

EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS PARA EL SULFATO DE CALCIO

1. EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

1.1 Fabricación y transformación industrial del sulfato de calcio

1.1.1 Escenario 1 (ES1): Producción y proceso industrial de sulfato de calcio

1.1.1.1 Descripción de las actividades y los procesos incluidos en este escenario

1.1.1.2 Condiciones operativas

1.1.1.3 Medida de la gestión de riesgos

1.1.2 Estimación de la exposición

1.1.2.1 Estimación de la exposición en los trabajadores

1.1.2.2 Exposición en los consumidores

1.1.2.3 Exposición indirecta en los seres humanos a través del medio (oral)

1.1.2.4 Exposición del medio ambiente

1.1.2.5 Valores de concentración relevantes para la exposición en la cadena alimentaria (envenenamiento secundario)

1.2 Uso de sulfato de calcio y productos que contienen sulfato de calcio en un entorno no industrial (profesionales y consumidores)

1.2.1 Escenario 2 (ES2): Uso del sulfato de calcio y de productos que contienen sulfato de calcio en un entorno no industrial

1.2.1.1 Descripción de las actividades y los procesos incluidos en este escenario

1.2.1.2 Condiciones operativas

1.2.1.3 Medida de la gestión de riesgos

1.2.2 Estimación de la exposición

1.2.2.1 Estimación de la exposición en los profesionales

1.2.2.2 Exposición en los consumidores

1.2.2.3 Exposición indirecta en los seres humanos a través del medio (oral)

1.2.2.4 Exposición del medio ambiente

1.2.2.5 Valores de concentración relevantes para la exposición en la cadena alimentaria (envenenamiento secundario)

1.3 Valores locales de las concentraciones de exposición

2. REFERENCIAS

ANEXO I

1 EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

El sulfato de calcio es una sustancia química común, industrial y de laboratorio. La principal fuente de sulfato de calcio es natural y es la extracción del aljez, tanto en canteras a cielo abierto como en minas subterráneas. (Este proceso de extracción no es objeto de la presente evaluación, según el Reglamento). Además de las fuentes naturales, el sulfato de calcio se produce en la desulfuración de gases de escape de químicas y de incineración (**Uso Identificado 1**). Grandes cantidades de sulfato de calcio se someten a la deshidratación (para eliminar agua, **UI 2**) y éstas se utilizan como materia prima en la fabricación de productos minerales no metálicos tales como yeso, cemento y otros materiales de construcción, tales como las placas de yeso laminado (**UI 3**), que también se reciclan para reducir la cantidad de sulfato depositadas en los vertederos (**UI 4**).

El sulfato de calcio es materia prima para la fabricación de productos químicos a gran escala (**UI 5**) y de química fina (**UI 6**). Además, se utiliza en la fabricación y formulación de diversos preparados, tales como fertilizantes, pinturas y adhesivos (**UI 7**), aditivos alimentarios (**UI 8**), aditivo para la fabricación de productos de papel (**UI 9**) y en la fabricación de comprimidos (**UI 10**). Se utiliza como mortero y para transformar en inertes ciertos residuos de las minas de carbón (**UI 11**).

El sulfato de calcio se utiliza en el sector médico para escayolar (**UI 12**). Tanto en los entornos profesionales como domésticos, se utiliza en la construcción, incluyendo el sellado de las aberturas durante las operaciones de trabajo en caliente con los metales, por ejemplo, soldaduras (**UI 13**).

El sulfato de calcio es una materia prima utilizada también en materiales gráficos (**UI 14**).

El sulfato de calcio está presente en preparados, tales como fertilizantes, pinturas y adhesivos que se utilizan por los profesionales y no profesionales (**UI 15**).

El Sulfato de calcio tiene una presión de vapor insignificante (OECD 2003), es decir, no emite vapores de sulfato de calcio y, por tanto, la exposición por inhalación sólo podrá darse si el sulfato de calcio está presente en forma de polvo o en preparados pulverizados.

El sulfato de calcio no produce efectos locales en la piel, de acuerdo con un estudio fiable de irritación de la piel. Tiene una larga historia de uso clínico y es ampliamente reconocido como un material bien tolerado, con aplicaciones en la regeneración ósea (Thomas, 2008). Además, el sulfato de calcio es una sustancia iónica y no penetra la piel. La exposición cutánea por tanto no está en el ámbito de este documento.

La ingesta oral de hasta 8,5 g de sulfato de calcio anhidro, se considera segura (EFSA, 2008). Tales cantidades sólo pueden ser ingeridas de forma casual y por lo tanto, la exposición oral no está en el ámbito de este documento. En conclusión, este estudio sólo se referirá a la mera exposición a partículas en suspensión de sulfato de calcio (polvos, aerosoles).

ANEXO I

Se constituyen dos **escenarios de exposición (ES)** que resumen los diversos **usos identificados (UI)** de la sustancia:

- El **ES 1** cubre la fabricación y el uso industrial de sulfato de calcio y la formulación de los preparados que contienen sulfato de calcio.
- El **ES 2** se refiere al uso de sulfato de calcio y sus preparados, por parte de profesionales y consumidores.

TABLA 1- INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN Y LA COBERTURA DE LA SUSTANCIA DEL CICLO DE VIDA

Número ES	Fabricar	Usos identificados			Resultado etapa ciclo de vida		Vinculado a uso identificado (UI)	Sector de Uso (SU)	Categoría Producto (PC)	Categoría Proceso (PROC)	Categoría Artículo (AC)	Categoría Ambiental (ERC)
		Formulación	Uso final	Uso consumidor	Vida de servicio (por artículos)	Residuos						
1	x	x	x				1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11	2/3/4/6/8/9/10/13	1/2/37/38	1/2/3/4/5/7/8b/9/10/14/15/21/23/26	n.a.	1/2/5/7
2			x	x	x		10/11/12/13/14/15	1/19/20/21/22/23	5/9/10/12/21/22/38/39	8a/10/11/15/19/21/26	8	8c/8e/8f/10a/11a

n.a : no es aplicable

1.1 Fabricación y transformación industrial de sulfato de calcio

1.1.1 Escenario 1: Producción y proceso industrial de sulfato del calcio

1.1.1.1 Descripción de las actividades y los procesos incluidos en este escenario

La tan utilizada técnica de utilización del sulfato de calcio en la desulfuración de gases de escape de las plantas de incineración y químicos se produce en entornos cerrados en procesos en continuo y en húmedo. Otros muchos procesos que utilizan esta sustancia, como la deshidratación, la producción de cemento, la fabricación de productos químicos o la formulación de ciertos productos se llevan a cabo principalmente en lotes cerrados o en sistemas continuos. Estos procesos no dan lugar a una formación significativa de polvo y por lo tanto, es poco probable que los trabajadores tengan una

