

ANEXO F

ESTÁNDARES Y/O LÍMITES PERMISIBLES APLICABLES AL PROYECTO

En las siguientes tablas, se sintetizan los estándares y/o límites máximos permisibles establecidos en el marco normativo ambiental nacional¹ y que son de aplicación para el Proyecto:

1. Medio Ambiente

1.1. Calidad del Aire

Tabla 1.1: Límites Permisibles para Calidad del Aire*

Contaminante	Valor de concentración	Periodo y caracterización estadística
MONÓXIDO DE CARBONO	10 mg/m ³ 40 mg/m ³	Media en 8 hr Media en 1 hr
BIÓXIDO DE AZUFRE	80 µg/m ³ 365 µg/m ³	Media aritmética anual Media en 24 hr
BIÓXIDO DE NITROGENO	150 µg/m ³ 400 µg/m ³	Media en 24 hr Promedio en 1 hr
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	260 µg/m ³ 75 µg/m ³	24 hr Media geométrica anual
PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM-10)	150 µg/m ³ 50 µg/m ³	24 hr Media geométrica anual
OZONO	236 µg/m ³	Promedio horario máximo
PLOMO	1.5 µg/m ³	Media aritmética trimestral

* Los valores de concentración están referidos a concentraciones normales de presión y temperatura, considerándose para presión: 1 atmósfera (760 mm Hg) temperatura: 298 K (25°C).

NOTA: Los valores de este Anexo admiten una variación de hasta + 10% Fuente: RMCA – D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

Tabla 1.2: Límites permisibles para calidad del aire para contaminantes específicos*

Contaminante	Valor de concentración	Periodo y caracterización estadística
ARSENICO	50 ng/m ³	Media aritmética anual
CADMIO	40 ng/m ³	Media aritmética anual

¹ En el capítulo 3 se detallan y describen las Leyes, reglamentos y otras disposiciones legales o guías internacionales que incluyen los estándares y límites permisibles en base a los cuales se ha elaborado el presente Anexo.

MANGANESO	2 µg/m ³	Media aritmética anual
MERCURIO	1 µg/m ³	Media aritmética anual
VANADIO	0,2 µg/m	Media aritmética anual
ZINC	50 µg/m ³	Media aritmética anual
ACIDO SULFIDRICO	150 µg/m ³	Media en 24 hr
FLUOR	50 mg/m ³ 50 mg/m ³	Media aritmética anual Promedio en ½ hr
CLORO, ACIDO CLORHIDRICO	100 µg/m ³	Media aritmética anual
DICLOROMETANO	1 mg/m ³	Media en 24 hr
TRICLOROETILENO	1 mg/m ³	Media en 24 hr
TETRACLOROETILE NO	5 mg/m ³	Media en 24 hr
ESTIRENO	800 µg/m ³	Media en 24 hr
TOLUENO	7.5 µg/m ³	Media en 24 hr
FORMALDEHÍDO	100 µg/m ³	Media en ½ hr
BISULFURO DE CARBONO	100 µg/m ³	Media en 24 hr
TETRACLOROETILE NO	5 mg/m ³	Media en 24 h
ESTIRENO	800 µg/m ³	Media en 24 h
TOLUENO	7,5 mg/m ³	Media en 24 h
FORMALDEHIDO	100 µg/m ³	Media ½ hora
BISULFURO DE CARBONO	100 µg/m	Media ½ hora

NOTA: Los valores de este Anexo admiten una variación de hasta + 10%.

*Los valores de concentración están referidos a concentraciones normales de presión y temperaturas, considerándose condiciones normales las siguientes:

presión: 1 atmósfera (760 mm Hg) temperatura: 298 K (25°C).

Unidades:

mg/m³ = miligramos por metro cúbico µg/m³ = microgramos por metro cúbico ng/m³
= nanogramos por metro cúbico ppm = partes por millón

Fuente: RMCA – D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

1.2. Ruido Ambiental

Tabla 1.3: Límites permisibles para ruido ambiental

Condición	LMP*	Observaciones
6 a 22 hrs	68 dB	Medidos en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor a quince minutos.
22 a 6 hrs	65 dB (A)	
durante un lapso no mayor a quince minutos	115 dB más o menos 3 dB (A)	

durante un lapso no mayor a un segundo	140 dB (A)	
fuentes fijas que se localicen en áreas cercanas a centros hospitalarios guarderías, escuelas, asilos y otros lugares de descanso	55 dB (A).	
instalación de aparatos amplificadores de sonido y otros dispositivos similares en la vía pública	75 dB (A)	

*Para la construcción de aeropuertos, aeródromos y helipuertos públicos y privados, las autoridades competentes deben tener en cuenta la opinión de la Secretaría Nacional de Salud.

