

**COMPAÑÍA CONTRACTUAL
MINERA CANDELARIA**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PLANTA DESALINIZADORA MINERA CANDELARIA**

3536-1000-MM-INF-100 Rev. 0

**CAPÍTULO 1
ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

**ANEXO 1.B
INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
PLANTA DESALINIZADORA MINERA CANDELARIA**

ANEXO 1.B INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS PLANTA DESALINIZADORA MINERA CANDELARIA

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por objeto evaluar las emisiones de material particulado y gases de combustión, producto de las actividades que se llevarán a cabo debido a la construcción del proyecto Planta Desalinizadora Minera Candelaria.

El Proyecto en su etapa de construcción contempla la emisión de MP10 producto del movimiento aproximado de 1 Mm³ de tierra repartidos en las distintas obras requeridas para la materialización y funcionamiento del Proyecto, entre la cuales se cuenta: la construcción de la Planta Desalinizadora, un Acueducto de 80 km de extensión y un Trazado de Línea Eléctrica con una longitud de tendido de 100 km.

El inventario de emisiones además, contempla la generación de gases contaminantes, producto del funcionamiento de equipos, maquinaria y vehículos empleados durante las actividades de construcción.

La duración de la etapa de construcción del Proyecto se estima aproximadamente en 24 meses, donde cada una de las obras tendrá distinto plazo de ejecución. Se debe aclarar además, que debido a la naturaleza del proyecto, para la etapa de operación, no se contempla emisiones.

2 METODOLOGÍA

La estimación de emisiones ha sido determinada considerando todas las actividades y fuentes generadoras de material particulado respirable y gases que se desarrollarán durante la etapa de construcción del Proyecto. El cálculo ha sido realizado por medio de los factores de emisión propuestos en el documento de compilación AP-42 y la emisión de motores de vehículos por SECTRA-U de Chile.

En general, la estimación se realizó en los escenarios más desfavorables (el peor de los casos), considerando la mayor cantidad de maquinaria y los mayores niveles de flujos.

Como fuentes emisoras de MP10 durante la etapa de construcción del Proyecto, se consideró:

- Excavaciones
- Perforaciones
- Tronaduras
- Carga y descarga de material
- Erosión de acopios
- Circulación de vehículos por caminos no pavimentados

- Motores de Maquinaria

Se debe aclarar que las tronaduras son consideradas solo para situarse en un escenario conservador, dada su condición de eventual.

Por otro lado, como fuente generadora de gases contaminantes CO y NOx se consideró el funcionamiento de motores de vehículos y de maquinaria a utilizar durante la fase constructiva del Proyecto.

Las medidas de control ambiental propuestas en este informe, están en función de las fuentes que generarán la mayor cantidad de emisiones atmosféricas.

3 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

3.1 FACTORES DE EMISIÓN

En la Tabla 3.1 se presenta los factores de emisión requeridos, según las actividades existentes, para estimar las emisiones derivadas del Proyecto.

Tabla 3.1
Factores de Emisión Asociadas a Actividades Emisoras de MP10

Actividad	Fórmula Factor de Emisión	Fuente Fórmula	Unidad	Parámetros
Excavaciones	$E = \frac{0,75 * 0,45 * (s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$	Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42 Chapter 11, Section 11.9 "Western Surface Coal Mining", Table 11.9-2"	kg/hr	s: % de finos sueltos M: % humedad material
Tronadura	$E = 0,59$	Environmental Protección Agency USA (EPA), Reporte AP-42 Actualización de 2005, Capítulo 11, Sección 11.9, Tabla 11.9-2, página 11.9-7.	tron/día	
Carga y Descarga	$E = \frac{k * 0,0016 * \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42 Chapter 13, Section 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles".	kg/ton	U: Velocidad del viento (m/s) M: % humedad material:
Resuspensión de MP10 por circulación de vehículos pesados en caminos no	$E = k * 2819 * \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} * \left(\frac{W}{30}\right)^{0,4}$	Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42 Chapter 13, Section 13.2.1 "Unpaved Roads".	g/km	s: % de finos del suelo W: Peso promedio de la flota del proyecto