ANEXO I

exposición significativa a esta sustancia. Estos procesos, pueden ser descritos como PROC 1, 2, ó 3 para los procesos cerrados y PROC 23 para la deshidratación. Esta sustancia también se utiliza como reactivo en laboratorios químicos (PROC 15), pero las cantidades utilizadas cada vez son muy bajas y no se espera una formación importante de polvo para este uso. Por otra parte, muchos de los usos identificados se refieren a actividades donde los trabajadores manipulan directamente sulfato de calcio o los preparados y artículos que contienen altas cantidades de esta sustancia (PROC 26), y que se realizan en instalaciones interiores y exteriores. La herramienta de evaluación tier-1 no está implantada para la manipulación directa de una sustancia inorgánica. Por lo tanto, la posible exposición a sulfato de calcio debe evaluarse sobre la base de categorías de procesos: diversas actividades en el que se maneja directamente el sulfato de calcio pueden conducir a la generación de cantidades relativamente grandes de polvo de sulfato de calcio. La transferencia de sulfato de calcio en polvo fino durante la carga o descarga de contenedores de transporte o silos suele generar cantidades relativamente grandes de polvo. Esto también ocurre durante el transporte desde las instalaciones de almacenamiento a las plantas, por ejemplo, a través de cintas transportadoras abiertas. Esta transferencia puede ocurrir en instalaciones de procesamiento de la sustancia (PROC 8b, 9) o en otras instalaciones (PROC 8a). También se puede producir polvo en la formulación de preparados, en la producción de residuos inertes en mezclas y en procesos semi-cerrados o cuasi-abiertos (PROC 5) y en la producción de preparados, por compresión, en forma de tabletas o pastillas (PROC 14). Otra de las actividades asociadas a la generación de polvo es su uso como material de construcción, al tener que cortarlos y/o reciclarlos, incluyendo la trituración y molienda, lo que implica una manipulación directa de estos productos y la operación manual en procesos abiertos (PROC 4, 21).

Algunas actividades implican el uso de preparados líquidos que contienen hasta un 30% de sulfato de calcio, tales como revestimientos de superficies, la aplicación o pulverización de adhesivos o pinturas. El proceso de pulverización puede dar lugar a la formación de aerosoles inhalables que contienen esta sustancia (PROC 7). Por el contrario, no hay formación significativa de polvo o aerosoles respirables al aplicarlo con rodillo o brocha (PROC 10).

1.1.1.2 Condiciones operativas

En una primera etapa, la exposición resultante de las diferentes categorías de procesos, debe determinarse para un turno completo de trabajo, es decir, 8 horas, independientemente del hecho de que algunas de las actividades pueden caracterizarse para duraciones más cortas. Los trabajadores pueden sufrir la exposición ocupacional al sulfato de calcio, durante 5 días a la semana. El contacto con polvo o aerosoles que contienen altas cantidades de sulfato de calcio se puede producir por la mayoría de los PROCs mencionados anteriormente:

ANEXO I

TABLA 2 - ES 1: ACTIVIDADES TENDENTES A GENERAR POLVO O AEROSOLES

PROC	Activity
4	Actividades durante el proceso de fabricación donde la exposición puede surgir, tales como toma de muestras
5	Mezclar y combinar, los residuos inertes
7	Pulverización
8a, 8b, 9	La transferencia de sulfato de calcio a los contenedores de almacenamiento o transporte y envasado
14	Tabletting
21	Manipulación de la energía baja de las sustancias contenidas en los artículos
26 ¹	La manipulación de sustancia inorgánica sólida a temperatura ambiente

(1)El PROC 26 no tiene su correspondiente entrada TRA. Por ello no es posible modelar este PROC.

También se incluyen las actividades interiores y exteriores dentro del PROC 4, 8a, 8b, 9 y 21. , al igual que las instalaciones interiores, sin **ventilación local (LEV)**. En los lugares al aire libre, se asume que la ventilación natural reduce las concentraciones en el aire en un 30% (por defecto, ECETOC). El contacto con la sustancia se ajusta a los modelos, con la excepción del PROC 7 (fumigación) donde se considera una concentración máxima de sulfato de calcio del 30%. Resumiendo, se han tenido en cuenta las siguientes condiciones operativas:

ANEXO I

TABLA 3 - CONDICIONES OPERATIVAS

Todas las actividades, excepto la pulverización	
Estado de agregación	Sólido
Pulverulencia	Alto (por ejemplo, polvo de cemento, yeso)
Dominio	Actividad industrial
LEV	No presente
Duración	>4 horas
¿Es la sustancia usada en una preparación?	No (es decir, 100 % concentration)
Pulverización	
Estado de agregación	Líquido
Duración de la pulverización	8 h
Duración de la exposición	8 h
Volumen de la sala	20 m ³
Altura de la sala	2.25 m
Ventilación	0.6 l/hr
Masa de generación	1.5 g/s
Fracción en el aire	1
Fracción de peso no volátil	0.3
Fracción de peso compuesta	0.3
Densidad	1.3 g/cm ³
Distribución de partícula media	40 µm
Distribución de partícula CV	0.4
Diámetro corte de inhalación	15 µm

1.1.1.3 Medidas de la gestión de riesgos

Los trabajadores están obligados a llevar ropa adecuada de trabajo y gafas. Para los procesos con alta generación de polvo o formación de aerosoles, se precisa el uso de máscaras respiratorias y se recomienda llevar a cabo estas tareas en lugares bien ventilados, por ejemplo, al aire libre. Se recomiendan filtros de polvo y ventilación local en instalaciones cerradas con alta tasa de formación de polvo.

1.1.2 Estimación de la exposición

1.1.2.1 Estimación de la exposición en los trabajadores

Esta evaluación sólo tiene en cuenta aquellos procesos y actividades en los que pueden generarse altas tasas de polvo o aerosoles. Ya que no se liberan vapores de sulfato de calcio, la exposición dérmica y oral no es perjudicial para los trabajadores. Por lo tanto, sólo se profundiza en la exposición ocupacional a la inhalación de polvo o aerosoles.

