

ANEXO DE PUERTO P-II
MODELAJE DE CALIDAD DE AIRE

INDICE

	Página
II. MODELAJE DE CALIDAD DE AIRE	II-1
II.1. Metodología.....	II-1
II.1.1. Resumen.....	II-1
II.1.2. Modelaje.....	II-2
II.1.3. Receptores	II-3
II.2. Partículas - PM10	II-4
II.2.1. Emisiones	II-4
II.2.2. Mitigación	II-6
II.2.3. Resultados	II-6
II.3. Otros Parámetros	II-9
II.3.1. Arsénico	II-9
II.3.2. Plomo	II-11
II.3.3. Visibilidad.....	II-13
II.4. Referencias	II-18

TABLAS

Tabla II-1 Resumen de Fuentes de Emisiones	II-1
Tabla II-2 Ubicaciones e Identificación de Receptores.....	II-4
Tabla II-3 Factores de las Fuentes de Emisión para PM ₁₀	II-5
Tabla II-4 Resumen de las Medidas de Mitigación.....	II-6
Tabla II-5 Concentraciones Máximas de PM ₁₀ en por hora (Equipo Meteorológico)	II-7
Tabla II-6 Concentración Máxima de PM ₁₀ Calculada por 24 Horas (Equipo Meteorológico)	II-8
Tabla II-7 Concentración Máxima Promedio de PM ₁₀ Calculada para un Año (Equipo Meteorológico)	II-8
Tabla II-8 Concentraciones Máximas de Arsénico para 24 Horas (Datos Meteorológicos Fabricados).....	II-10
Tabla II-9 Concentraciones Máximas de Plomo Calculadas para 24 Horas (Datos Meteorológicos Fabricados)	II-11
Tabla II-10 Mayores Concentraciones de Plomo Calculadas para un Promedio Anual (Datos Meteorológicos Fabricados).....	II-12
Tabla II-11 Factores de Emisión en las Fuentes de Descarga por Areas para TSP. II-13	
Tabla II-12 Máxima Concentración Promedio de PTS (Equipo Meteorológico) ...	II-15
Tabla II-13 Máxima Concentración de PTS en Una Hora Durante el Día	II-16
Tabla II-14 Resumen de la Evaluación de Efectos Ambientales - Puerto - Calidad de Aire.....	II-17

MAPAS

INDICE
(continúa)

Página

P-II-1	Fuentes y Receptores
P-II-2	Concentración Máxima en 24 horas de PM10 Conjuntos de Datos Meteorológicos
P-II-3	Concentración Calculadas del Promedio Anual de PM10 Conjuntos de Datos Meteorológicos
P-II-4	Concentración Definida de Conjunto de Datos Meteorológicos

II. MODELAJE DE CALIDAD DE AIRE

II.1. Metodología

II.1.1. Resumen

Con el objetivo de pronosticar los niveles de partículas y gases, se estimó emisiones potenciales del puerto y se modeló el comportamiento de las partículas y gases en la atmósfera. Los resultados del modelamiento proporcionaron una estimación de las concentraciones de constituyentes específicos en varios lugares. Los resultados de este modelamiento fueron luego comparados con los estándares y guías existentes. Debido a las hipótesis conservadoras hechas para los cálculos de emisiones y modelaje, se considerará que la evaluación sobrestima los impactos reales que ocurrirán.

Los límites normados sobre calidad de aire en el Perú incluyen partículas, arsénico, plomo, SO₂ y monóxido de carbono. En el caso de las partículas se establecen límites debido a los efectos que las partículas finas puedan causar en la salud (material particulado de diámetro menor que 10 µm PM₁₀). Aunque no se especifica en las normas, el efecto en la visibilidad debido a las emisiones de polvo también fue considerada, puesto que este es el impacto, que más se observa, de la calidad de aire provocado por operaciones de manipulación de grandes cantidades de material. Se evalúa cada uno de estos compuestos en las siguientes secciones.

El Tabla II-1 proporciona un resumen de las emisiones generadas por varias operaciones del proyecto. Detalles específicos y estimaciones de emisiones se indican en las siguientes secciones.

Las condiciones meteorológicas desempeñan un papel importante en la dispersión de las emisiones generadas por las operaciones. La velocidad y dirección del viento, precipitación, grado de evaporación y la estabilidad de la atmósfera son factores significativos en la determinación de emisiones y dispersión.

Tabla II-1 Resumen de Fuentes de Emisiones

Fuentes	Emisiones de Partículas (incluyendo metales pesados)	Otras Emisiones
Descarga de Material (de camiones)	X	Insig.
Emisiones de Almacenamientos	X	Insig.
Descarga de Barcos	X	Insig.

Insig. = Insignificante.

La velocidad del viento ejerce influencia en las emisiones debido a la erosión del viento en áreas expuestas y también en las emisiones provenientes de operaciones de

descarga y carga. La velocidad del viento es también un parámetro clave que ejerce influencia sobre la dispersión en la atmósfera. La dirección del viento tiene influencia en la dirección en que las emisiones se dispersan por la atmósfera. Los datos meteorológicos regionales disponibles indican que los vientos soplan predominantemente desde el sudoeste.

