

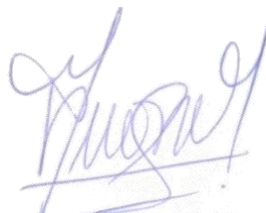
	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA: 1 de 2

# INFORME TÉCNICO

## N° SR AM 3360/2024

### ELABORACIÓN ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

**Fecha** : Octubre 2024  
**Código de Proyecto** : SR AM 3360.  
**Elaborado** : SIRambiental SpA. (**Pierina Mirone Muñoz** / Ingeniero Biotecnología  
Máster en Gestión Integrada (Medioambiente, calidad y prevención)



	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA:2 de 2

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PROYECTO .....	3
2.1	Ecuación general para el cálculo de emisiones.....	3
2.2	Actividades o fuentes de emisión .....	5
2.3	Cálculo de emisiones de fase de operación .....	6
3	CONCLUSIONES .....	8
4	BIBLIOGRAFÍA.....	9
5	ANEXOS .....	10

## 1 INTRODUCCIÓN

## 2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PROYECTO

En este apartado se describe como se realiza la estimación de las emisiones atmosféricas generadas durante la etapa de operación, considerando las principales actividades, como son: excavación, acopio temporal y uso de maquinaria fuera de ruta.

De acuerdo a la guía elaborada por el ministerio las actividades generadoras de emisiones durante diferentes fases de los proyectos son las siguientes:

Actividad	Contaminantes
Demolición	MP10 - MP2,5
Perforación	MP10 - MP2,5
Escarpe	MP10 - MP2,5
Excavaciones	MP10 - MP2,5
Erosión de material en pila	MP10 - MP2,5
Carguío y volteo de material	MP10 - MP2,5
Compactación	MP10 - MP2,5
Nivelación	MP10 - MP2,5
Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	MP10 - MP2,5
Tránsito de vehículos por vías pavimentadas	MP10 - MP2,5
Combustión de vehículos	MP10 - MP2,5 - NOx - SOx - NH <sub>3</sub> - CO - COV
Combustión de maquinaria fuera de ruta	MP10 - MP2,5 - NOx - SOx - NH <sub>3</sub> - CO - COV
Combustión de grupos electrógenos	MP10 - MP2,5 - NOx - SOx - CO - COV
Combustión de calderas	MP10 - MP2,5 - NOx - SOx - CO - COV
Chancado (primario, secundario y terciario)	MP10 - MP2,5
Pulverizado	MP10 - MP2,5
Tamizado (grueso y fino)	MP10 - MP2,5
Punto de transferencia entre correas	MP10 - MP2,5
Otras	-

**Ilustración 1: Actividades generadoras de Emisiones.**

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2020

### 2.1 Ecuación general para el cálculo de emisiones

En el proyecto en comento se desarrollaran actividades que generan emisiones directas e indirectas, las cuales serán determinadas a partir de la ecuación general empleada para estimar las emisiones:

$$E = fe \cdot Na \cdot (1 - Ea)$$

	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA: 4 de 2

Donde,

E	=	Emisión (ton/año)
fe	=	Factor de emisión
Na	=	Nivel de actividad
Ea	=	Eficiencia de abatimiento

De acuerdo a lo descrito por la literatura, el nivel de actividad (Na) depende del factor de emisión específico que se utiliza (fe), y la información que lo alimenta debe ser entregada por cada proyecto en particular.

En relación a los factores de emisión, es importante señalar que estos proporcionan un valor representativo de la cantidad de agentes contaminantes que se emiten a la atmósfera en una actividad emisora.

De acuerdo a lo descrito en la guía se realizará la estimación de los diferentes factores de emisión, para las diferentes actividades a realizar durante el proyecto.

A continuación se presentan las tablas donde se describe la forma de cálculo de cada uno de los factores de emisión, para las actividades desarrolladas.