ANEXO I

La exposición ocupacional al sulfato de calcio se calcula con el modelo ECETOC TRA (ECETOC, 2009) y el modelo de pulverización ConsExpo 4,1, respectivamente. Para todos los PROCs, las concentraciones de partículas respirables de una sustancia sólida con alta formación de polvo (equivalente a una alta volatilidad) se ajustan con el modelo ECETOC TRA excepto para el PROC 7, (porque el modelo de pulverización de PROC 7, dado por la ECETOC TRA está diseñado para la evaluación de la exposición ocupacional a sustancias volátiles contenidas en aerosoles o el spray de sólidos, y en ambos casos no se describe adecuadamente la pulverización de sulfato de calcio contenido en una mezcla líquida). Por lo tanto, la exposición resultante de las pulverizaciones, se calcula con el modelo ConsExpo 4.1, teniendo en cuenta los valores por defecto de los adhesivos y el modelo de pulverización de masilla. La herramienta ConsExpo estima la exposición de los consumidores, pero se considera adecuada en este caso para estimar el peor caso razonable de exposición ocupacional a la inhalación de aerosoles que contienen sulfato de calcio, que se pueden formar durante las aplicaciones de pulverización. Las condiciones operativas adoptadas para el ajuste se pueden encontrar en la Tabla 3

1.1.2.1.1 **Exposición a corto plazo**

Se pueden producir picos de concentraciones de sulfato de calcio si se forman nubes de polvo, por ejemplo, en el momento en que un contenedor de transporte se vacía y el producto en polvo se precipita en el recipiente de mezcla o, en ciertos procesos de mezcla con una gran agitación, en recipientes abiertos. Estas concentraciones de corta duración podrán ser superiores a las concentraciones medias de 8 horas presentadas en el 1.1.2.1.2, pero persisten sólo durante un breve tiempo. Por ello se recomienda utilizar equipos de protección respiratoria.

1.1.2.1.2 **Exposición a largo plazo**

Las concentraciones de exposición ocupacional a largo plazo derivadas de los procesos y actividades que se describen en este escenario son el modelo para situaciones con y sin ventilación local (LEV) y para trabajadores que no usan equipos de protección respiratoria y también para trabajadores con equipos de protección respiratoria con una eficacia del 90% (Tabla 4). Las concentraciones calculadas son los promedios ponderados durante un turno completo de trabajo de 8 horas. Por lo tanto, representan el peor caso de exposición profesional a largo plazo de sulfato de calcio.

ANEXO I

TABLA 4: ES 1. CONCENTRACIÓN MEDIA PONDERADA PARA UN TURNO DE 8 HORAS

PROC	Interior/Aire libre	8 horas de tiempo ponderado promedio de exposición a la inhalación de concentrado (mg/m ³)			
		Sin RMMs	Con LEV*	Con protección respiratoria (90% eficacia)	Con LEV* y protección respiratoria (90% eficacia)
1	Interior	0.01	0.001	0.001	0.0001
1	Aire libre	0.007	-	0.0007	-
2	Interior	1	0.1	0.1	0.01
2	Aire libre	0.7	-	0.07	-
3	Interior	1	0.1	0.1	0.01
3	Aire libre	0.7	-	0.07	-
4	Interior	25	2.5	2.5	0.25
4	Aire libre	17.5	-	1.75	-
5	Interior	25	1.25	2.5	0.125
7	Interior	39.1	1.96	3.91	0.196
8a	Interior	50	5.0	5.0	0.5
8a	Aire libre	35	-	3.5	-
8b	Interior	25	1.25	2.5	0.125
8b	Aire libre	17.5	-	1.75	-
9	Interior	20	2.0	2.0	0.2
9	Aire libre	14	-	1.4	-
14	Interior	10	1.0	1.0	0.1
10	Interior	0.5	0.05	0.05	0.005
10	Aire libre	0.35	-	0.035	-
15	Interior	5	0.5	0.5	0.05
21	Interior	10	1	1	0.1
21	Aire libre	7	-	0.7	-
23a	Interior	1	0.1	0.1	0.01
23a	Aire libre	0.7	-	0.07	-

* Se tienen en cuenta la eficacia de reducción predeterminada dada en la herramienta ECETOC TRA

ANEXO I

La mayor concentración media ponderada para un turno de 8 horas de exposición a la inhalación, en el rango de 35-50 mg/m³, se ha calculado para el PROC 8a (transferencia de la sustancia en instalaciones no específicas) en ausencia de LEV y sin equipos de protección respiratoria. Se considera que esta actividad causa una formación de polvo similar o incluso mayor que el resto de actividades que conllevan formación de polvo, tal y como se describe en este escenario. El uso de LEV o de equipos de protección respiratoria reduce significativamente la exposición. Si se realiza una actividad en el exterior hay que tener en cuenta el 30 % de reducción de la concentración de la exposición por inhalación, debido a la ventilación natural. Las concentraciones de aerosoles causadas por pulverizaciones pueden estar en un rango similar a las mayores concentraciones de polvo con la mayor concentración prevista de 39.1 mg/m³. La LEV o los equipos de protección respiratoria reducirán significativamente también en este caso, las concentraciones de la exposición. Las concentraciones de exposición a la inhalación de los PROCs en los que no se espera formación significativa de polvo y de aerosoles se evalúa con el modelo ECETOC TRA. Para el cálculo de la exposición durante la aplicación de pastas o pinturas con rodillo o con brocha, se asume una exposición al polvo muy baja tal y como recomienda el informe técnico n.º TRA. 93 (TRA, 2004, Anexo C). La concentración resultante es menor o igual a 0,5 mg/m³ (PROC 10). La concentración de sulfato de calcio respirable en el aire, que puede derivarse de procesos cerrados (PROC 1, 2, 3) es menor o igual a 1 mg/m³ y durante la deshidratación (PROC 23) y en el laboratorio (PROC 15) menor o igual a 5 mg / m³.

1.1.2.2 Exposición del consumidor

No se produce una exposición de los consumidores en la utilización industrial del sulfato de calcio.

