

Cálculo de Estimación de Emisiones

Manejo de Ripios

Planta Lipesed, Tocopilla.

Julio 2019

Indice:

1.	CALCULO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES PARA “Planta de tratamiento de minerales Lipesed”	
2		
1.1	ANTECEDENTES GENERALES	2
1.2	OBJETIVO.	2
1.3	FUENTES EMISORAS.....	2
1.4	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES	2
1.4.1	Método propuesto	2
1.4.2	Medidas de Control de emisiones	3
1.4.3	Breve descripción del recorrido de los camiones fuera de los límites de planta Lipesed para llegar a destino	3
1.5	TIPO DE EMISIONES DEL PROYECTO.....	4
1.6	EQUIPOS UTILIZADOS.	4
1.7	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL A MANEJAR.	4
1.8	EMISIONES POR PASO DE VEHÍCULOS PESADOS, Y EQUIPOS POR CAMINOS NO PAVIMENTADOS $PM \leq 10 \text{ MM}$ $PM \leq 2,5 \text{ MM}$	6
1.9	TRANSFERENCIA DE MATERIAL.....	8
1.10	FACTOR DE EMISIÓN RESUSPENSIÓN DE MP_{10} (TRANSITO DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS).....	9
1.11	Emisiones Totales estimadas.....	11
2.	Conclusión.....	11

1. CALCULO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Lipased es una planta de tratamiento de minerales oxidados, que antiguamente prestaba servicios de maquila de minerales, a los pequeños productores de la zona. Cuando la planta detuvo sus operaciones (año 2008), los rípios producto del proceso de tratamiento de minerales, quedaron acumulados en los botaderos autorizados. Actualmente, y con el fin de darle un mayor valor agregado, son transportados a Mantos de la Luna para su tratamiento, evitando que queden allí como un pasivo ambiental más.

Además, y no menos importante, la actividad permite entregar empleo a la comuna de Tocopilla de manera directa al gremio de transportistas, y de manera indirecta a los demás servicios asociados.

1.2 OBJETIVO.

El objetivo de este informe es calcular la estimación de emisiones que exige la autoridad ambiental para planta Lipased, a partir del DS N°70/2010 de MINSEGPRES.; en consideración al movimiento de rípios realizados durante el año 2018.

1.3 FUENTES EMISORAS

La generación de emisiones se concentra en la carga de camiones que se realiza con una Excavadora Hyundai 330 LC (capac. 1,44 m³), y el transporte de rípios hacia Mantos de la Luna, con una cantidad aproximada mensual de 20.000 ton de rípios, con una flota media de 13 camiones del tipo batea, con capacidad para transportar 30 ton cada uno. Estos transitan por caminos no pavimentados y pavimentados. Los caminos no pavimentados son humectados periódicamente.

1.4 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

1.4.1 Método propuesto

En este tipo de actividades resulta ser que unos de los principales problemas es la resuspensión de material particulado, en que la mayor población de partículas se ubica en un tamaño aerodinámico superior a los 15 micrones, a diferencia de las emisiones por combustión que son menos masivas y se ubican dentro de los 10 micrones, Los métodos utilizados para la estimación de emisiones de material particulado (MP10, MP2.5, MPS), generadas por las actividades, se han estimado utilizando los factores de emisión propuestos en:

- *Manual AP 42 de la EPA (Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, United States – Environmental Protection Agency)*
- *Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana del Ministerio del Medio Ambiente, [enero 2012].*

La estimación, posee una estructura general que es descrita por la siguiente ecuación:

$$E = fe \times Na \times (1 - \frac{Ea}{100})$$

Dónde:

- E: Emisión del contaminante (ton/año)
- fe: Factor de emisión del contaminante
- Na: Nivel de actividad
- Ea: Eficiencia de abatimiento de emisiones (%)

Para el cálculo de los factores de emisiones de las distintas actividades del proyecto, se han utilizado los valores por defecto que establece la Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios para la Región Metropolitana del Ministerio del Medio Ambiente, [enero 2012].

