado pero que se han visto alteradas durante el proceso de extracción (incremento en la fracturación, aparición de grietas y mayor superficie expuesta). El contenido en metano de estas capas es bastante inferior al de las que se explotan por minería subterránea puesto que ya han sufrido procesos de desgasificación.

La fase de post-producción hace referencia a la manipulación, procesamiento y transporte del carbón a las instalaciones de tratamiento dentro de la propia mina o en las cercanías. Estas emisiones son muy inferiores a las que se producen en el proceso previo de extracción.

Cuando el estéril de mina se deposita en las escombreras ubicadas dentro del perímetro de la explotación minera siempre hay presente alguna cantidad de mineral que no ha podido separarse de la ganga o estéril. Este mineral ya está totalmente desgasificado y no se producen emisiones de CH₄. Si podría haber emisiones de CO₂ en el hipotético caso de que se iniciase la combustión del carbón remanente presente en la escombrera pero en la minería española se evitan estas situaciones en la medida de lo posible, mediante la aplicación de medidas preventivas para evitar los procesos de autocombustión que podrían tener lugar en la escombrera.

Esta misma conclusión puede hacerse extensiva a las pilas de almacenamiento de carbón en parques de centrales térmicas, siderurgias, y otras instalaciones que necesiten disponer de acopio de carbón. Cuando el mineral llega a estas instalaciones, llega totalmente desgasificado, con lo cual las posibles emisiones de gases efecto invernadero a las que podría dar lugar serían debidas a fenómenos de autocombustión con la consiguiente formación de CO₂. Como ocurre en el caso de las minas, la aplicación de medidas preventivas evita la aparición de estos fenómenos.

Cuando finaliza la actividad en una mina de carbón gaseosa, las emisiones de metano continúan. Inicialmente, los ratios de emisión son importantes, pero decrecen rápidamente en un intervalo de tiempo relativamente pequeño, alcanzando una velocidad de desorción bastante inferior que se mantiene prácticamente constante.

El ratio de emisión de gas a la atmósfera desde el interior de la mina abandonada se verá afectado por las condiciones del abandono y por si la mina se ha inundado o no. Lógicamente, si la mina se ha inundado, no hay posibilidad de que el metano que permanece en el carbón sin explotar alcance la superficie. En algunas minas abandonadas se mantienen "respiraderos"/tubos de ventilación al exterior para rebajar la acumulación de presión resultante de la desorción y el flujo de gas en la mina. También se procede al sellado de las áreas ya explotadas, incluso cuando la mina aún está activa.

¹ INV-ESP-JE/ENER/2015-001



Figura 1. Proyecto de restauración Mina de As Pontes. ENDESA. Mina de As Pontes en el año 2006 (arriba). Lago As Pontes en el año 2015 (abajo). As Pontes de García Rodríguez (La Coruña)

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
NA	✓	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes				
NO _x	NM VOC	SO _x	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAHs	HCB	PCBs
NA	NE	NA	NA	✓	✓	✓	NA	NA	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP

Sectores del Inventario vinculados

Esta actividad se estima de manera independiente del resto de actividades del Inventario Nacional.

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
Minería activa a cielo abierto (Producción de carbón)			
CH ₄	T2	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.4.	Se aplica un factor de emisión a la producción bruta de carbón en las minas a cielo abierto que se consideran gaseosas.
Minería activa a cielo abierto (Post-producción)			
CH ₄	T2	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.4.	Se aplica un factor de emisión a la producción bruta de carbón en la minería a cielo abierto, en aquellas explotaciones consideradas gaseosas. Se considera un factor de emisión un 30% inferior al factor de emisión de producción, al no realizarse drenaje previo.
TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5}	T2	Guía EMEP/EEA (2016), Capítulo 1B1a	Se aplica un factor de emisión a la producción bruta de carbón en la minería de cielo abierto.
Minería activa subterránea (Producción de carbón)			
CH ₄	T2	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.3.	Se aplica un factor de emisión a la producción bruta de carbón en las minas subterráneas que se consideran gaseosas.
Minería activa subterránea (Post-producción)			
CH ₄	T2	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.3.	Se aplica un factor de emisión a la producción bruta de carbón en la minería subterránea, en aquellas explotaciones consideradas gaseosas. Se considera un factor de emisión un 30% inferior al factor de emisión de producción, al no realizarse drenaje previo.
Minería subterránea abandonada			
CH ₄	T2	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.5.	Se tienen en cuenta sólo las explotaciones gaseosas abandonadas y no inundadas. El índice de emisiones promedio se estima aplicando el parámetro bajo por defecto. Se calcula un factor de emisión en función del tipo de carbón de cada explotación (valores por defecto) y los años transcurridos desde el cierre. Se consideran cierres desde el año 1983. No se produce recuperación de metano de las minas abandonadas ni tampoco quema de metano en antorcha.