1.1.2.3 Exposición indirecta en los seres humanos a través del medio (oral)

El sulfato de calcio se produce en el medio natural y los seres humanos están ampliamente expuestos al sulfato de calcio de origen natural, por ejemplo, a través de agua potable. El sulfato de calcio es un aditivo alimentario aprobado por la EFSA (EFSA, 2008). Se espera que las emisiones de esta sustancia a partir de sus usos identificados no aumentarán de forma significativa las concentraciones de sulfato de calcio en el medio ambiente, como resultado de procesos naturales. Por otra parte, esta sustancia no se bioacumula. Por tanto, la exposición humana al sulfato de calcio a través del medio ambiente no se considera peligrosa.

1.1.2.4. Exposición del medioambiente

En la naturaleza, el sulfato de calcio se disocia en iones calcio y sulfato. Estos iones, se encuentran de forma natural en el medio ambiente; el calcio se asimila por las especies presentes en el agua y es necesario para mantener un buen equilibrio químico en suelos, agua y plantas; y el sulfato también pasará a formar parte del ciclo del azufre o será asimilado por microorganismos y plantas. Sin embargo, si hay altas concentraciones de sulfato antropogénico en el agua, puede ocurrir una eutrofización, es decir, puede haber una

ANEXO I

acumulación de nutrientes en las aguas, lo que puede originar una reducción significativa del contenido de oxígeno. Hay investigaciones que muestran que altas concentraciones de sulfato pueden influir en la vida profunda lo que podría cambiar la biocenosis de las aguas y por lo tanto tener un efecto en la vida superficial. Según el nivel de conocimiento actual, no se ha llegado aun a cuantificar estos efectos indirectos, pero se espera que sean poco significativos (Völker, 2006). En regiones cáusticas se producen de forma natural algunos ecosistemas con concentraciones muy altas de sulfato de calcio, mostrando que los organismos son capaces de adaptarse a tales condiciones.

En la presente evaluación se realiza una estimación de la cantidad de sulfato de calcio liberado al medio acuático por el sector industrial. En el Informe de Evaluación Inicial SIDS (OCDE, 2003, p. 7), se afirma: "Las emisiones de sulfato de calcio dihidrato en el medio ambiente se originan principalmente durante el procesamiento de aguas residuales en la industria alimentaria ... En la industria de fertilizantes fosfatados y industria del yeso, las aguas residuales que contienen sulfato de calcio dihidrato se recicla para el proceso de fabricación. Por lo tanto, en estas industrias no hay emisiones de aguas residuales ni de gases de escape al medio ambiente " Las concentraciones ambientales, por lo tanto, se refieren a la industria de proceso de alimentos, que se considera representativa de la industria manufacturera y de las industrias de transformación. En la industria alimentaria, los productos de sulfato de calcio se utilizan como fuente de suplementos de calcio en una amplia variedad de productos tales como harina, pan, queso, pasta, vegetales enlatados y mermeladas. Para le evaluación de la exposición, se han considerado 1.000 toneladas de sulfato de calcio procesadas anualmente, en una única empresa alimenticia. La fabricación de alimentos se ejecutaría en un mínimo de 300 días al año. No se tiene en cuenta la contaminación atmosférica porque no se emiten vapores de sulfato de calcio. En las instalaciones industriales tampoco se tiene en consideración la emisión directa de sulfato de calcio al suelo. La única emisión al medioambiente del sulfato de calcio es a través de las aguas residuales. No se conocen valores de emisión de sulfato de calcio en las aguas residuales y por tanto, las concentraciones locales en la superficie del agua se dan para las diferentes fracciones del tonelaje vertido a las aguas residuales. El agua residual pasa a una planta de tratamiento de aguas residuales (STP), que tiene una capacidad de 2.000.000 l / día (por defecto EUSES). El sulfato de calcio no se degrada en el STP. El efluente STP se diluye 10 veces en las aguas superficiales (por defecto EUSES). La concentración antropogénica de sulfato de calcio en la superficie del agua durante el período de emisión se puede calcular como:

$$C_{local,water} = \frac{Q_{chem} \cdot 10^9 \cdot F_{emission}}{T_{emission} \cdot EFFLUENT_{STP} \cdot DILUTION}, \quad \text{donde}$$

Q_{chem} cantidad anual de sustancia utilizada en una fábrica (1000 tn),
 $F_{emission}$ fracción de la sustancia emitida al agua residual

ANEXO I

$T_{emission}$	duración de la emisión (300 días),
$EFFLUENT_{STP}$	Capacidad de descarga del efluente STP (2000000 L/día),
$DILUTION$	Factor de dilución (10),
$C_{local,water}$	Concentración local en la superficie del agua durante la emisión (mg/L)

Las concentraciones antropogénicas que se originan en las aguas superficiales durante el período de emisión se presentan a continuación, considerando diferentes fracciones del tonelaje lanzado a las aguas residuales:

TABLA 5 – CONCENTRACIONES LOCALES EN LAS AGUAS SUPERFICIALES

Fracción del tonelaje local, lanzado a las aguas residuales	Concentración local de sulfato cálcico en el agua superficial durante el período de emisión (mg / l)	Concentración de sulfato local en el agua superficial durante el período de emisión (mg / l)
0.01	1.67	1.18
0.025	4.17	2.94
0.05	8.33	5.88
0.075	12.5	8.82
0.1	16.7	11.72

Para calcular las concentraciones antropogénicas en los sedimentos derivados de la utilización industrial de sulfato de calcio, se necesita el coeficiente de partición del agua de los sedimentos. Como no hay datos medidos de esta partición, la concentración de sulfato en los sedimentos se calcula teniendo en cuenta diferentes coeficientes de partición tal y como se recomienda (ECHA, 2008b, p. 66). Como los iones sulfato están cargados negativamente, sólo se tienen en consideración los coeficientes de partición bajos. Las concentraciones de sulfato en los sedimentos, según los diferentes coeficientes de partición, son los siguientes:

ANEXO I

TABLA 6 – CONCENTRACIONES LOCALES DE SULFATOS EN LOS SEDIMENTOS

Coefficiente de partición	Concentración de sulfato local en el agua superficial durante el período de emisión (mg / l)	Concentración de sulfato local en los sedimentos durante el periodo de emisión (mg / kg)
0.001	1.18	0.924
0.1	1.18	0.949
1	1.18	1.180
0.001	5.88	4.603
0.1	5.88	4.730
1	5.88	5.880
0.001	11.72	9.175
0.1	11.72	9.427
1	11.72	11.720

1.1.2.5 Valores de concentración relevantes para la exposición en la cadena alimentaria (envenenamiento secundario).

El sulfato de calcio se disocia en iones Ca^{2+} y SO_4^{2-} a pH natural del medio ambiente. Estos iones son esenciales para todos los organismos vivos (flora y fauna) y regulan activamente la concentración intracelular y extracelular. Por tanto, no es de esperar ninguna bioacumulación y por ello, no es necesaria la evaluación de la intoxicación secundaria a través de la cadena alimentaria.