Actividad	Fórmula Factor de Emisión	Fuente Fórmula	Unidad	Parámetros
pavimentados.				(ton)
Erosión Pilas de Acopio	$E = 1,9 * \left(\frac{s}{1,5}\right) * \left(\frac{f}{15}\right)$	WRAP Fugitive Dust Handbook, Countess Environmental September 7, 2006. Chapter 9. Storage Pile Wind Erosion	kg/ha	s: % de finos del suelo f: % del tiempo en el que el viento excede los 5,4 m/s
Motores Camiones	$E = 2,73325 * V^{-0,7054}$	Informe Final Actualización Modelo de Cálculo de Emisiones Vehiculares. Anexo 2. SECTRA-Universidad de Chile. 2002.	gr/km	V: velocidad media
Motores Maquinarias	$E = EF_{SS} * TAF$	Environmental Protección Agency USA (EPA), Reporte EPA 420-P-04-009, Actualización 2004, Ec. 1, Pág 6.	gr/hr-maq	EFss: FE estado estacionario. TAF: FE de ajuste operación en régimen transiente

Tabla 3.2
Factores de Emisión de CO de Motores

Tipo de Motor	Fórmula Factor de Emisión	Fuente Fórmula	Unidad	Parámetros
Motores de Camiones	$E = 20,504 * V^{-0,6945}$	Informe Final Actualización Modelo de Cálculo de Emisiones Vehiculares. Anexo 2. SECTRA-Universidad de Chile. 2002.	gr/km	V: Velocidad media
Motores Maquinarias	$E = EF_{SS} * TAF$	Environmental Protección Agency USA (EPA), Reporte EPA 420-P-04-009, Actualización 2004, Ec. 1, Pág 6.	gr/hr-maq	EFss: FE estado estacionario. TAF: FE de ajuste operación en régimen transiente

Tabla 3.3
Factores de Emisión de NOx de Motores

Tipo de Motor	Fórmula Factor de Emisión	Fuente Fórmula	Unidad	Parámetros
Motores Camiones	$E = 63,888 * V^{-0,5859}$	Informe Final Actualización Modelo de Cálculo de Emisiones Vehiculares. Anexo 2. SECTRA-Universidad de Chile. 2002.	gr/km	V: Velocidad media
Motores Maquinarias	$E = EF_{SS} * TAF$	Environmental Protección Agency USA (EPA), Reporte EPA 420-P-04-009, Actualización 2004, Ec. 1, Pág 6.	gr/hr-maq	EF _{ss} : FE estado estacionario. TAF: FE de ajuste operación en régimen transiente

3.2 VALORES DE PARÁMETROS PARA ESTIMAR EMISIONES

La etapa de construcción del Proyecto, específicamente la actividad de movimiento de material, se llevará a cabo durante 24 meses, lapso en el cual se contempla el movimiento de 1.045.470 m³ de tierra. En la Tabla 3.4 siguiente se presentan los parámetros utilizados para el cálculo de emisiones de la etapa de construcción del Proyecto.

Tabla 3.4
Parámetros para Cálculo de Emisiones

Parámetros	Valor	Unidad
s:% de finos del suelo	6	%
s:% de finos del suelo roca	1	%
M: Humedad Material	5	%
u. Velocidad promedio del viento*	3	m/s
f: % del tiempo en el que el viento excede los 5,4 m/s*	6	%
Wc: Peso promedio camiones	20	ton
Velocidad media camiones	30	km/h
Densidad del Suelo**	1,6	ton/m ³
Densidad de la Roca**	2,6	ton/m ³

* Datos extraídos de EIA elaborados en la Región de Copiapó, cercanos a la zona de emplazamiento del proyecto.

** Dato obtenido de estudios similares.

En la Tabla 3.5 se presenta el detalle del movimiento de material correspondiente a la etapa de construcción.