1.4.2 Medidas de Control de emisiones

La solución implementada para controlar la resuspensión en caminos al interior de la Planta, es regar los caminos 2 veces al día, según lo estipulado en Plan de Control de la Polución por Retiro de Ripios en Planta Lipesed, y en las zonas de trabajo, humectación de las pilas de ripios, a través de aspersores móviles por periodos de 30 min, alternados durante el día; esto último, siempre cuando sea necesario para mantener la humedad mínima (3%).

El objetivo general es mantener una humedad adecuada que permita mitigar la generación de material particulado.

1.4.3 Breve descripción del recorrido de los camiones fuera de los límites de planta Lipesed para llegar a destino

Los camiones Bateas de 30 Toneladas transitan 1 Km por caminos internos de planta Lipesed, ripiados y humectados, y al salir, lo hacen por camino pavimentado hasta cruce con la ruta b-172 que se encuentra a unos 26 Km., desde allí transitan unos 36 Km por esta ruta, se trata de un camino de tierra que se encuentra en buen estado debido a que mantiene una carpeta tratada con bishofita, y posteriormente recorren 1,5 Km. Por caminos internos de Mantos de la luna se trata de camino ripiado tratado con salmuera de mar, y humectado con salmuera de mar 2 veces al día.

Las maquinarias que se utilizan son: Cargador Frontal, Excavadora, y Camiones.

1.5 TIPO DE EMISIONES DEL PROYECTO.

El tipo de emisiones que se genera a partir de la actividad descrita, corresponde a emisiones directas, con resuspensión de material.

1.6 EQUIPOS UTILIZADOS.

EQUIPOS utilizados en operaciones de Lipesed				
EQUIPOS	Capacidad	Unidad	Cantidad	Tara (Ton)
Excavadora	1,44	m ³	1	45
Cargador Frontal Komatsu WA 430	3,8	m ³	1	40
Camión batea 30 t	30	Ton	15	15

Tabla N°1: Equipos utilizados en Lipesed

1.7 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL A MANEJAR.

El material que se está manejando, son ripios provenientes de la lixiviación del cobre, los que tienen sobre un 6% de humedad como se observa en análisis de humedad adjunto, realizado a los ripios. En las imágenes N°1, N°2 y N°3, se observa la baja emisión generada por el movimiento de material para su selección, y por la carga de los camiones. Tampoco se observa emisiones del material apilado por la misma razón expuesta anteriormente, sin perjuicio de ello se calculará la emisión de acuerdo a lo sugerido en guía de estimación de emisiones del MMA.



Imagen N°1: Selección de material se realiza (separar escombros contenidos en ripios)



Imagen N°2: Carguío de Ripios



Imagen N°3: Ripios Apilados

1.8 EMISIONES POR PASO DE VEHÍCULOS PESADOS Y EQUIPOS POR CAMINOS NO PAVIMENTADOS $PM \leq 10 \mu m$ $PM \leq 2,5 \mu m$


Actividad	Factor de Emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Resuspensión de MP10 por circulación de vehículos pesados en caminos no pavimentados	$fe = 281,9 \times 1,5 \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45}$	(g/km)	s: % de finos del suelo [8,5 valor por defecto] W: Peso promedio de la flota que circula por las vías (ton)
	<p>Fuente: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.2 "Unpaved Roads".</p> <p>Descripción: Corresponde al factor de emisión de tránsito por caminos no pavimentados determinado para sitios industriales. La unidad de este factor de emisión es gramos de MP10 emitidos por kilómetro recorrido.</p> <p>Notas: Dadas las características de la flota utilizada en la determinación de este factor de emisión, su aplicación se reconoce válida para una flota de vehículos pesados, es decir, cuyo peso promedio exceda las 2,7 toneladas métricas.</p> <p>El titular deberá proveer el peso promedio de la flota que circula por las vías relevantes. En caso de no hacerlo, el peso promedio por defecto será el peso promedio de la flota generada por la actividad del proyecto.</p> <p>Contenido de % de finos del suelo – valor por defecto 8,5%</p> <p>Mitigación: Como medida de abatimiento se considera la humectación del camino y la estabilización del mismo. A la primera de estas medidas se le asigna un efectividad en función al incremento en la humedad del camino que se consigue de acuerdo a la siguiente expresión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $Ea = 75 \times (M' - 1)$, para $1 \leq M' < 2$ y • $Ea = 62 + 6,7 \times (M' - 1)$, para $2 \leq M' \leq 5$ <p>Donde M' es el incremento promedio de la humedad del terreno medida en cantidad de veces.</p> <p>Se considerará que la eficiencia de la medida de estabilización de caminos corresponde a la que señala el proveedor del producto que se utilice para estabilizar, en la medida que se utilice en la forma por él señalada. Independiente de lo anterior, no se reconocerán eficiencias superiores al 75% salvo que el titular realice pruebas válidas que muestren lo contrario en el sitio del proyecto o un lugar con condiciones similares.</p> <p>Para corregir por días de lluvia, se debe multiplicar el factor anterior por 0,91.</p>		