La precipitación y evaporación son parámetros claves para determinar los niveles de humedad en suelos y materiales. Los materiales secos (bajo nivel de lluvia y/o alto grado de evaporación) generalmente tienen tasas de emisión más elevadas. Estos factores son también importantes para determinar los niveles del control de partículas requerido y para determinar la eficiencia de estas opciones de control. Los datos meteorológicos disponibles para la región señalan que ésta es un área de muy poca precipitación en forma de lluvia (anualmente menor que 7 mm). Como resultado, las emisiones transitorias de fuentes como superficies de caminos, serán mayores en regiones menos áridas.

La estabilidad atmosférica es también un parámetro clave para determinar el movimiento vertical, de ahí que ocurra la dispersión de materiales en la atmósfera. En condiciones muy estables, (por lo general ocurren durante la noche), la dispersión es limitada y se presenta poca dilución de emisiones. En condiciones muy inestables (fuerte luz solar, vientos fuertes), se mejora la dispersión y las concentraciones son menores.

En el caso del Puerto, no se dispone de datos meteorológicos que sean adecuados para el modelaje de la calidad de aire. En general, datos de 3 a 5 años sobre velocidad del viento por hora, dirección del viento, clase de estabilidad y temperatura (26,200 a 43,800 puntos de datos por hora) son empleados en un análisis de modelaje. Estos no se encontraban disponibles para este lugar, ni en ninguna estación meteorológica cercana que tuviera un completo grupo de datos. Pero, se desarrolló una base meteorológica que abarcaba todas las condiciones posibles de estabilidad atmosférica, velocidades y direcciones del viento apropiadas. Esta base meteorológica elaborada fue utilizada para determinar concentraciones promedio máximas por hora en cada uno de los receptores para las condiciones meteorológicas posibles. Es probable que cada una de estas condiciones meteorológicas por hora se observen en una base completa de datos meteorológicos de 5 años. Lo que no puede ser captado por la base meteorológica elaborada es la frecuencia con que se presentan estas condiciones. Por lo tanto, las concentraciones promedio diarias del lugar y las concentraciones promedio anuales del lugar no pueden ser fácilmente evaluadas a partir de la base de datos meteorológicos elaborada.

II.1.2. Modelaje

El modelo Complejo de Fuentes Industriales (ISC3) (EPA 1995) fue utilizado para pronosticar las concentraciones atmosféricas en los receptores especificados. El modelo ISC3 fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados

Unidos (U.S. EPA). El modelo se basa en la dispersión de la pluma de contaminación Gausiana y, utilizando bases completas de datos meteorológicos, éste considera la deposición de polvo. Este es un modelo de pluma de contaminación Gausiana de estado estable que ha sido desarrollado para su uso con múltiples fuentes de emisiones en complejos industriales. Las fuentes de emisiones se clasifican en tres tipos básicos, fuentes de descarga puntual (e.g. chimeneas), fuentes que emiten en volumen (e.g. construcciones) y fuentes de descarga por áreas (e.g. caminos). El modelo acepta datos meteorológicos por hora para definir dispersión y elevación de la pluma de contaminación. La información de ingreso al modelo incluye datos meteorológicos apropiados, ubicaciones de las fuentes, características de las fuentes (tasas de emisión, parámetros de chimeneas, parámetros de construcciones) y ubicaciones de receptores. Este modelo es reconocido mundialmente como modelo aceptable para estimaciones confiables de dispersión de aire proveniente de múltiples fuentes.

Se desarrolló una base meteorológica elaborada que abarcaba todas las condiciones posibles de estabilidad atmosférica, velocidades y direcciones del viento. Esta base meteorológica elaborada fue empleada en el modelo para determinar las concentraciones promedio por horas en cada uno de los receptores para todas las condiciones meteorológicas. Lo que no puede ser determinado por la base elaborada, la frecuencia en que ocurren estas condiciones. Por lo tanto, las concentraciones promedio diarias en el lugar y las concentraciones promedio anuales en el mismo no pueden ser fácilmente evaluadas. Un estudio tradicional recomendado por la U.S. EPA (EPA 1992) fue empleado para estimar concentraciones promedio anuales.

Las concentraciones máximas diarias (24 horas) fueron calculadas utilizando factores estándares de extrapolación para estimar concentraciones promedio diarias a partir de los datos de concentración por hora. En el caso de la concentración de 24 horas, se utilizó un factor estándar de 0.4 aplicado a la peor concentración por hora, modelada empleando la base de datos meteorológicos elaborada, para obtener la concentración máxima de 24 horas. (EPA 1992).

Las concentraciones promedio anuales fueron estimadas usando un factor estándar de extrapolación para calcular estas concentraciones a partir de los datos de concentración por hora. Se empleó un factor estándar de 0.08 aplicado a la peor concentración por hora, modelada empleando la base de datos meteorológicos elaborada para obtener una concentración promedio anual. (EPA-1992).