Tabla 3.5
Listado de Movimiento de Material

Planta Desanilizadora	m³	Unidad	m³
Corte	58.000		58.000
Relleno	65.000		65.000
Total Planta			123.000

Piscina de Emergencia			m³
1 Piscina de Emergencia	2.000		2.000
1 Piscina de Emergencia	8.700		8.700
Total			8.700

Sistema de Conducción			m³
Suelo común	390.000		390.000
Roca	130.000		130.000
Cama de Apoyo	16.000		16.000
Relleno	373.000		373.000
Total Sistema de Conducción			909.000

Línea Eléctrica 23 kv	m³	Total	m³
Volumen promedio poste de Est Portante	1	400	400
Volumen promedio poste de Suspensión o Anclaje	2	85	170
Total Línea Eléctrica			570

Línea Eléctrica 110 kv	m³		m³
Volumen promedio poste de Est Portante	11	100	1.100
Volumen promedio poste de Suspensión o Anclaje	22	50	1.100
Total Líneas Eléctricas			2.200

Volumen a Remover Total Proyecto			1.043.470
---	--	--	------------------

La principal actividad será el movimiento de material y su transporte en vehículos (1.045.470 m³). Se debe tener presente que todo el material excavado será utilizado principalmente para relleno de los mismos sectores en que se desarrollarán las obras, sin embargo, para efectos de estimar emisiones, se considera de manera conservadora, que aproximadamente 100.000 m³ proveniente de la tubería y 50.000 m³ proveniente de la construcción de la Planta, serán trasladados a botaderos y que por otra parte aproximadamente 16.000 m³ de material granular será transportado desde empréstitos hacia el área donde se sitúan las obras de construcción del acueducto. La duración de esta actividad se realizará en un periodo de 24 meses, con jornada de trabajo a realizar durante lunes a viernes. El periodo considerado, en cada una de las obras, para realizar el inventario corresponde al asociado al traslado de material. Los periodos señalados son los que se presentan en la columna de días de la Tabla 3.8.

De acuerdo a lo anterior, los viajes y las distancias promedio a recorrer por lo camiones se presenta en la Tabla 3.6 que se muestra a continuación. Se debe tener presente que para determinar la cantidad de viajes relacionados con el transporte de material, se prevé utilizar camiones 20 toneladas de capacidad.

Tabla 3.6
Viajes Diario a Realizar para Transporte de Material - Etapa de Construcción

Valores Diarios	Area Acueducto			Area Planta		Línea Eléctrica	Varios
	Botadero	Empréstitos	Insumos	Botadero	Insumos	Insumos	Camiones Aljibes
Nº viajes	61	10	5	30	4	3	3
Distancia promedio (km)	15	25	40	15	50	50	50
Viajes-recorrido (km-tot)	909	242	200	455	200	138	150

Como consideración, los viajes que se realizarán para la construcción del Proyecto, serán a través de la ruta C-364 y la ruta C-360, dichas rutas corresponden a caminos no pavimentados, donde se aplicará riego como medida para el control de la emisión de polvo. El porcentaje de eficiencia considerado para el control del polvo, se encuentra estimado en un 80%, donde se especifica riego 3 a 4 veces al día.

El tipo de maquinaria a utilizar durante la etapa de construcción corresponde a la que se incluye en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7
Descripción de Maquinaria a Utilizar

Tipo Maquinaria	Cantidad	Potencia (HP)
Retroexcavadora	6	250
SideBoom (tiende tubos)	6	240
Bulldozer	6	250
Rodillo Compactador	3	200
Camión Grúa	4	230
Compresores	6	150

3.3 CÁLCULO DE EMISIONES

Con la información descrita anteriormente, se procede a presentar los resultados de la estimación de emisiones de MP10 correspondientes a la etapa de construcción del Proyecto, los que son mostrados en la Tabla 3.8.

Por otra parte, en la Tabla 3.9 y 3.10 se presentan la estimación de MP10 y gases generados por los motores de camiones y maquina utilizados durante la etapa de construcción del Proyecto.