Tabla N°2: Emisiones por tránsito de vehículos pesados por caminos sin pavimentar.

Nota: Es importante señalar que, para los cálculos:

- $PM \leq 10 \mu m$; $K=1,5$
- $PM \leq 2,5 \mu m$; $K=0,15$
- PMS ; $K= 4,9$

Fuente: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42: Chapter 13, Section 13.2.2 "Unpaved Roads".

Para el cálculo, se utilizará la expresión escrita en la tabla N°2.

Es decir, se mueven 650,4 ton/día con una flota promedio de 13 camiones tipo batea de 30 ton de capacidad, cuya tara es de 15 toneladas. Al interior de la planta la velocidad de tránsito máxima es 20 Km/h. Y saliendo de ella, la velocidad de transporte es de un máximo de 50 Km/h. Así, se realizan 23 viajes ida y vuelta; recorriendo 52 Km por caminos pavimentados, y 77 Km por caminos ripiados humectados y/o tratados. De estos últimos, 2 Km corresponden al interior de la planta con una velocidad que no supera los 20 Km/h. El peso promedio de cada camión (ida y vuelta) es de 30 ton, por lo que el peso diario de la flota (W) es de 650 ton.

Así, los factores de emisión son:

fe (PTS)	=	11.470,84137	gr/km
fe (pM \leq 10 μ m)	=	3.511,48205	gr/km
fe (pM \leq 2,5 μ m)	=	351,14821	gr/km

Considerando un nivel de actividad de **77 km**, tenemos que las emisiones diarias son:

E (PTS)	=	883,25479	kg/día
E (pM \leq 10 μ m)	=	270,38412	kg/día
E (pM \leq 2,5 μ m)	=	27,03841	kg/día

Si consideramos humectación de caminos, caminos tratados con bishofita tratado y humectado con salmuera, entonces podremos considerar una eficiencia de un 75% en control de emisiones por este concepto por tanto las emisiones estimadas serán de (Eh)= emisiones por caminos tratados o humectados:

Eh (PTS)	=	220,81370	Kg/día
Eh (pM \leq 10 μ m)	=	67,59603	Kg/día
Eh (pM \leq 2,5 μ m)	=	6,75960	Kg/día

1.9 TRANSFERENCIA DE MATERIAL

$$fe = 0,0016 \times k \times \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} \quad [\text{kg/ton}]$$

Donde:

U = velocidad del viento expresada en m/s.

M = Humedad del material (6,5 valor por defecto)

Para K:

K= 1 ; para PTS

K= 0,35 ; para PM ≤ 10 μm

K= 0,053 ; PM ≤ 2,5 μm

El movimiento de material que implica mover a selección y posterior carga de camiones, en cada etapa se moverán un promedio de 650,4 ton /día; en ese contexto el factor de emisión estará dado por la ecuación señalada en el encabezado.

Entonces, el factor de emisión es:

fe = 0,00089329 Kg/ton ; PTS

fe = 0,000312653 Kg/ton ; PM ≤ 10 μm

fe = 0,00004734 Kg/ton ; PM ≤ 2,5 μm

Antes de realizar este cálculo, es importante indicar que el material que se está moviendo, son ripios provenientes de un proceso de lixiviación de minerales oxidados de cobre, y por tanto las emisiones estimadas por este concepto, seguramente serán mucho mayores a las reales utilizando esta metodología.