***NOTA:** Los valores de este Anexo permiten una variación de hasta + 10% Fuente: RMCA – D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

1.3. Emisiones de fuentes fijas

Tabla 1.4: Límites permisibles orientativos de emisión para las fuentes fijas que utilizan diésel como combustible, cuando éste no tenga contacto directo con los materiales del proceso (Aplica a fuentes existentes y nuevas)

Proceso	Contaminante (Kg / 10 ⁶ m ³) *			NO%
	Partículas	SO	CO	
Hornos o calderas (10,5-105,5) x10 ⁶ KJ/H *** (Industrias)	0,24	17 (S) **	0,6	2,4
Hornos o calderas (0,5-10,5)x10 ⁶ KJ/h (Comerciales)	0,24	17 (S) **	0,6	2,4
Calentadores <0,5x10 ⁶ KJ/h	0,3	17 (S) **	0,6	2,2

* Kilogramos de contaminante por metro cúbico del diésel consumido

** (S) = porcentaje de azufre contenido en el diésel.

*** KJ/h = Kilo Joules por hora; un Joule =0.102002 Kgm; 1Kgm=1 Kilográmetro NOTA: Los valores de este Anexo admiten una variación de hasta + 10%

Fuente: RMCA – D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

1.4. Emisiones de fuentes móviles

Tabla 1.5: Límites máximos permisibles para vehículos a gasolina con motor de 4 tiempos*

Vehículos a Gasolina			
Años de fabricación	CO % de Volumen	HC (ppm)	
		Altura sobre el nivel del mar	
		(hasta 1800 msnm)	(desde 1800 msnm)
Hasta 1997	6	600	650
1998 a 2004	2,5	400	450
2005 en adelante (1)	0,5	125	125

(1) Después de 3 años de uso, para la categoría de 2005 en adelante, los límites permisibles aplicables estarán de acuerdo con los valores especificados para los años de fabricación de 1998 a 2004

* Para vehículos usados sujetos a importación y vehículos en circulación Fuente: DS No. 28139 de 16 de mayo de 2005.

Tabla 1.6: Límites máximos permisibles para vehículos a diésel

Vehículos a diésel		
Altura sobre el nivel del mar (msnm)	Opacidad: K(m-1)	Opacidad en %
0 – 1500	2,44	65
1500 – 3000	2,80	70
3000 – 4500	3,22	75

*Para vehículos usados sujetos a importación y vehículos en circulación Fuente: DS No. 28139 de 16 de mayo de 2005.

1.5. Descargas de aguas residuales

Tabla 1.7: Límites permisibles para descargas líquidas en mg/l

Norma Parámetros	Propuesta	
	Diario	Mes
Cobre	1,0	0,5
Zinc	3,0	1,5
Plomo	0,6	0,3
Cadmio	0,3	0,15
Arsénico	1,0	0,5
Cromo ⁺³	1,0	0,5
Cromo ⁺⁶	0,1	0,05
Mercurio	0,002	0,001
Hierro	1,0	0,5
Antimonio (&)	1,0	
Estaño	2,0	1,0
Cianuro libre (a)	0,2	0,10
Cianuro libre (b)	0,5	0,3
pH	6,9	6,9
Temperatura (*)	±5°C	±5°C
Compuestos fenólicos	1,0	0,5
Sólidos Susp. Totales	60,0	
Colifecales (NMP/100)	1.000	
Aceites y grasas (c)	10,0	
Aceites y grasas (d)	20,0	
DBO ₅	80,0	
DQO (e)	250,0	
DQO (f)	300,0	
Amonio como N	4,0	2,0
Sulfuros	2,0	1,0

(*) Rango de viabilidad con relación a la temperatura media de cuerpo receptor.