II.1.3. Receptores

Se escogió receptores que fueran indicadores de áreas potenciales en donde el hombre pudiera estar expuesto a partículas provenientes del Puerto. Estos incluyen receptores localizados en comunidades cercanas, límites de la propiedad y receptores ubicados lejos de las áreas activas del Puerto. Estos receptores fueron escogidos junto con la evaluación del impacto social y se basaron en las observaciones realizadas durante una

visita al lugar. Las ubicaciones de los receptores se muestran en el Mapa P-II-1 y se enumeran en el Tabla II-2.

Tabla II-2 Ubicaciones e Identificación de Receptores

ID	Coordenada		Descripción
	X (m)	Y (m)	
P1	-257	10	cerco
P2	171	138	cerco
P3	305	315	cerco
P4	440	130	cerco
P5	483	67	cerco
P6	535	39	cerco
P7	359	-74	cerco
P8	616	-122	cerco
P9	500	-326	cerco
P10	437	-463	cerco
P11	620	-493	cerco
P12	-332	-528	cerco
P13	-303	-383	cerco
P14	-444	-357	cerco
R1	0	0	torre de transferencia de la faja transportadora principal
R2	359	-74	
R3	655	195	
R4	515	-145	
R5	750	165	
R6	1015	285	
R7	1125	-95	
R8	1580	145	
R9	1725	275	
R10	2305	295	
R11	1255	845	
R12	1105	2915	
R13	2165	3475	

Las coordenadas son relativas a la torre de transferencia a la faja transportadora principal (R1 - 0,0)

II.2. Partículas - PM10

II.2.1. Emisiones

El PM₁₀ se refiere a partículas inhalables menores que 10µm en tamaño, que pueden penetrar a los pulmones. Emisiones potenciales de estas partículas provenientes del lugar del Proyecto fueron estimadas empleando factores de emisión publicados por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (EPA 1995 y EPA 1988) o provistos

por el equipo de diseño de ingeniería del Puerto (Bechtel 1997). Por lo general, las emisiones se reportan ya sea como gramos por segundo (usualmente en las fuentes específicas de descarga puntuales) o como segundo por metro cuadrado (usualmente en las fuentes de descarga por áreas tales como caminos o pilas de almacenamiento).

Tabla II-3 Factores de las Fuentes de Emisión para PM₁₀

Fuente	Nivel de Emisión (g/s)	Control	Ubicación de la Fuente X	Ubicación de la Fuente Y	Niveles de Emisión Según Datos de la Fuente	Número de ID de la Fuente
Descarga de material (de camiones y recuperación de carga) (cada emisión - total)	0.04	equipos de filtración de aire tipo bolsa	196 132 176 120	-220 -252 -232 -264	4 equipos de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 9400 m ³ /hr con 30 mg/m ³ total de emisiones de partículas (1).	SP-8 a SP-11
Emisiones de almacenes (cada uno de las 3 chimeneas)	0.5	equipos de filtración de aire tipo bolsa	36 56 76	-60 -96 -132	3 equipos de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 120,000 m ³ /hr con 30 mg/m ³ (1)	SP-12.1 a SP-12.3
Carga de barcos	0.24	diseño	-260 -228 -196 -164 -132 -100	140 140 140 140 140	se basan en el punto de transferencia de la faja transportadora a las pilas de almacenamiento (2)	SP-1.1 a SP-1.6 (3)
Punto de transferencia del barco	0.21	equipo de filtración de aire tipo bolsa	-20	110	1 equipo de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 25,000 m ³ /hr con 30 mg/m ³ (1)	SP-13

1. información proporcionada por James Murray, Bechtel, el 10 de Octubre de 1997. Se asume que la fracción de PM₁₀ es el 50% del total de las partículas.

2. Compilación de los Factores de Emisiones que Contaminan el Aire, EPA EE.UU, de 1988 a 1995.

3. Debido a los requerimientos del modelo ISC3, se modeló el barco como 6 fuentes cuadradas

Las coordenadas son relativas a la torre del punto principal de transferencia de la faja transportadora (R1 - 0,0)

La Tabla II.3 proporciona un resumen de las fuentes de emisión de partículas. Se indican las tasas de emisión controlada y no controlada. Las ubicaciones de las fuentes identificadas en la Tabla II-3 se ilustran en el Mapa P-II-1. Las emisiones en la instalación del puerto resultan de la descarga de concentrados por camiones (equipos de filtración de aire tipo bolsa en cada una de las instalaciones de descarga de cobre y zinc), del punto de transferencia de la faja transportadora totalmente cerrada en las plantas de descarga (controlada por equipos de filtración de aire tipo bolsa en cada instalación), de las emisiones de ventilación por el almacenamiento y manipulación en los almacenes (3 equipos de filtración de aire tipo bolsa), punto de transferencia con la faja transportadora del cargador de barcos (controlado por un

equipo de filtración de aire tipo bolsa) y de la carga del concentrado en el barco. El tráfico en el lugar también generará polvo, pero la pavimentación, el control de la velocidad límite y mantenimiento de los caminos minimizarán estas condiciones. No se encuentra disponibles factores específicos de emisión para las operaciones de carga de barcos. Pero, se utilizó un factor de emisión para el punto de transferencia de la faja transportadora a un acopio para estimar emisiones de polvo.