1.2 Uso de sulfato de calcio y productos que contienen sulfato de calcio en un entorno no industrial (profesionales y consumidores)

1.2.1 Escenario 2: Uso de sulfato de calcio y productos que contienen sulfato de calcio en un entorno no industrial

1.2.1.1 Descripción de las actividades y los procesos incluidos en este escenario de exposición

Los profesionales y consumidores utilizan el sulfato de calcio y sus preparados en el desempeño de una amplia gama de actividades. Sin embargo, los casos en que los usuarios profesionales y particulares entran en contacto con productos que contienen grandes cantidades de polvo de sulfato de calcio, se limitan a algunos campos de aplicación. El campo de aplicación más importante en este caso, es el sector de la construcción profesional y privada. El sulfato de calcio, en este sector, puede encontrarse en acabados de paredes y techos o en productos prefabricados de construcción, tales como placas de yeso laminado. También se utilizan preparados con un alto contenido de sulfato de calcio en obras de arte y decoración. Se considera que la mayor exposición de los usuarios profesionales y privados a los polvos de sulfato de calcio, se produce cuando los usuarios vacían las preparaciones en polvo de las bolsas

ANEXO I

de papel (por ejemplo, 25 kg) en un recipiente abierto para mezcla (PROC 8a) y al realizar esta mezcla, de forma automática o manual, con agua (PROC 19). La pasta resultante se puede espolvorear, aplicar o moldear (PROC 10). Hay una gran variedad de preparados que contienen sulfato de calcio que son utilizados por los profesionales y los consumidores de una manera similar, por ejemplo, pinturas, revestimientos de superficies o adhesivos, pero es probable que estos preparados contengan una menor concentración de sulfato de calcio que el yeso utilizado en las obras de construcción. Algunas de las preparaciones pueden utilizarse pulverizadas (PROC 11).

También se puede liberar polvo, conteniendo sulfato cálcico, durante la vida útil de estos materiales de construcción, por ejemplo, cuando los profesionales y los consumidores perforan agujeros en las paredes o en la demolición de edificios (PROC 21). En medicina se estabilizan las fracturas óseas mediante vendas de yeso que contienen sulfato de calcio y que deben retirarse cuando ya está curada (PROC 21). Hay muchos preparados o artículos que contienen sulfato de calcio (fertilizantes, pinturas, papeles) que manejan directamente los profesionales y consumidores, de muchas formas, pero todas conllevan una mínima formación de polvo que sólo puede originar una exposición cutánea.

1.2.1.2 Condiciones operativas

En la primera etapa, se determina la exposición para los usuarios profesionales. El razonable peor escenario posible para todas las actividades es de una exposición de 8 horas, que representa un turno de trabajo completo, independientemente del hecho de que algunas actividades están mejor caracterizadas por duraciones menores. Los profesionales pueden estar expuestos durante 5 días a la semana. El contacto con sulfato de calcio en forma de polvos o pulverizaciones se puede originar en las siguientes actividades, descritas en los PROCs:

TABLA 7 - ES 2: ACTIVIDADES TENDENTES A GENERAR POLVO O PULVERIZACIÓN

PROC	Actividad
8a	Transferencia de sulfato cálcico de los contenedores de transporte para recipientes de mezcla
11	Pulverización
15	Reactivo de laboratorio
19	Mezclado a mano
21	Baja energía de manipulación de sustancias contenidas en artículos

El PROC 8a y 19 consideran entornos interiores y exteriores. En los lugares interiores, se asume que no hay ventilación local (LEV). En los entornos exteriores, se asume una reducción de la concentración del 30 % debido a la ventilación natural (por defecto ECETOC). El contacto con la sustancia pura disminuye, con la excepción del PROC 11 (fumigación) donde se considera una

ANEXO I

concentración máxima de sulfato de calcio del 30%. Resumiendo, se han tenido en cuenta las siguientes condiciones operativas

El contacto con una sustancia pura sólida de exposición al polvo de alto (equivalente a una alta volatilidad) se modela con excepción de PROC 11 (fumigación).

TABLA 8 – CONDICIONES OPERATIVAS

Todas las actividades, excepto la pulverización	
Estado de agregación	Sólido
Pulverulencia	Alto
Dominio	Dominio Público (actividad profesional)
Local con ventilación	No presenta
Duración	>4 horas
¿Es la sustancia usada en una preparación?	No
Pulverización	
Estado de agregación	Líquido
Duración de la pulverización	8 h
Duración de la exposición	8 h
Volumen de la habitación	20 m ³
Altura de la habitación	2.25
Ventilación	0.6 l/hr
Tasa de generación	1.5 g/s
Fracción en el aire	1
Fracción de peso no volátil	0.3
Fracción de peso compuesto	0.3
Densidad no volátil	1.3 g/cm ³
Distribución mediana de partículas	40 µm
Distribución de partículas CV	0.4
Diámetro de corte de inhalación	15 µm

1.2.1.3 Medidas de la gestión de riesgos

Los profesionales están obligados a llevar ropa adecuada de trabajo y gafas. Para los procesos con alta generación de polvo o formación de aerosoles, se recomienda el uso de máscaras respiratorias y llevar a cabo estas tareas en lugares bien ventilados. Se recomienda que los consumidores usen guantes, gafas y máscaras contra el polvo cuando se puedan producir grandes cantidades de polvo y que estas actividades se realicen en espacios abiertos.

1.2.2 Estimación de la exposición

1.2.2.1 Estimación de la exposición para los profesionales

Esta evaluación sólo tiene en cuenta aquellos procesos y actividades en los que pueden generarse altas tasas de polvo o aerosoles, porque no se liberan vapores de sulfato de calcio y la exposición dérmica y oral no es perjudicial

ANEXO I

para los trabajadores. Por lo tanto, sólo se profundiza en la exposición a la inhalación de polvo o aerosoles de los profesionales y consumidores

La exposición ocupacional al sulfato de calcio se calcula con el modelo ECETOC TRA (ECETOC, 2009) y el modelo de pulverización ConsExpo 4,1, respectivamente.