(a), (c), (e) Aplicable a descargas de procesos mineros e industriales en general.
 (b), (d) y (f) Aplicables a descargas de procesos hidrocarbúricos.
 (g) En caso de descargas o derrames de antimonio iguales o mayores a 2500 kg, se deberá reportar a la autoridad.
Fuente: RMCH - D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

1.6. Remediación de suelos

Tabla 1.8: Límites máximos permisibles para suelos en función al uso actual o potencial

Compuesto	Suelo 0,0 a 1,5 m de profundidad			Subsuelo (profundidad > 1,5 m)		
	Agrícola/ ganadero/ forestal/	Residencial / espacio recreaciona l	Industria l/ comercial	Agrícola/ ganadero / forestal/	Residencia l/ espacio recreacion al	Industrial / comercial
Hidrocarburos Totales de petróleo	200	1000	5000	200	5000	5000
BTEX						
Benceno	0,05	5,3	5,3	0,05	63	63
Tolueno	0,1	34	34	0,1	510	510
Etilbenceno	0,1	290	290	0,1	1000	1000
Xileno	0,1	34	34	0,1	460	460
Compuestos fenólicos						
Fenol (total)	3,8	40	40	3,8	390	390
PAH						
Acenaftileno	100	100	840	100	840	840
Acenafteno	15	1000	1300	15	1300	1300
Antraceno	28	28	28	28	28	28
Benzo(a)antraceno	0,1	40	40	0,1	170	170
Benzo(a)pireno	0,1	1,2	1,9	0,1	1,9	1,9
Benzo(b)fluorante no	12	12	19	12	19	19
Benzo(g,h,i.) Perileno	40	40	40	40	53	53
Criseno	12	12	19	12	19	19
Dibenceno (a,h) antraceno	1,2	1,2	1,9	1,2	1,9	1,9
Fenantreno	40	40	40	40	150	150
Fluoreno	340	350	350	340	350	350
Fluoranteno	40	40	40	40	150	150
Indenopireno	12	12	19	12	19	19
Naftaleno	0,1	40	40	0,1	1300	1300
Pireno	0,1	250	250	0,1	250	250
Metales⁽ⁿ⁾						
As	12	20	40	12	40	40
Co	40	40	80	40	2500	2500
Mo	5	40	40	5	550	550

Compuesto	Suelo 0,0 a 1,5 m de profundidad			Subsuelo (profundidad > 1,5 m)		
	Agrícola/ ganadero/ forestal/	Residencial / espacio recreaciona l	Industrial / comercial	Agrícola/ ganadero / forestal/	Residencia l/ espacio recreacion al	Industrial/ comercial
Ni	50	150	150	50	710	710
Pb	100	200	1000	100	1000	1000
(2)Hg	0,8	2	4	0,8	2	2
(2)Cr total	65	250	800	65	250	250
(2)Cd	2	37	450	2	37	37
(2)Zn	200	500	1000	200	500	500
Metil etil cetona	0,27	38	38	0,27	38	38
Metil isobutil cetona	0,48	58	58	0,48	69	69
Metil terbutil éter	5,7	100	120	5,7	410	410
Salinidad	Que no sobrepase el 10% del valor obtenido en la línea base					
Relación adsorción sodio	5	5	12	5	NA(1)	NA(1)

1. NA: No aplicable.

2. Se incluyen los metales pesados Hg, Cr (TOTAL), Cd y Zn, basados en información de tesis de investigación y de análisis laboratoriales que mostraron su presencia.

NOTA 1: Los laboratorios deberán realizar los análisis de contaminantes, conforme a los métodos analíticos normalizados,

NOTA 2: Para derrames de hidrocarburos dentro de áreas protegidas, se deben alcanzar los valores obtenidos en la línea base (condición original del área).

NOTA 3: Para derrames de hidrocarburos ocurridos dentro del derecho de vía, el suelo afectado dentro del mismo debe ser considerado como suelo de uso industrial.

NOTA 4: Prevalecerán los valores de la línea base en caso de que el suelo de manera natural contenga una concentración mayor para los parámetros a analizar.