II.2.2. Mitigación

Las emisiones en el lugar serán controladas por una variedad de métodos. Para minimizar las emisiones de las operaciones de descarga de camiones, la descarga deberá realizarse en áreas cerradas. El aire será aspirado en el punto de descarga y en los puntos de carga de la faja transportadora y filtrado en equipos de filtración de aire tipo bolsa. El aire de los almacenes cerrados de concentrado cerrados también será filtrado con equipos de filtración de aire tipo bolsa. Las emisiones durante la carga de barcos pueden ser significativas, pero serán minimizadas con un apropiado diseño de caída.

La Tabla II-4 presenta un resumen de los métodos de mitigación y una estimación de la eficacia del control.

Tabla II-4 Resumen de las Medidas de Mitigación

Fuentes	Método de Mitigación	Porcentaje Estimado de Eficacia
Descarga de camiones	<ul style="list-style-type: none">equipo de filtración de aire tipo bolsa	95% o más
Manipulación de material en Almacenamiento de Concentrado	<ul style="list-style-type: none">equipo de filtración de aire tipo bolsa	95% o más
Carga de barcos	<ul style="list-style-type: none">diseñooperaciones reducidas en días de vientos fuertes	75%
Transferencia con faja transportadora	<ul style="list-style-type: none">equipo de filtración de aire tipo bolsa	95% o más

II.2.3. Resultados

Los factores de emisión para PM_{10} fueron empleados junto con la base de datos meteorológicos elaborada (que considera todas las condiciones meteorológicas posibles) para estimar las concentraciones en los receptores. Los resultados de concentraciones por hora en el peor de los casos se ilustran en la Tabla II-5.

No existen estándares en el Perú para concentración del PM_{10} por hora (ni en los Estados Unidos o Canadá). Los estándares en el Perú son para un promedio de 24 horas y un promedio anual.

**Tabla II-5 Concentraciones Máximas de PM₁₀ en por hora
(Equipo Meteorológico)**

ID	Concentración µg/m ³	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	193.6	-257	10	límite de la propiedad
P2	322.1	171	138	límite de la propiedad
P3	189.9	305	315	límite de la propiedad
P4	178.6	440	130	límite de la propiedad
P5	168.4	483	67	límite de la propiedad
P6	153.7	535	39	límite de la propiedad
P7	168.2	359	-74	límite de la propiedad
P8	121.7	616	-122	límite de la propiedad
P9	103.6	500	-326	límite de la propiedad
P10	90.1	437	-463	límite de la propiedad
P11	82.8	620	-493	
P12	80.5	-332	-528	límite de la propiedad
P13	92.7	-303	-383	límite de la propiedad
P14	99.1	-444	-357	límite de la propiedad
R1	217.2	0	0	
R2	168.2	359	-74	
R3	132.4	655	195	
R4	129.6	515	-145	
R5	116.9	750	165	
R6	80.2	1015	285	
R7	75.2	1125	-95	
R8	53.0	1580	145	
R9	48.3	1725	275	
R10	33.7	2305	295	
R11	56.1	1255	845	
R12	22.2	1105	2915	
R13	15.7	2165	3475	

Las concentraciones del PM₁₀ por 24 horas (Tabla II-6) fueron luego estimadas a partir de las concentraciones por hora empleando un factor de escala estándar (0.4). Esto es una extrapolación tradicional; se espera que las verdaderas concentraciones se encuentren por debajo de las concentraciones reportadas en la Tabla II-6 para cada uno de los receptores. Las concentraciones máximas de 24 horas se plotean como líneas isopletas en el Mapa P-II-2.

Los resultados se encuentran por debajo de 130 µg/m³ fuera del lugar o en el límite del área activa. En el Perú, la medida de PM₁₀ estándar durante 24 horas es de 350 µg/m³.

Las concentraciones promedio anuales fueron calculadas empleando un grupo meteorológico elaborado para estimar el “peor caso” de concentración anual. Las

concentraciones anuales fueron calculadas empleando un factor de escala estándar de 0.08 para convertir las concentraciones máximas por hora en concentraciones anuales calculadas. Esto es una extrapolación tradicional. Los resultados se ilustran en la Tabla II-7 y el Mapa P-II-3. El estándar en el Perú para concentraciones anuales de PM₁₀ es de 150 µg/m³. Todas las concentraciones estimadas anuales también se encuentran bajo este estándar, con una concentración máxima modelada de 26 µg/m³.