Se debe tener presente que las emisiones son generadas a lo largo de las obras de construcción del Proyecto, es decir, diseminadas a través de un área extendida de aproximadamente 100 km de longitud.

Tabla 3.8
Emissiones MP10 Provenientes de Movimiento de Material y Tránsito de Vehículos Etapa de CONSTRUCCIÓN.

Tipo Fuente	Descripción	k	sL	A m	s %	f %	W ton	U m/s	M %	Factor de Emisión EPA		Multiplicador		Sistema de Mitigación		Emisión Resultante			
										Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Método	% Eficiencia	kg/día	días	ton/proy.	
Planta Desalinizadora, Estanques y Piscinas	Excavación				6		-		5	0,521	kg/hr	7	hr/día	-	0	3,6	132	0,48	
	Excavación en Roca				1		-		5	0,521	kg/hr	5	hr/día	-	0	2,6	132	0,34	
	Tronadura			300						0,6	kg/tron	2	tron/día	-	0	1,2	60	0,07	
	Carga de Material	0,35						3	5	0,0002	kg/ton	606	ton/día	-	0	0,1	132	0,02	
	Camiones Material a Botadero	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	455	veh*día*km	Riego	80	59,8	132	7,89	
	Camiones Insumos (Camino Pavimentado)	4,60	2,6					32		0,2226	kg/veh km	200	veh*día*km	-	0	44,5	30	1,34	
	Decarga de Material Relleno	0,35						-	3	5	0,0002	kg/ton	606	ton/día	-	0	0,1	132	0,02
Acueducto	Excavación				6		-		5	0,521	kg/hr	7	hr/día	-	0	3,6	132	0,48	
	Excavación en Roca				1		-		5	0,521	kg/hr	5	hr/día	-	0	2,6	132	0,34	
	Carga de Material a Camiones Relleno	0,35						3	5	0,0002	kg/ton	194	ton/día	-	0	0,0	132	0,01	
	Carga de Material a Camiones Botadero	0,35						3	5	0,0002	kg/ton	1212	ton/día	-	0	0,3	132	0,04	
	Camiones a Botadero	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	909	veh*día*km	Riego	80	119,5	132	15,78	
	Camiones de Empréstitos	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	242	veh*día*km	Riego	80	31,9	132	4,21	
	Camiones con Insumos	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	120	veh*día*km	Riego	80	15,8	30	0,47	
	Camiones Insumos (Camino Pavimentado)	4,60	2,6					32		0,2226	kg/veh km	80	veh*día*km	-	0	17,8	30	0,53	
	Decarga de Material Relleno	0,35						-	3	5	0,0002	kg/ton	194	ton/día	-	0	0,05	132	0,01
	Decarga de Material Botadero	0,35						-	3	5	0,0002	kg/ton	1212	ton/día	-	0	0,28	132	0,04
Línea Eléctrica	Excavación				6		-		5	0,521	kg/hr	7	hr/día	-	0	3,6	90	0,33	
	Decarga de Material	0,35						3	5	0,0002	kg/ton	49	ton/día	-	0	0,01	90	0,00	
	Camiones Insumos	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	69	veh*día*km	Riego	80	5,8	30	0,18	
	Camiones Aljibes	1,50			6			32		0,6575	kg/veh km	150	veh*día*km	Riego	80	19,7	132	2,60	
	Erosión Botadero				6	6										3,0	90	0,27	
TOTAL										3,0400	kg/ha	1,0	Ha/día	-	0	336,2		35,4	

Tabla 3.9
Emissiones MP10, CO y NOX Proveniente de Movimiento de Motores de Maquinaria.