Fuente: D.S. 2400 del 20 de junio de 2015

2. Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

La normativa en SySO boliviana incluye los siguientes límites permisibles aplicables a los subproyectos del Proyecto:

2.1. Iluminación en áreas de trabajo

Tabla 1.9: Límites mínimos de intensidad lumínica en las áreas de trabajo

Clase de Tarea Visual	Niveles Mínimos De Iluminancia Para Los Centros De Trabajo (Lux)	Ejemplos De Tareas O Requisitos Visuales
-----------------------	--	--

Visión ocasional solamente	50	- Circulación por pasillos o vías peatonales - Movimientos seguros en lugares de poco tránsito. - Actividades de almacenamiento de materiales. - Actividades de alimentación, vestuario o aseo.
Clase de Tarea Visual	Niveles Mínimos De Iluminancia Para Los Centros De Trabajo (Lux)	Ejemplos De Tareas O Requisitos Visuales
		▪ Zonas abiertas de acceso público de poco tránsito con alrededores oscuros.
Tareas rutinarias: fáciles o intermitentes o con requerimientos visuales simples	100	Trabajos con requerimiento visuales simples o intermitentes o con permanente movimiento como: - Trabajos de control o supervisión intermitente en maquinaria o equipos o productos. - Inspección y/o montaje general (equipos de volumen mayor o medio) - Contado de materiales con dimensiones mayores. - Transporte o movimiento de materiales. - Ubicación de maquinaria pesada.
Tareas moderadamente críticas o prolongadas, pero con detalles medianos	300	Trabajos con requerimiento visuales moderados como: - Trabajos permanentes manuales o mecánicos - Inspección y/o montaje de equipos de volumen mediano o menor. - Trabajos comunes de lectura o escritura o procesamiento de texto o uso de computadoras o archivo o recepción de documentos. - Elaboración o trabajo manuales de piezas o partes medianas.
Tareas severas o prolongadas, pero Requerimientos visuales a detalle o finos	750	Trabajos con requerimiento visuales a detalle o finos como: - Trabajos de pintura a detalle - Inspección o armado o montaje de piezas o partes pequeñas o minúsculas - Elaboración o trabajo manuales de piezas o partes pequeñas.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minúsculos o Diminutos	1.500	Trabajos con requerimiento visuales con extremos detalle como: - Elaboración o trabajo manuales de piezas o partes minúsculas o diminutas - Inspección o armado o montaje de piezas o partes minúsculas o diminutas
Tareas excepcionales, difíciles o con extraordinario requerimiento visual	3.000*	Trabajos con requerimiento visuales con extraordinario requerimiento visual como: - Puestos de trabajo manual en joyería o relojería o electrónica - Casos especiales (puestos de trabajo para cirugía médica y otros)

*Para actividades difíciles de exigentes requerimientos visuales, podrán consultar y/o adoptar normas específicas

Fuente: NTS 001: Iluminación, aprobado por el MT mediante RM:387/17.

2.2. Ruido ocupacional

Tabla 1.10: Límites de ruido para distintos entornos de trabajo

MAGNITUD	ABREVIATURA	UNIDAD
Límite de exposición permitido de ruido para una jornada de trabajo de 8 horas	LEP	dB (A)
Nivel de presión Sonora	NPS	dB (A)
Nivel de presión sonora continuo equivalente	LAeq,T	dB (A)
Nivel de presión sonora diario equivalente	LAeq,d	dB (A)
Nivel de ruido efectivo en ponderación A	NRE	dB (A)
Nivel semanal equivalente	LAeq,S	dB (A)
Tiempo promedio de exposición del personal	TPE	Horas
Tiempo máximo permisible de exposición	TMPE	Horas o minutos

Fuente: NTS 002: Ruido, aprobada por el MT mediante RM:387/17.

Tabla 1.11: Límites máximos permisibles de exposición a ruido ocupacional

LAeq,T	TMPE
85 dB (A)	8 horas
88 dB (A)	4 horas
91 dB (A)	2 horas
94 dB (A)	1 hora
97 dB (A)	30 minutos
100 dB (A)	15 minutos

Fuente: NTS 002: Ruido, aprobada por el MT mediante RM:387/17.

En cumplimiento del EAS 2 (Trabajo y Condiciones Laborales) del Marco Ambiental y Social (MAS) del Banco Mundial, en función a los vacíos en estándares en SySO que existen en el país.