**Tabla II-6 Concentración Máxima de PM₁₀ Calculada por 24 Horas
(Equipo Meteorológico)**

ID	Concentración µg/m ³	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	77.4	-257	10	límite de la propiedad
P2	128.8	171	138	límite de la propiedad
P3	76.0	305	315	límite de la propiedad
P4	71.4	440	130	límite de la propiedad
P5	67.4	483	67	límite de la propiedad
P6	61.5	535	39	límite de la propiedad
P7	67.3	359	-74	límite de la propiedad
P8	48.7	616	-122	límite de la propiedad
P9	41.4	500	-326	límite de la propiedad
P10	36.0	437	-463	límite de la propiedad
P11	33.1	620	-493	límite de la propiedad
P12	32.2	-332	-528	límite de la propiedad
P13	37.1	-303	-383	límite de la propiedad
P14	39.7	-444	-357	límite de la propiedad
R1	86.9	0	0	
R2	67.3	359	-74	
R3	52.9	655	195	
R4	51.8	515	-145	
R5	46.7	750	165	
R6	32.1	1015	285	
R7	30.1	1125	-95	
R8	21.2	1580	145	
R9	19.3	1725	275	
R10	13.5	2305	295	
R11	22.4	1255	845	
R12	8.9	1105	2915	
R13	6.3	2165	3475	

**Tabla II-7 Concentración Máxima Promedio de PM₁₀ Calculada para un Año
(Equipo Meteorológico)**

	Concentración	Coordenada		Descripción
		X	Y	

ID	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	(m)	(m)	
P1	15.5	-257	10	límite de la propiedad
P2	25.8	171	138	límite de la propiedad
P3	15.2	305	315	límite de la propiedad
P4	14.3	440	130	límite de la propiedad
P5	13.5	483	67	límite de la propiedad
P6	12.3	535	39	límite de la propiedad
P7	13.5	359	-74	límite de la propiedad
P8	9.7	616	-122	límite de la propiedad
P9	8.3	500	-326	límite de la propiedad
P10	7.2	437	-463	límite de la propiedad
P11	6.6	620	-493	límite de la propiedad
P12	6.4	-332	-528	límite de la propiedad
P13	7.4	-303	-383	límite de la propiedad
P14	7.9	-444	-357	límite de la propiedad
R1	17.4	0	0	
R2	13.5	359	-74	
R3	10.6	655	195	
R4	10.4	515	-145	
R5	9.3	750	165	
R6	6.4	1015	285	
R7	6.0	1125	-95	
R8	4.2	1580	145	
R9	3.9	1725	275	
R10	2.7	2305	295	
R11	4.5	1255	845	
R12	1.8	1105	2915	
R13	1.3	2165	3475	

II.3. Otros Parámetros

II.3.1. Arsénico

El concentrado contiene arsénico, y la manipulación y procesamiento del material liberará arsénico como parte del polvo emitido en el lugar. No se determinaron tasas específicas de emisión para el arsénico. Los niveles de polvo calculados en los diferentes lugares fueron ponderados por la cantidad de arsénico hallado en el concentrado. Ninguno de los procesos existentes de manipulación de material aumentarían o reducirían la cantidad de arsénico observado en el polvo arrastrado por el viento en comparación a las concentraciones halladas en el concentrado. Por lo tanto, el contenido de arsénico del concentrado se multiplicó por las concentraciones de polvo para estimar las concentraciones de arsénico en los diferentes receptores.

El análisis del concentrado indicó que el contenido de arsénico variaba de menos de 10 g/t hasta 24 g/t. Se empleó la concentración máxima en el cálculo para el peor caso de los supuestos.

Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla II-8. Para el caso de las concentraciones calculadas durante 24 horas se utilizaron las concentraciones más altas por hora. El estándar en el Perú para el arsénico es de $6 \mu\text{m}/\text{m}^3$ para un período mayor que 24 horas. Todos los receptores se encuentran por debajo de este nivel.

Tabla II-8 Concentraciones Máximas de Arsénico para 24 Horas (Datos Meteorológicos Fabricados)

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	0.004	-257	10	límite de la propiedad
P2	0.006	171	138	límite de la propiedad
P3	0.003	305	315	límite de la propiedad
P4	0.003	440	130	límite de la propiedad
P5	0.003	483	67	límite de la propiedad
P6	0.003	535	39	límite de la propiedad
P7	0.003	359	-74	límite de la propiedad
P8	0.002	616	-122	límite de la propiedad
P9	0.002	500	-326	límite de la propiedad
P10	0.002	437	-463	límite de la propiedad
P11	0.002	620	-493	límite de la propiedad
P12	0.001	-332	-528	límite de la propiedad
P13	0.002	-303	-383	límite de la propiedad
P14	0.002	-444	-357	límite de la propiedad
R1	0.004	0	0	
R2	0.003	359	-74	
R3	0.002	655	195	
R4	0.002	515	-145	
R5	0.002	750	165	
R6	0.001	1015	285	
R7	0.001	1125	-95	
R8	0.001	1580	145	
R9	0.001	1725	275	
R10	0.001	2305	295	
R11	0.001	1255	845	
R12	0.000	1105	2915	
R13	0.000	2165	3475	

II.3.2. Plomo

El concentrado contiene plomo, lo que será emitido como parte del material. No se desarrollaron tasas específicas de emisiones para el plomo. Pero, los niveles de polvo calculados en los diferentes lugares fueron ponderados por la cantidad de plomo contenido en el concentrado. Como resultado, el contenido de plomo del concentrado se multiplicó por las concentraciones de polvo para estimar las concentraciones de plomo en los diferentes receptores.