Maquinaria	Datos			Efss (g/hp-hr)			TAAF (adimensional)			Emissiones (kg/día)		
	Nº Maq.	HP	Horas	CO	NOx	MP10	CO	NOx	MP10	CO	NOx	MP10
Retroexcavadora	6	250	7	0,748	2,50	0,15	2,57	1,10	1,97	20,2	28,9	3,1
SideBoom (tiende tubos)	6	240	7	0,748	2,50	0,15	2,57	1,10	1,97	19,4	27,7	3,0
Bulldozer	6	250	7	0,748	2,50	0,15	1,53	0,95	1,23	12,0	24,9	1,9
Rodillo Compactador	3	200	7	0,748	2,50	0,15	1,53	0,95	1,23	4,8	10,0	0,8
Camión Grúa	4	230	7	0,748	2,50	0,15	1,53	0,95	1,23	7,4	15,3	1,2
Compresores	6	150	7	0,748	2,50	1,15	1,00	1,00	1,00	4,7	15,8	7,2
Total (kg/día)										68,4	122,6	17,2

Tabla 3.10
Emisiones de MP10, CO y NOx de Motores de Camiones

MP10	Velocidad media	Unidad	Factor Emisión	Unidad	Nivel Actividad	Unidad	Tasa Emisión	Unidad
Camión Aljibe	30	km/hr	0,2482	gr/km	150	km/día	0,04	kg/día
Camión Tolva	30	km/hr	0,2482	gr/km	2075	km/día	0,51	kg/día
TOTAL							0,6	kg/día

CO	Velocidad media	Unidad	Factor Emisión	Unidad	Nivel Actividad	Unidad	Tasa Emisión	Unidad
Camión Aljibe	30	km/hr	1,581	gr/km	150	km/día	0,2	kg/día
Camión Tolva	30	km/hr	1,581	gr/km	2075	km/día	3,3	kg/día
TOTAL							3,5	kg/día

NOX	Velocidad media	Unidad	Factor Emisión	Unidad	Nivel Actividad	Unidad	Tasa Emisión	Unidad
Camión Aljibe	30	km/hr	6,33	gr/km	150	km/día	1,0	kg/día
Camión Tolva	30	km/hr	6,33	gr/km	2075	km/día	13,1	kg/día
TOTAL							14,1	kg/día

En las Tabla 3.11 y 3.12 se presentan un resumen de emisiones de MP10 y gases, proveniente de la etapa de construcción del Proyecto, producto de considerar a plena actividad durante un día normal del desarrollo de dicha etapa.

Tabla 3.11
Resumen de Emisiones MP10

Descripción	Emisión Resultante	
	Cantidad	Unidad
Obras	336,2	kg/día
Motores Camiones	0,6	kg/día
Motores Maquinaria	17,2	kg/día
TOTAL	354,0	kg/día

Tabla 3.12
Resumen de Emisiones de gases

Gases	kg/día
Monóxido de Carbono (CO)	72
Oxido de Nitrógeno (NOx)	137

3.4 RESUMEN DE EMISIONES

A continuación en la Tabla 3.13. se presenta el resumen total de las emisiones de MP10 y gases, generados durante toda la etapa de construcción del Proyecto, considerando los distintos periodos en que desarrollarán las distintas obras (movimiento de material) durante los 24 meses dura la etapa de construcción.

Tabla 3.13
Emisiones Totales (Ton/Proyecto)

Etapa	MP10	CO	NOx
Construcción	38	9	18

4 CONCLUSIONES

Las emisiones generadas durante un día a plena actividad para la construcción del Proyecto Planta Desalinizadora Minera Candelaria serán aproximadamente de 354,0 kg/día de MP10, 72 kg/día de CO y 137 kg/día de NOx.

Considerando el periodo total de construcción del Proyecto (24 meses) las emisiones de material particulado respirable estimadas serán de 38 ton/Proyecto de MP10. Por otra parte las emisiones de gases estimadas serán de 9 ton/Proyecto de CO y 18 ton/Proyecto de NOx.

Entre las principales medidas de control de emisión de polvo se cuenta el riego de caminos no pavimentados y la humectación de material a remover.

Las emisiones se producirán a lo largo del trazado del Proyecto diseminadas en un área que abarca más de 100 kilómetros. Por otra parte, se debe tener presente que las emisiones tendrán un carácter temporal y de tipo reversible.