Variable de actividad

Variable	Descripción
Minería activa a cielo abierto	
1990-2016	Producción bruta de carbón de las explotaciones a cielo abierto consideradas gaseosas
Minería activa subterránea	
1990-2016	Producción bruta de carbón de las explotaciones subterráneas consideradas gaseosas
Minería subterránea abandonada	
1983-2016	Número de minas subterráneas gaseosas abandonadas

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
Minería activa a cielo abierto	
1990-2013	Inventario de minas españolas desde 1990 incluido en el estudio "REVISIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LAS MINAS EN ESPAÑA" ² , elaborado por la Asociación para Investigación y el Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN)
2014-2016	Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD)
Minería activa subterránea	
1990-2013	Inventario de minas españolas desde 1990 incluido en el estudio "REVISIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LAS MINAS EN ESPAÑA" ² , elaborado por AITEMIN
2014-2016	MINETAD
Minería subterránea abandonada	
1983-2013	Inventario de minas abandonadas en España incluido en el estudio "ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LAS MINAS ABANDONADAS EN ESPAÑA Y DESARROLLO DE UNA MEJORA METODOLÓGICA EN LA ESTIMACIÓN DE LAS MISMAS EN EL INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES" ³ , elaborado por AITEMIN
2014-2016	MINETAD

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
Minería activa a cielo abierto				
CH ₄	1990-2016	CS	Asociación para Investigación y el Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN)	<ul style="list-style-type: none"> - Para la producción, factores de emisión específicos, media ponderada del contenido del gas en las capas de carbón basados en mediciones realizadas por AITEMIN - Para la post-producción, 30% del factor de emisión de producción, según IPCC 2006 (Apdo. 4.1.3.2.)
TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5}	1990-2016	D	Guía EMEP/EEA (2016), Capítulo 1B1a, Tabla 3-2	Factor de emisión basado en la producción de carbón
Minería activa subterránea				
CH ₄	1990-2016	CS	Asociación para Investigación y el Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN)	<ul style="list-style-type: none"> - Para la producción, factores de emisión específicos, media ponderada del contenido del gas en las capas de carbón basados en mediciones realizadas por AITEMIN - Para la post-producción, 30% del factor de emisión de producción, según IPCC 2006 (Apdo. 4.1.3.2.)
Minería subterránea abandonada				
CH ₄	1990-2016	D	Guía IPCC 2006. Vol. 2, Cap. 4, Apdo. 4.1.5. Ecuaciones 4.1.11 y 4.1.12. Tabla 4.1.9.	Aplicación de la ecuación y de la guía IPCC y el uso de los coeficientes según el carbón extraído.
OBSERVACIONES: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model")				

²https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-estudiominasactivasaiteminsei_tcm30-445554.pdf

³https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-estudiominasabandonadasaiteminsei_tcm30-445556.pdf

Incertidumbres

Las incertidumbres de los gases de efecto invernadero en esta actividad, se calculan a nivel de CRF 1B1. Se recogen en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	1	50	<u>Variable de actividad</u> : de la minería del carbón se ha considerado del 1% por tratarse de información proveniente de las explotaciones mineras <u>Factor de emisión</u> : según estudio de AITEMIN

Las incertidumbres de los gases de efecto invernadero en esta actividad, se calculan a nivel de NFR 1B1. Se recogen en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5}	-	-	Para estos contaminantes no se realizan análisis de incertidumbre. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte CRLTAP

Coherencia temporal de la serie

La coherencia de la serie está garantizada ya que la información proviene de la misma fuente y se aplican los mismos criterios para todo el período inventariado.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El nivel de desagregación para el cálculo de las emisiones es a nivel provincial, ya que se conocen las producciones de cada explotación minera.