Los análisis del concentrado indicaron que el contenido de plomo variaba de menos de 210 g/t hasta 3200 g/t. La concentración máxima se empleó en el cálculo para el peor caso estimado.

Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla II-9. Para el caso de las concentraciones durante 24 horas se utilizaron las concentraciones más altas por hora. El estándar para el plomo en el Perú es de $1.5 \mu\text{m}^3$ para un período mayor que 24 horas. Todos los receptores se encuentran por debajo de este nivel.

Se calculó asimismo una concentración anual en base a un factor de escala de 0.08 para convertir la concentración máxima en una concentración anual. Los resultados se encuentran por debajo de este estándar.

Tabla II-9 Concentraciones Máximas de Plomo Calculadas para 24 Horas (Datos Meteorológicosd Fabricados)

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	0.474	-257	10	límite de la propiedad
P2	0.790	171	138	límite de la propiedad
P3	0.466	305	315	límite de la propiedad
P4	0.438	440	130	límite de la propiedad
P5	0.413	483	67	límite de la propiedad
P6	0.377	535	39	límite de la propiedad
P7	0.412	359	-74	límite de la propiedad
P8	0.298	616	-122	límite de la propiedad
P9	0.254	500	-326	límite de la propiedad
P10	0.221	437	-463	límite de la propiedad
P11	0.203	620	-493	límite de la propiedad
P12	0.197	-332	-528	límite de la propiedad
P13	0.227	-303	-383	límite de la propiedad
P14	0.243	-444	-357	límite de la propiedad
R1	0.532	0	0	
R2	0.412	359	-74	
R3	0.324	655	195	
R4	0.318	515	-145	

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
R5	0.286	750	165	
R6	0.196	1015	285	
R7	0.184	1125	-95	
R8	0.130	1580	145	
R9	0.118	1725	275	
R10	0.083	2305	295	
R11	0.137	1255	845	
R12	0.054	1105	2915	
R13	0.039	2165	3475	

Tabla II-10 Mayores Concentraciones de Plomo Calculadas para un Promedio Anual (Datos Meteorológicos Fabricados)

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	0.095	-257	10	límite de la propiedad
P2	0.158	171	138	límite de la propiedad
P3	0.093	305	315	límite de la propiedad
P4	0.088	440	130	límite de la propiedad
P5	0.083	483	67	límite de la propiedad
P6	0.075	535	39	límite de la propiedad
P7	0.082	359	-74	límite de la propiedad
P8	0.060	616	-122	límite de la propiedad
P9	0.051	500	-326	límite de la propiedad
P10	0.044	437	-463	límite de la propiedad
P11	0.041	620	-493	límite de la propiedad
P12	0.039	-332	-528	límite de la propiedad
P13	0.045	-303	-383	límite de la propiedad
P14	0.049	-444	-357	límite de la propiedad
R1	0.106	0	0	
R2	0.082	359	-74	
R3	0.065	655	195	
R4	0.064	515	-145	
R5	0.057	750	165	
R6	0.039	1015	285	
R7	0.037	1125	-95	
R8	0.026	1580	145	
R9	0.024	1725	275	
R10	0.017	2305	295	
R11	0.027	1255	845	
R12	0.011	1105	2915	
R13	0.008	2165	3475	

II.3.3. Visibilidad

El total de las partículas (partículas menores que 30 μm en tamaño) fue modelado como indicación de disminución de la visibilidad. Niveles altos que se observen de partículas totales suspendidas (TSP) indican el potencial que existe para que se observen “nubes” de polvo o plumas de contaminación en el puerto. La visibilidad puede reducirse ya sea por bajas concentraciones en largas distancias (efecto regional) o por altas concentraciones en distancias cortas (“nubes de polvo” o “plumas de contaminación”). En una pluma de contaminación emitida por la combustión en una chimenea, los niveles mayores que 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo general crean emisiones visibles. Las densas nubes de polvo que se ven detrás de los vehículos que viajan por caminos secos y no pavimentados indican niveles del rango de 15,000 a 20,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a más. Por lo tanto, los niveles mayores que 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ podrían originar una emisión de polvo visible en el lugar. De acuerdo a la región, los niveles alrededor de 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pueden causar una notoria disminución de la claridad a distancias de 10 km (es decir, objetos a 10 km. serían menos visibles que en días con mayores concentraciones), pero requerirían que todas las concentraciones de 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se encuentren a lo largo de los 10 Km. Los niveles de polvo modelados no indican impactos regionales de esta naturaleza. Es posible que se presenten nubes de polvo localizadas sólo por un corto plazo.