Para los PROC 8a, 15 y 19, la concentración de inhalables se calcula con el modelo ECETOC TRA y para el PROC 11, con el modelo de pulverización ConsExpo 4.1, porque el modelo PROC 11 suministrado por ECETOC TRA está diseñado para la evaluación de la exposición a volátiles contenidos en aerosoles o el spray de sólidos, y en ambos casos no se describe adecuadamente la pulverización de sulfato de calcio contenido en una mezcla líquida).

Por lo tanto, la exposición resultante de las pulverizaciones, se calcula con el modelo ConsExpo 4.1, teniendo en cuenta los valores por defecto de los adhesivos y el modelo de pulverización de masilla. La herramienta ConsExpo estima la exposición de los consumidores, pero se considera adecuada en este caso para estimar el peor caso razonable de exposición a la inhalación de aerosoles que contienen sulfato de calcio, que se pueden formar durante las aplicaciones de pulverización.

Las condiciones operativas tenidas en cuenta se encuentran en la Tabla 8.

1.2.2.1.1 Exposición a corto plazo

Se pueden producir picos de concentraciones de sulfato de calcio si se forman nubes de polvo, por ejemplo, en el momento en que un contenedor de transporte se vacía y el producto en polvo se precipita en el recipiente de mezcla o, en ciertos procesos donde se realiza una mezcla con gran agitación en recipientes abiertos. Estas concentraciones de corta duración podrán ser superiores a las concentraciones medias de 8 horas presentadas en el 1.2.2.1.2, pero persisten sólo durante un breve tiempo. Por ello se recomienda utilizar equipos de protección respiratoria.

1.2.2.1.2 Exposición a largo plazo

Las concentraciones de exposición a largo plazo para profesionales y consumidores se calculan sobre la base de no haber ventilación local (LEV) y para personas que no usan equipos de protección respiratoria o también con protección respiratoria con una eficacia del 90% (Tabla 9).

ANEXO I

TABLA 9 – ES 2. CONCENTRACIÓN MEDIA PONDERADA PARA UN TURNO DE 8 HORAS

PROC	Interior/ Aire libre	8 horas de tiempo medio ponderado de la exposición por inhalación (mg/m ³)			
		Sin RMMs	Con LEV*	Con protección respiratoria (90% eficacia)	Con LEV* y protección respiratoria (90% eficacia)
8a	Interior	50	10	5	1
8a	Aire libre	35	-	3.5	-
10	Interior	0.5	0.1	0.05	0.01
10	Aire libre	0.35	-	0.035	-
11	Interior	39.1	7.82	3.91	0.782
15	Interior	5	1	0.5	0.1
19	Interior	50	10	5	1
19	Aire libre	35	-	3.5	-
21	Interior	20	4	2	0.4
21	Aire libre	14	-	1.4	-

* Se tiene en cuenta la eficacia de reducción predeterminada dada en la herramienta ECETOC TRA.

La mayor concentración media ponderada para un turno de 8 horas de exposición a la inhalación, en el rango de 35-50 mg/m³ se ha calculado para el PROC 8a y PROC 19 (transferencia de la sustancia en las instalaciones no específicas y en mezclas manuales) en ausencia de LEV y sin equipos de protección respiratoria. Se considera que esta actividad causa una formación de polvo similar o incluso mayor que el resto de actividades que conllevan formación de polvo, tal y como se describe en este escenario. El uso de LEV o de equipos de protección respiratoria reduce significativamente la exposición. Si se realiza una actividad en el exterior hay que tener en cuenta el 30 % de reducción de la concentración de la exposición por inhalación, debido a la ventilación natural.

Las concentraciones de aerosoles causadas por pulverizaciones pueden estar en un rango similar a las mayores concentraciones de polvo con la mayor concentración prevista de 39.1 mg / m³. La LEV o los equipos de protección respiratoria reducirán significativamente también en este caso, las concentraciones de la exposición. Si el sulfato de calcio se propaga por la aplicación del rodillo o el cepillo como material de relleno o material de revestimiento (PROC 10), también es una

ANEXO I

preparación líquida o necesita mezclarse con un líquido. El proceso de mezcla está cubierto por PROC 19.

Para el cálculo de la exposición durante la aplicación de pastas o pinturas con rodillo o con brocha, se asume una exposición al polvo muy baja tal y como recomienda el informe técnico n.º TRA. 93 (TRA, 2004, Anexo C). La concentración resultante es menor o igual a 0,5 mg/m³.

1.2.2.2 Exposición en los consumidores

En principio, los consumidores pueden experimentar el mismo rango de exposición al sulfato de calcio que los profesionales, ya que desempeñan actividades similares al utilizar materiales de construcción. Como los consumidores en general tienen menos experiencia que los usuarios profesionales, puede ser que el desempeño de sus actividades origine una mayor exposición a estas concentraciones. Por otro lado, los consumidores utilizan con menor frecuencia y menor duración que los profesionales los productos que suponen mayor exposición. Por lo tanto, puede argumentarse que la exposición de los consumidores está representada por el peor supuesto razonable de concentración de exposición calculada para los usuarios profesionales.

1.2.2.3 Exposición indirecta en los seres humanos a través del medio (oral)

El sulfato de calcio se produce en el medio natural y los seres humanos están ampliamente expuestos al sulfato de calcio de origen natural, por ejemplo, a través de agua potable. El sulfato de calcio es un aditivo alimentario aprobado por la EFSA (EFSA, 2008). Se espera que las emisiones de esta sustancia a partir de sus usos identificados no aumentará de forma significativa las concentraciones de sulfato de calcio en el medio ambiente, como resultado de procesos naturales. Por otra parte, esta sustancia no se bioacumula. Por tanto, la exposición humana al sulfato de calcio a través del medio ambiente no se considera peligrosa.

1.2.2.4. Exposición del medioambiente

En el ambiente, el sulfato de calcio se disocia en iones calcio y sulfato. Estos iones, se encuentran de forma natural en el medio ambiente; el calcio se asimila por especies presentes en el agua y es necesario para mantener un buen equilibrio químico en suelos, agua y plantas; y el sulfato también pasará a formar parte del ciclo del azufre o será asimilado por microorganismos y plantas. Sin embargo, si hay altas concentraciones de sulfato antropogénico en el agua, puede ocurrir una eutrofización, es decir, puede haber una acumulación de nutrientes en las aguas, lo que puede conducir a una reducción significativa del contenido de oxígeno. Hay investigaciones que muestran que altas concentraciones de sulfato pueden influir en la vida profunda lo que podría cambiar la biocenosis de las aguas y por lo tanto tener un efecto en la vida superficial. Según el nivel de conocimiento actual, no se ha llegado aun a cuantificar estos efectos indirectos, pero se espera que sean pequeños (Völker, 2006). Algunos ecosistemas con concentraciones muy altas de sulfato de calcio

ANEXO I

geogénico se producen naturalmente en regiones cársticas, mostrando que los organismos son capaces de adaptarse a tales condiciones.