#### a) Excavación

Fórmula <sup>5</sup>	Unidad	Parámetros
$fe_{MP10} = \frac{0,75 \times 0,45(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$	[kg/h]	s: Porcentaje de finos del suelo. Valor por defecto: 8,5.
$fe_{MP2,5} = \frac{0,105 \times 2,6(s)^{1,2}}{(M)^{1,3}}$	[kg/h]	M: Porcentaje de humedad del suelo. Valor por defecto: 6,5.

**Tabla 1: Factores de emisión para la actividad de excavación**

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2020

#### b) Erosión

Fórmula <sup>6</sup>	Unidad	Parámetros
$fe = k(s/1,5)(f/15)$	[kg/ha-día]	k MP10: 0,953. k MP2,5: 0,146. s: contenido de fino del material [%]. Valor por defecto: 8,5. f: porcentaje del tiempo en que la velocidad del viento no obstruido es mayor a 5,4 [m/s] a la altura media de la pila.

**Tabla 2: Factores de emisión para la actividad de erosión por viento**

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2020

c) **Carguío y volteo**

Fórmula <sup>7</sup>	Unidad	Parámetros
$fe = k(0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	[kg/t]	k MP10: 0,35. k MP2,5: 0,053. U: velocidad del viento promedio. Valor por defecto: 5 [m/s]. M: porcentaje de humedad del suelo. Valor por defecto: 6,5.

**Tabla 3: Factores de emisión para la actividad de carguío y volteo de material**

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2020

d) **Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados industriales dominados por vehículos pesados**

Fórmula <sup>1</sup>	Unidad	Parámetros
$fe = k \times 281,9 \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \left(\frac{W}{2,72}\right)^{0,45}$	[g/km]	k MP10: 1,5. k MP2,5: 0,15. s: contenido de material fino en la superficie [%]. Valor por defecto: 8,5. W: peso promedio de la flota que transita por las vías [t].

**Tabla 4: Factores de emisión para la actividad de tránsito de vehículos en caminos no pavimentados**

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2020

Para la estimación de las emisiones atmosféricas producto de la combustión interna de vehículos, se deberá utilizar los factores de emisión presentados en (EMEP/EEA, 2019c), en particular, los señalados en la sección 3.3 “Tier 2 Method”.

$$E_{i,j} = h \times P_i \times (1 + FD_i) \times FC_i \times TAF_i \times FE_{Base\ i,j}$$

## 2.2 Actividades o fuentes de emisión

Las actividades o fuentes de emisión identificadas para este proyecto corresponden a las acciones realizadas para la operación. Dentro de estas actividades, se considera:

- Excavación.
- Acopio de material.
- Combustión Maquinaria

	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA:6 de 2

La maquinaria que se empleará durante la fase de operación del Proyecto corresponde a:.

MAQUINARIA	CANTIDAD
Excavadora	2
Cargador Frontal	2
Camión Tolva	2

Tabla 5: Característica de maquinaria utilizada

## 2.3 Cálculo de emisiones de fase de operación

### 2.3.1.1 Factor(es) de emisión

El cálculo de emisiones generadas a partir de la actividad de excavación, se realiza utilizando el factor de emisión (fe) descrito en la Tabla 1, el que a partir de los datos sugeridos por la guía (8,5 %de finos y 6,5% de humedad) se obtiene los siguientes valores:

FACTOR DE EMISIÓN	VALOR
FE MP2,5 (kg/h)	0,312
FE MP10 (kg/h)	0,609

Tabla 6: Factores de Emisión MP2,5 y MP10 para actividad de excavación.

Una vez realizada la excavación se debe mantener temporalmente el material acopiado (erosión), para lo cual se estima el factor de emisión (fe) a partir de lo descrito en la Tabla 3, además de considerar todos los parámetros sugeridos por la guía (KMP10:0,953 - KMP2.5:0,146, 8,5 %de finos y 1% del tiempo)

FACTOR DE EMISIÓN	VALOR
FE MP2,5 (kg/ha-d)	0,063
FE MP10 (kg/ha-d)	0,211

Tabla 7: Factores de Emisión MP2,5 y MP10 para erosión.