Se obtuvo factores de emisión de TSP del U.S. EPA (EPA 1995 y EPA 1988) y de los datos provistos por el equipo de diseño del puerto (Bechtel 1997). Estos factores (Tabla II-11) fueron utilizados en el modelo ISC3 para calcular las concentraciones en cada uno de los receptores.

Tabla II-11 Factores de Emisión en las Fuentes de Descarga por Areas para TSP

Fuente	Control	Grado de Emisión Controlada (g/s)	Ubicación de la Fuente X	Ubicación de la Fuente Y	Fuente de Datos sobre Grado de Emisión	Número ID de la Fuente
Descarga de material (de camiones y recuperación de carga)	equipo de filtración de aire tipo bolsa	0.08	196 132 176 120	-220 -252 -232 -264	4 equipos de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 9400 m3/hr con 30 mg/m3 total de emisiones de partículas (1).	SP-8 a SP-11
Emisiones de almacenes (cada una de las 3 chimeneas)	equipos de filtración de aire tipo bolsa	0.5	36 56 76	-60 -96 -132	3 equipos de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 120,000 m3/hr con 30 mg/m3 (1)	SP-12.1 a SP-12.3
Carga de barcos	diseño	0.24	-260 -228 -196 -164 -132 -100	140 140 140 140 140	se basan en el punto de transferencia de la faja transportadora a las pilas de almacenamiento (2)	SP-1.1 a SP-1.6 (3)
Punto de transferencia del barco	equipo de filtración de aire tipo bolsa	0.42	-20	110	1 equipo de filtración de aire tipo bolsa con un grado de 25,000 m3/hr con 30 mg/m3 (1)	SP-13

1. información proporcionada por James Murray, Bechtel, el 10 de Octubre de 1997.

2. Compilación de los Factores de Emisiones que Contaminan el Aire, EPA EE.UU, de 1988 a 1995.

3. Debido a los requerimientos del modelo ISC3, se modeló el barco como 6 fuentes cuadradas

Las coordenadas son relativas a la torre del punto principal de transferencia de la faja transportadora (R1 - 0,0)

Los resultados obtenidos utilizando de la base meteorológica elaborada (todas las condiciones meteorológicas posibles) se ilustran en la Tabla II-12 para el caso de las concentraciones máximas de TSP por hora. Los resultados constituyen el resultado modelado más alto; esto siempre ocurre durante condiciones atmosféricas extremadamente estables (muy poca mezcla turbulenta) y velocidades muy bajas del viento.

Tabla II-12 Máxima Concentración Promedio de PTS (Equipo Meteorológico)

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	370.7	-257	10	límite de la propiedad
P2	616.8	171	138	límite de la propiedad
P3	363.7	305	315	límite de la propiedad
P4	342.0	440	130	límite de la propiedad
P5	322.6	483	67	límite de la propiedad
P6	294.3	535	39	límite de la propiedad
P7	322.1	359	-74	límite de la propiedad
P8	233.0	616	-122	límite de la propiedad
P9	198.4	500	-326	límite de la propiedad
P10	172.5	437	-463	límite de la propiedad
P11	158.5	620	-493	límite de la propiedad
P12	154.2	-332	-528	límite de la propiedad
P13	177.5	-303	-383	límite de la propiedad
P14	189.8	-444	-357	límite de la propiedad
R1	415.8	0	0	
R2	322.1	359	-74	
R3	253.5	655	195	
R4	248.2	515	-145	
R5	223.8	750	165	
R6	153.5	1015	285	
R7	144.1	1125	-95	
R8	101.6	1580	145	
R9	92.5	1725	275	
R10	64.6	2305	295	
R11	107.3	1255	845	
R12	42.5	1105	2915	
R13	30.2	2165	3475	

No existen estándares en el Perú para concentraciones de partículas suspendidas, pero tal como se analiza previamente, los niveles superiores a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ probablemente producirían emisiones visibles. Los resultados demuestran que existe la posibilidad de que se pueda ver polvo visible en el lugar en condiciones meteorológicas estables. Estos niveles de concentración ocurrirían no muy frecuentemente en el puerto.

Para que el polvo sea visible en estos lugares, el viento tendría que soplar en esa dirección y tendrían que presentarse condiciones muy secas. En condiciones diferentes no se notará polvo en el puerto.

Debido a que las condiciones meteorológicas que originan las concentraciones más altas sólo ocurren en las noches (es decir, las condiciones más estables y las velocidades más bajas del viento suceden cuando no hay luz solar), el modelo fue retomado para

proporcionar sólo concentraciones máximas en condiciones de día (menos estables) cuando el polvo es visible. La Tabla II-13 muestra los resultados de este modelamiento.