Así, tenemos que:

E = 1,16207 kg/día ; PTS

E = 0,40672 kg/día ; PM ≤ 10 μm

E = 0,06159 kg/día ; PM ≤ 2,5 μm

1.10 FACTOR DE EMISIÓN RESUSPENSIÓN DE MP₁₀ (TRANSITO DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS)

El factor de emisión para este caso estará dado por la siguiente expresión.

Factor de Emisión:

$$fe = k \times (sL)^{0,91} \times W^{1,02} \quad [\text{gr/km}]$$

Donde:

- K:** Factor según tamaño de partícula: PM₁₀ = 0,62 ; PM_{2.5} = 0,15 ; MPS = 3,23
- sL:** Carga de fino de la superficie, (g/m²) ; [0,7 valor por defecto para vías con flujo entre 500 y 10.000 vehículos día]
- W:** Peso promedio de la flota que circula por las vías [ton]

Nota: Fuente AP-42: Chapter 13, Section 13.2.1 “Paved Roads, 2011”.

La expresión corresponde al factor de emisión de material particulado re suspendido por tránsito de vehículos por caminos pavimentados. La unidad de este factor de emisión, es gramos de MP emitidos por kilómetro recorrido.

Nota: Es importante señalar que la ecuación requiere el peso promedio de todos los vehículos que circulan en la vía considerada. Más específicamente, la ecuación no está destinada a ser utilizada para calcular el factor de emisión para cada peso de las distintas categorías de vehículos, si no el promedio de los vehículos que circulan.

La carga de finos (sL) consignada corresponde a los valores determinados por el estudio de Silt realizado por CENMA, 2010.

- sL=2,4 ; para vías con flujo inferior a 500 vehículos día.
- sL=0,7 ; para vías con flujo entre 500 y 10.000 vehículos día.
- sL=0,3 ; para vías con flujo superior a 10.000 vehículos día.

Se debe contar con el valor de peso promedio de la flota relevante para el proyecto. En caso de no hacerlo, el peso promedio (W) por defecto se establece en 8 toneladas.

Recordemos que estos vehículos recorrerán un total de 52 Km por vías pavimentadas entre ida cargados y vuelta descargados.

Entonces, los factores de emisión así calculados son:

$fe = 1.754,59365 \text{ gr/km}$; PTS

$fe = 336,79507 \text{ g/km}$; $PM \leq 10 \mu\text{m}$

$fe = 81,48268 \text{ g/Km}$; $PM \leq 2,5 \mu\text{m}$

Los camiones hacen su recorrido encarpado en la subida a Mantos de la Luna



Camión cargado con ripios encarpado, saliendo de Lipesed.

Entonces, la emisión estimada por el paso de los camiones por caminos asfaltados es:

$E = 91,23887 \text{ kg/día}$; PTS

$E = 17,51334 \text{ kg/día}$; $PM \leq 10 \mu\text{m}$

$E = 4,23710 \text{ kg/día}$; $PM \leq 2,5 \mu\text{m}$

1.11 Emisiones Totales estimadas

CUADRO RESUMEN EMISIONES, AÑO 2018

ACTIVIDAD	pM10	pM2,5	PTS
TRANSFERENCIA DE MATERIAL	0,40672	0,06159	1,16207
RESUSPENSION TRANSITO CAMIONES POR CAMINOS NO PAVIMENTADOS	67,59603	6,75960	220,81370
RESUSPENSION TRANSITO CAMIONES POR CAMINOS PAVIMENTADOS	17,51334	4,23710	91,23887
EMISIONES FUGITIVAS TOT (kg/día)	85,51610	11,05829	313,21463
EMISIONES TOT (ton/año)	31,21338	4,03628	114,32334

Tabla N°4: Resumen de Emisiones Lipesed, año 2018

2. Conclusión.

Como se observa en tabla N°4, las mayores emisiones estimadas son producto del tránsito de camiones por caminos sin pavimentar situación esperable dada las características del material manejado. Los ripios tienden a aglutinarse cuando se encuentran hidratados, este comportamiento impide su proyección como material particulado, por tanto, las medidas aplicadas han demostrado en la práctica una alta eficiencia.

Helios Canto Cifuentes
Químico
Consultor Ambiental