2.3. Clasificación de riesgos

Tabla 1.12: Cuadro de clasificación de riesgos para clasificación de entornos de trabajo según probabilidad y gravedad de las consecuencias

Probabilidad	Consecuencias				
	Insignificantes 1	Leves 2	Moderadas 3	Graves 4	Catastróficas 5
A. Muy alta	L	M	E	E	E
B. Alta	L	M	H	E	E

C. Moderada	L	M	H	E	E
D. Baja	L	L	M	H	E
E. Mínima	L	L	M	H	H

Leyenda
E: riesgo extremo; se requiere acción inmediata
H: riesgo alto; requiere atención por parte de la dirección
M: riesgo moderado; se identificará el área responsable de su manejo L: riesgo bajo; se resolverá por los procedimientos rutinarios

Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (BM, 2007)

2.4. Equipos de Protección personal

Tabla 1.13: Resumen de los equipos de protección personal recomendados según el riesgo

Objetivo	Riesgo laboral	EPP recomendado
Protección de ojos y rostro	Partículas despedidas, salpicaduras de metal fundido, productos químicos líquidos, gases o vapor, radiación de luz	Gafas de seguridad con protección lateral, visores, etc.
Protección de cabeza	Caída de objetos, altura inadecuada y cables eléctricos aéreos	Cascos de plástico con protección superior y lateral contra impactos
Protección auditiva	Ruido, ultrasonidos	Protectores auditivos (auriculares, tapones)
Protección de pies	Objetos que caen o ruedan, objetos con bordes salientes. Líquidos corrosivos o calientes	Calzado especial de seguridad
Protección de manos	Materiales peligrosos, cortes o laceraciones, vibraciones, temperaturas extremas	Guantes de goma o materiales sintéticos (neopreno), cuero, acero, materiales aislantes, etc.
Protección del sistema respiratorio	Polvo, neblina, humos, gases, vapores, emanaciones gaseosas.	Mascarillas con filtros para eliminación de polvo y purificación del aire (productos químicos, vapores, gases y otras emanaciones). Monitores personales de control de uno o varios gases.
	Falta de oxígeno	Equipo de suministro de aire portátil o canalizado (líneas fijas)
Protección de cuerpo o piernas	Temperaturas extremas, materiales peligrosos, agentes biológicos, cortes y laceraciones	Ropa aislante, trajes completos de protección, delantales, etc. de materiales adecuados

Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (BM, 2007)

2.5. Exposición a radiación

Tabla 1.14: Límites aceptables de dosis efectivas de radiación en el lugar de trabajo

Exposición	Trabajadores (mínimo 19 años de edad)	Personal en prácticas y estudiantes (16-18 años de edad)
Cinco años consecutivos de media- dosis efectiva	20 mSv/año	

Exposición en un solo año – dosis efectiva	50 mSv/año	6 mSv/año
Dosis equivalente para el cristalino del ojo	150 mSv/año	50 mSv/año
Dosis equivalente para las extremidades (manos, pies) o la piel	500 mSv/año	150 mSv/año

Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (BM, 2007)

2.6. Trabajo en zonas con energía eléctrica

Tabla 1.15: Zonas de acceso restringido para líneas eléctricas de alto voltaje

Voltaje nominal de fase a fase	Distancia mínima
750 o más voltios, pero no más de 150.000	3 metros
Más de 150.000 voltios, pero no más de 250.000	4,5 metros
Más de 250.000 voltios	6 metros

Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad (BM, 2007)

Tabla 1.16: Corriente alterna: Distancias mínimas operativas para empleados capacitados ^a

Rango de tensiones (fase a fase – Kilovolts)	Distancia mínima operativa y distancia mínima de seguridad (metros)
2,1 a 15	0,6
15,1 a 35	0,71
35,1 a 46	0,76
46,1 a 72.5	0,91
72,6 a 121	1,01
138 a 145	1,06
161 a 169	1,11
230 a 242	1.5
345 a 362	2,13b
500 a 552	3,35b
Rango de tensiones (fase a fase – Kilovolts)	Distancia mínima operativa y distancia mínima de seguridad (metros)
700 a 765	4,5b

a OSHA.

b NOTA: De 345-362 kv., 500-552 kv. y 700-765 kv., la distancia operativa mínima y la distancia mínima de seguridad pueden acortarse siempre que tales distancias no sean inferiores a la distancia mínima entre un componente vivo y una superficie puesta a tierra.

Fuente: Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad: Transmisión y Distribución de Electricidad (BM, 2007)