Tabla II-13 Máxima Concentración de PTS en Una Hora Durante el Día

ID	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordenada		Descripción
		X (m)	Y (m)	
P1	448	-257	10	límite de la propiedad
P2	424	171	138	límite de la propiedad
P3	215	305	315	límite de la propiedad
P4	267	440	130	límite de la propiedad
P5	366	483	67	límite de la propiedad
P6	248	535	39	límite de la propiedad
P7	404	359	-74	límite de la propiedad
P8	329	616	-122	límite de la propiedad
P9	348	500	-326	límite de la propiedad
P10	493	437	-463	límite de la propiedad
P11	111	620	-493	límite de la propiedad
P12	308	-332	-528	límite de la propiedad
P13	287	-303	-383	límite de la propiedad
P14	283	-444	-357	límite de la propiedad
R1	562	0	0	
R2	404	359	-74	
R3	274	655	195	
R4	303	515	-145	
R5	259	750	165	
R6	207	1015	285	
R7	211	1125	-95	
R8	49	1580	145	
R9	17	1725	275	
R10	17	2305	295	
R11	67	1255	845	
R12	55	1105	2915	
R13	4	2165	3475	

Ya que una de las concentraciones por hora en el lugar (R-1) se encuentra por encima de los $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y algunos receptores muestran resultados que se acercan a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, existe la posibilidad de que en condiciones muy secas con velocidades bajas de viento, las emisiones de polvo puedan contribuir a originar una nube de polvo sobre y cerca del Puerto. Se observaría como una neblina de polvo que se expande en el lugar. Se espera que sólo se presenten en el Puerto. El modelaje indica que la visibilidad de la región no deberá ser afectada (los niveles de polvo disminuyen significativamente con la distancia). Los impactos de polvo en la visibilidad de la región son probablemente poco significativos en comparación con los niveles de polvo en el área.

Tabla II-14 Resumen de la Evaluación de Efectos Ambientales - Puerto - Calidad de Aire

Actividad del proyecto	Efecto ambiental potencial Positivo (P) o Adverso (A)	Mitigación planeada	Criterios de significancia para los efectos ambientales negativos					Clasificación de efectos ambientales residuales	Nivel de confianza
			Magnitud	Extensión geográfica	Duración/Frecuencia	Reversibilidad	Contexto ecológico/sociocultural y económico		
Construcción	- materia de la partícula - emisiones de vehículos	- prácticas de manejo	1	1	2/6	R	2	N	3
Operación	materia de la partícula Arsénico Plomo emisiones de vehículos	control del agua, equipos de filtración de aire tipo bolsa, depurador de gases, otras prácticas de mantenimiento (Tabla)	1	3	5/6	R	2	N	3
Cierre	- materia de la partícula - emisiones de vehículos	- prácticas de manejo	1	1	2/6	R	2	N	3
Post cierre	sólo mantenimiento	ninguno	1	1	5/6	R	2	N	3

Magnitud:

- 1 = Baja: por ej., grupo específico, localizado, una generación o menos, dentro de los niveles naturales de variación
2 = Mediana: por ej., parte de una población, 1 ó 2 generaciones, cambio rápido e impredecible, temporalmente fuera de los rangos de variabilidad natural
3 = Alta: por ej., afecta una especie o población completa fuera de los rangos de la variabilidad natural

Extensión geográfica:

- 1 = <1 km²
2 = 1 - 10 km²
3 = 11 - 100 km²
4 = 101 - 1000 km²
5 = 1001 - 10 000 km²

Duración:

- 1 = <1 mes
2 = 1 - 11 meses
3 = 1 - 5 años
4 = 6 - 20 años
5 = >20 años

Frecuencia:

- 1 = <11 eventos/año
2 = 11 - 50 eventos/año
3 = 51 - 100 eventos/año
4 = >100 eventos/año
5 = >continua

Reversibilidad:

- R = Reversible
I = Irreversible

Contexto ecológico/sociocultural:

- 1 = Zona prístina, en su estado original o no afectada por la actividad humana; zona resistente al estrés.
2 = Indicios de efectos adversos y/o zona frágil con poca resistencia al estrés.

Clasificación de efectos ambientales residuales:

- = Efecto adverso significativo
N = Sin efecto residual significativo
+ = Efecto positivo

Nivel de confianza:

- 1 = Bajo nivel de confianza (no se tiene confianza en la predicción, podría variar considerablemente)
2 = Nivel intermedio de confianza (hay cierta confianza en la predicción, variabilidad moderada)
3 = Alto nivel de confianza (variabilidad baja)
-

II.4. Referencias

Bechtel, 1997; Letter from Bechtel Corporation to H.A. Simons; October 10, 1997.

EPA 1988-1995; United States Environmental Protection Agency; Compilation of Air Pollutant Emission Factors; PB95-196028.

EPA 1992; United States Environmental Protection Agency; Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised. EPA-454/R-92-019.

EPA, 1995; User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, Volumes 1 and 2. EPA Publication Nos. EPA-454/B-95-003a & b. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. (NTIS Nos. PB 95-222741 and PB 95-222758, respectively)