En el caso de la actividad de transferencia de material (carguío y volteo de camión) el factor de emisión (fe) se calcula a partir de lo descrito en la Tabla 4, para lo cual se obtiene los siguientes valores:

FACTOR DE EMISIÓN	VALOR
FE MP2,5 (kg/h)	0,0002
FE MP10 (kg/h)	0,00129

	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA: 7 de 2

**Tabla 8: Factores de Emisión MP2,5 y MP10 para actividad de transferencia de material.**

#### 2.3.1.2 Nivel de actividad

De acuerdo a lo que describe la guía del Ministerio de Medio Ambiente, el nivel de actividad para la excavación se determina dividiendo el volumen (considerando 20% de esponjamiento) a excavar por el rendimiento de la maquinaria utilizada en la excavación (se considera el valor entregado por la guía 54,27 [m<sup>3</sup>/h]).

NIVEL DE ACTIVIDAD	VALOR
NA (h/año)	309,4

**Tabla 9: Nivel de Actividad para la actividad de excavación.**

En el caso del material acopiado temporalmente (Erosión), el nivel de actividad se obtiene tras la multiplicación de las hectáreas de acopio por los días al año que se mantiene el material apilado.

NIVEL DE ACTIVIDAD	VALOR
NA (h/año)	40,8

**Tabla 10: Nivel de Actividad para la actividad de erosión.**

Respecto al nivel de actividad de la transferencia de materiales este se estima a partir de la suma de las toneladas de material cargado más el descargado, es decir, es igual a las toneladas del material trasladado, multiplicadas por dos.

NIVEL DE ACTIVIDAD	VALOR
NA (h/año)	80.606

**Tabla 11: Nivel de Actividad para la transferencia de material.**

	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA: 8 de 2

### 3 CONCLUSIONES

En el siguiente capítulo se comparan y evalúan las emisiones estimadas en etapa de operación del proyecto:

Actividad	E CO (t/año)	E HC (t/año)	E SOx (t/año)	E NOx (t/año)	E MP2,5 (t/año)	E MP10 (t/año)
1 DEMOLICIÓN					0,000	0,000
2 EXCAVACIÓN EN FRENTE					0,097	0,188
3 TRANSFERENCIA DISCRETA O CONTINUA DE MATERIAL (CARGUIO Y VOLTEO DE CAMIÓN)					0,01574	0,10392
4 EROSIÓN DE MATERIALES EN PILAS Y ACOPIOS					0,00258	0,00861
5 RESUSPENSIÓN DE MP POR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS PARA VÍAS CON FLUJO SUPERIOR A 10.000 VEH/D					0,0174	0,0720
6 RESUSPENSIÓN DE MP POR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS PARA VÍAS CON FLUJO entre 500 y 10.000 VEH/D					0,0377	0,1558
7 RESUSPENSIÓN DE MP POR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS PARA VÍAS CON FLUJO INTERIORES NO PAVIMENTADAS					0,0001	0,0013
8 RESUSPENSIÓN DE MP POR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN CAMINOS PAVIMENTADOS PARA VÍAS CON FLUJO EXTERIORES NO PAVIMENTADAS					0,0000	0,0000
9 COMBUSTIÓN VEHÍCULOS tipo 2 pesado	0,0474	0,0092	0,0218	0,2671	0,0326	0,0355
10 COMBUSTIÓN DE MAQUINARIA FUERA DE RUTA	0,5319	0,2433	0,1768	2,0316	0,2182	0,2364
<b>TOTAL</b>	<b>0,579</b>	<b>0,253</b>	<b>0,199</b>	<b>2,299</b>	<b>0,421</b>	<b>0,802</b>

De las etapas del proyecto la de mayor emisión corresponde a la etapa de operación esta etapa aproximadamente emite anualmente **0.802** ton de MP10 al año.

.

	ESTUDIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	REF: SRAM-3360/2024
		FECHA: Octubre 2024
		REVISIÓN: 1
		PÁGINA:9 de 2

#### 4 BIBLIOGRAFÍA

- (USEPA, 1995), “Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors”.
- Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, Ministerio del Medio Ambiente, 2020.