- La más alta concentración de sulfato de calcio antropogénico en el medio ambiente se espera que ocurran en las siguientes situaciones: emisiones directas al agua superficial o al suelo, provenientes de obras de edificación o por los residuos de materiales de construcción
- Uso de sulfato de calcio como fertilizante.

Almacenamiento de materiales que contienen sulfato de calcio en obras de construcción y su depósito en vertederos

En general, las obras de construcción y los vertederos de materiales de construcción no están aislados del contacto directo de la lluvia y de las aguas subterráneas. Muchos materiales de construcción muestran altos contenidos de sulfato de calcio. Puede suceder que el agua que está en contacto directo con el sulfato de calcio durante un largo período, se sature de sulfato. Esto se descubrió en un estudio alemán que investigaba la emisión de sulfatos de rocas y suelos (Langer et al.). De acuerdo con esto, el yeso (Völker, 2006) se disuelve rápidamente con una saturación del 90% de agua en condiciones ambientales. Después de esta etapa, la solución se produce más lentamente. Por lo tanto se considera razonable asumir como la peor concentración razonable el valor de 1,8 g de sulfato de calcio por litro (1.270 mg de sulfato por litro) para el agua que está en contacto directo con las fuentes de sulfato de calcio, tales como residuos de materiales de construcción. En la mayoría de las regiones europeas, puede preverse una lixiviación continua de sulfato de calcio de los materiales de construcción causada por las precipitaciones, el contacto con las aguas subterráneas y emisión continua de los lixiviados que contienen sulfato de calcio en cantidades relativamente altas. También puede suceder una dilución con agua no contaminada. En el cálculo de las concentraciones ambientales, por defecto se considera un factor de dilución de la concentración de sulfato de calcio, de 10. En este caso, la concentración resultante de sulfato de calcio en el compartimiento de agua dulce local es de 0.18 g/L o 180 mg/L. En soluciones acuosas, el sulfato de calcio está presente como iones de calcio y sulfato, Ca^{2+} y SO_4^{2-} . La concentración de 180 mg de sulfato de calcio por litro corresponde a 53 mg de calcio por litro y 127 mg de sulfato por litro.

TABLA 10 – CONCENTRACIONES EN AGUAS SUPERFICIALES LOCALES CERCA DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN O VERTEDEROS DONDE SE ALMACENA YESO

Antropogénica concentración de sulfato de calcio (mg/L)	Antropogénica concentración de calcio (mg/L)	Antropogénica concentración de sulfato (mg/L)
180	53	127

Para calcular las concentraciones antropogénicas en los sedimentos causados por las emisiones directas en las aguas superficiales como resultado de los

ANEXO I

trabajos de construcción o del depósito de materiales de construcción, se necesita el coeficiente de partición de los sedimentos acuáticos. Como no existen datos medidos, la concentración de sulfato en los sedimentos se calcula teniendo en cuenta diferentes coeficientes de partición tal y como se recomienda (ECHA, 2008b, p. 66). Como los iones sulfato están cargados negativamente, sólo se consideran los coeficientes de partición bajos. Las concentraciones de sulfato en los sedimentos para diferentes coeficientes de partición son los siguientes:

TABLA 11 – CONCENTRACIONES LOCALES DE SULFATO, EN LOS SEDIMENTOS

Coeficiente de reparto	Concentración local de sulfato en la superficie del agua durante el periodo de emisión (mg/L)	Concentración local de sulfato en sedimento durante el periodo de emisión (mg/kg)
0.001	127.0	99.419
0.1	127.0	99.667
1	127.0	127.0

La exposición del suelo terrestre está incluida dentro de las concentraciones previstas para el uso de sulfato de calcio como fertilizante.

Uso de sulfato de calcio como fertilizante

Si el sulfato de calcio se utiliza como fertilizante, se aplica directamente sobre la superficie del suelo. La información disponible muestra como realista, una tasa de aplicación de 500 kg de sulfato de calcio por hectárea y año. Un método simple para calcular la PEC para el suelo se encuentra en el documento guía de estimación de la cinética de la persistencia y la degradación ambiental que proviene de “Environmental fate Studies on pesticides in EU Registration (FOCUS, 2006).”

$$PEC_{soil,0} = \frac{A}{100 \cdot depth \cdot bd}, \quad \text{Donde}$$

A: dosis de aplicación (g / ha),
DEPTH : profundidad de mezcla (cm),
BD: densidad aparente del suelo seco (g/cm³).

Considerando una profundidad de la mezcla en el suelo de 5 cm y una densidad aparente del suelo seco de 1,5 g/cm³, la concentración prevista de sulfato de calcio en el suelo, determinada de forma inmediata después de una única aplicación (PEC soil, 0) es de 666,7 mg de sulfato de calcio/kg de suelo. Esto corresponde a 196,1 mg de calcio y 470,6 mg/kg de sulfato en el suelo. En términos geológicos, el sulfato de calcio es altamente soluble en agua y puede ser lixiviado al suelo en aguas superficiales y subterráneas. La

ANEXO I

concentración en las aguas superficiales después de una sola aplicación de 500 kg de sulfato de calcio por hectárea se calcula con "Step in Focus", versión 1.1. Para la simulación, se ha considerado un coeficiente de absorción de materia orgánica (Kom) de 0. La concentración medioambiental de antropogénicos prevista en las aguas superficiales adyacentes es de 171 mg/L el mismo día en que el sulfato de calcio se aplica al campo. Se prevé una disminución muy rápida de la concentración antropogénicas. Tras 4 días de la aplicación, se espera una concentración antropogénica de 87,9 mg/L.