Juicio de experto asociado

"Emisiones de partículas y de compuestos orgánicos volátiles procedentes de la minería del carbón en España" INV-ESP-JE/ENER/2015-001.

Fecha de actualización

Octubre 2018.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Años	Producción de carbón (kt)		Nº Minas abandonadas
	Subterránea	A cielo abierto	
1990	21.564	21.556	0
1991	19.003	20.640	0
1992	19.179	20.963	1
1993	18.546	19.603	0
1994	18.140	17.752	0
1995	17.868	17.702	1
1996	18.581	15.811	0
1997	18.594	14.823	0
1998	16.118	15.701	0
1999	14.419	14.453	0
2000	14.152	13.841	1
2001	12.570	14.117	0
2002	11.546	14.356	0
2003	10.807	13.427	0
2004	10.242	13.834	0
2005	10.029	12.793	0
2006	9.929	11.962	0
2007	9.095	10.905	0
2008	6.173	7.019	0
2009	6.186	6.420	0
2010	5.015	5.988	0
2011	5.155	4.533	0
2012	3.877	4.175	0
2013	2.248	3.261	1
2014	2.297	2.765	0
2015	2.106	1.582	0
2016	1.534	853	0

ANEXO II

Datos de factores de emisión

CH₄

PRODUCCIÓN	Hulla	Antracita	Lignito Negro	Lignito Pardo	Unidades
Minería Cielo Abierto					
Factor Emisión (FE)	0,7	0,1	0,5	0	m ³ CH ₄ /t producción bruta
Minería Subterránea					
Factor Emisión (FE)	7	1	5	0	m ³ CH ₄ /t producción bruta

POST-PRODUCCIÓN	Hulla	Antracita	Lignito Negro	Lignito Pardo	Unidades
Minería Cielo Abierto					
Factor Emisión (FE)	0,21	0,03	0,15	0	m ³ CH ₄ /t producción bruta
Minería Subterránea					
Factor Emisión (FE)	2,1	0,3	1,5	0	m ³ CH ₄ /t producción bruta

PARTÍCULAS	PM _{2,5}	PM ₁₀	TSP	Unidades
Minería Cielo Abierto	0,006	0,039	0,82	kg/t de carbón producido

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Cálculo de emisiones de CH₄ de la Hulla en minería subterránea en minas gaseosas, en el año 2016.

$$\text{Emisiones de CH}_4(\text{m}^3) = VA * FE * Den.$$

$$VA = 428.124 \text{ t}$$

$$FE = 7 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t carbón}$$

$$\text{Densidad CH}_4 = 0,00067 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ 2016 (t)} = 428124 * 7 * 0,00067 = 2.007,90 \text{ t}$$

Ficha Técnica

ANEXO IV

Emisiones

Año	CH ₄ (t)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	TSP (t)
1990	64.813,41	-	-	-
1991	51.710,18	-	-	-
1992	57.737,76	-	-	-
1993	53.048,94	-	-	-
1994	48.992,09	-	-	-
1995	44.978,47	-	-	-
1996	45.918,02	-	-	-
1997	45.286,33	-	-	-
1998	36.054,36	-	-	-
1999	34.332,65	-	-	-
2000	33.398,89	83,05	539,81	1.134,98
2001	32.601,67	84,70	550,58	1.157,63
2002	30.284,48	86,14	559,90	1.177,23
2003	29.098,69	80,56	523,64	1.100,98
2004	26.427,91	83,00	539,53	1.134,39
2005	24.126,25	76,76	498,93	1.049,03
2006	23.052,41	71,77	466,52	980,88
2007	21.244,61	65,43	425,30	894,21
2008	19.044,53	42,11	273,74	575,56
2009	16.269,78	38,52	250,40	526,48
2010	13.989,59	35,93	233,54	491,03
2011	11.367,29	27,20	176,80	371,74
2012	9.037,74	25,05	162,82	342,34
2013	8.556,36	19,57	127,19	267,42
2014	6.285,20	16,59	107,85	226,76
2015	4.214,49	9,49	61,70	129,74
2016	3.341,07	5,12	33,25	69,92