TABLA 12 - CONCENTRACIONES EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE SULFATO DE CALCIO AL CAMPO

	Concentración antropogénica en agua superficial contigua (mg/L)		
	Sulfato cálcico	Calcio	Sulfato
0 días después de la aplicación	171	50.3	120.7
4 días después de la aplicación	87.9	25.8	62.1

El promedio anual de las concentraciones en aguas subterráneas se ajustan con el modelo FOCUS Pearl 3.3.3. Para la simulación, se consideran nulos la presión de vapor y el coeficiente de absorción de materia orgánica (Kom); la vida media de sulfato de calcio en el suelo se establece en 1.000.000 días, es decir, no se asume la degradación. El modelo FOCUS Pearl contiene escenarios para diferentes cultivos y diferentes lugares. Para la presente evaluación se eligieron los escenarios de la col y de la hierba, ya que a menudo, el cultivo intensivo de coles y pastizales origina un déficit de azufre. Se tienen en cuenta diferentes lugares. El modelo FOCUS Pearl calcula la concentración de agua subterránea en 23 años, teniendo en cuenta los datos medidos de precipitaciones entre los años 1907 a 1923. Se estima que el percentil 80 de las 23 concentraciones medias anuales calculadas, es la estimación más razonable para la concentración media anual. La mayor concentración prevista de sulfato en el agua subterránea es 183,5 mg/L, si el suelo agrícola se abona cada año con sulfato de calcio.

ANEXO I

**TABLA 13 - CONCENTRACIONES EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
TRAS LA APLICACIÓN DE SULFATO DE CALCIO EN EL CAMPO**

Ubicación	Escenario Cabbage : percentil 80 de concentración media antropogénica en agua a 1 m de profundidad (mg / L)			Escenario Grass : Percentil 80 de concentración media antropogénica en agua a 1 m de profundidad (mg / L)		
	Sulfato Cálcico	Calcio	Sulfato	Sulfato Cálcico	Calcio	Sulfato
Hamburgo	163.28	48.02	115.26	106.88	31.44	75.44
Chateaudun	259.96	76.46	183.50	193.92	57.04	136.88

Para calcular las concentraciones antropogénicas en los sedimentos provocados por el uso de sulfato de calcio como fertilizante, se precisa conocer el coeficiente de partición de los sedimentos acuáticos. Como no hay datos medidos, la concentración de sulfato en los sedimentos se calcula teniendo en cuenta diferentes coeficientes de partición, tal y como se recomienda (ECHA, 2008b, p. 66). Como los iones sulfato están cargados negativamente, sólo se tienen en cuenta los coeficientes de partición bajos. Las concentraciones de sulfato en los sedimentos para diferentes coeficientes de partición son los siguientes:

**TABLA 14 – CONCENTRACIONES LOCALES DE SULFATO EN LOS
SEDIMENTOS**

Coefficiente de reparto	Concentración de sulfato local en el agua superficial durante el período de emisión (mg / l)	Concentración de sulfato local en los sedimentos durante el periodo de emisión (mg / kg)
0.001	120.7	94.487
0.1	120.7	97.085
1	120.7	120.700

1.2.2.5 Valores relevantes de concentración para la exposición en la cadena alimentaria (envenenamiento secundario).

El sulfato de calcio se disocia en iones Ca^{2+} y SO_4^{2-} a pH natural del medio ambiente. Estos iones son esenciales para todos los organismos vivos (flora y fauna) y regulan activamente la concentración intracelular y extracelular. Por

ANEXO I

tanto, no es de esperar ninguna bioacumulación y por ello, no es necesaria la evaluación de la intoxicación secundaria a través de la cadena alimentaria.

1.3 Valores locales de las concentraciones de exposición

Las concentraciones geogénicas de sulfato y calcio en los cuerpos acuosos pueden variar considerablemente. El agua no contaminada, muestra normalmente concentraciones de sulfato menor de 50 mg y de calcio, menores de 2 mg por litro. Sin embargo, la concentración de sulfato geogénica en zonas cársicas de yeso (Völker, 2006), pueden llegar a 1500 mg/L y las concentraciones de calcio hasta 700 mg/L. Además de las diferencias regionales, también se observan cambios en las concentraciones de sulfato debidos a los cambios estacionales. En un lago en Alemania, en enero se encontró una concentración de sulfato de 326 mg / L y en agosto una concentración de 1.266 mg / l en (Völker, 2006). A escala regional, es poco probable que las fuentes antropogénicas de sulfato de calcio cambien de forma significativa las concentraciones geogénicas.

2 REFERENCIAS

ConsExpo, (2006). Consumer Exposure and Uptake Models, model version 4.1. RIVM.

EASE, (2003). Estimation and Assessment of Substance Exposure, model version 2.0. UK Health and Safety Executive (HSE).

ECHA, (2008a). Guidance for intermediates. Helsinki: European Chemical Agency, 2008.

ECHA, (2008b). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Part D: Exposure Scenario Building. Version 1.1. Helsinki: European Chemical Agency, 2008.

ECHA, (2009a). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.12: Use descriptor system. Draft version 2.0. Helsinki: European Chemical Agency, 2009.

ECHA, (2009b). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.16: Environmental Exposure Estimation. Helsinki: European Chemical Agency, 2009.

ECETOC, (2009). European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, Launch of the new ECETOC targeted risk assessment tools (second revised version), 7 July 2009.

European Commission, (2003). Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC, Commission Regulation (EC) No 1488/94, Directive 98/8/EC, Part I. Ispra: Joint Research Centre, European Chemicals Bureau.

EFSA, (2008). Calcium sulphate for use as a source of calcium in food supplements. The EFSA Journal (2008) 814, 1-9.

ANEXO I

EUSES (European Union System for the Evaluation of Substances), version 2.1.

FOCUS (2006) "Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration" Report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics, EC Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0, 434 pp

OECD, (2003). SIDS Initial Assessment Report for SIAM 17, Arona, Italy, 11-14 November 2003

SimpleTreat, (2003). SimpleTreat 3.1: A model to predict the distribution and elimination of chemicals by sewage treatment plants. Bilthoven (NL) RIVM (Dutch National Institute of Public Health and the Environment).

Thomas M & Puelo D, (2008). Calcium Sulfate: Properties and Clinical Applications. Wiley InrerScience, 24.11.08.

TRA, (2004). Targeted Risk Assessment, Technical Report No. 93. Brussels, December 2004.

Völker, (2006). Einige Bemerkungen zur geogen bedingten Hintergrundbelastung von Grund-und Oberwässern mit Sulfaten in Gipskarstgebieten. Uftrungen, Dezember 2006.