

### Medidas de Prevención y Mitigación

Para prevenir impactos fuera del área del proyecto por acciones de la preparación del terreno, así como la generación de desechos sólidos y líquidos, se deberán llevar a cabo las siguientes medidas de carácter obligatorio:

1. El despeje se restringirá a la superficie establecida en el plan de trabajo y al límite donde quedará ubicada la planta y los componentes de la planta termoeléctrica.
2. No se permitirá el acumulamiento del suelo despalmado fuera del área establecida en los puntos anteriores.
3. La capa vegetal del área afectada deberá colocarse en un sitio aparte del resto del suelo despalmado, con el fin de usarla posteriormente en los sitios que vayan a quedar como áreas verdes y donde se pretenda realizar la reforestación.
4. Se deberá colocar una letrina portátil o una letrina con tanque séptico para los trabajadores; los desechos sanitarios deberán ser trasladados a los sitios donde lo indique la autoridad local.
5. Los residuos sólidos de tipo doméstico deberán depositarse en contenedores metálicos de 200 L con tapa de cierre. Los contenedores deberán indicar su contenido, y su destino final será un relleno sanitario aprobado por la autoridad local.
6. Los residuos líquidos provenientes del mantenimiento de maquinaria y equipo (aceites y lubricantes), deberán depositarse en contenedores metálicos de 200 L. El confinamiento, manejo y traslado de estos residuos y disposición final se deberán presentar en el plan de trabajo preparado separadamente de este estudio.
7. Los recipientes de grasas, aceites, solventes, aditivos, lubricantes y todo tipo de sustancias inflamables, los cuales son considerados como peligrosos, deberán ser manejados de acuerdo con normas panameñas prevalentes o de acuerdo con el plan de trabajo.
8. El contratista deberá aplicar un programa de limpieza permanente en toda el área del proyecto.
9. El almacenamiento de combustible durante la etapa de construcción se ubicará en áreas de contención para prevenir derrames.
10. El contractista deberá reportar y corregir algunos derrames accidentales.

### **Aguas Superficiales**

El sitio donde se ubicará la planta termoeléctrica está cerca de las fuentes de las aguas superficiales conocidas como Quebrada El Bongo, Quebrada Naranjal, Río Congo, que pertenecen a la cuenca del Río Caimito.

El drenaje superficial observado en el área del proyecto, como presentado en el capítulo 5.1.4 se indica la presencia de una quebrada principal sin nombre (que fluye del NO hacia SE), con poco caudal, que desemboca en el Río Caimito, a unos 500 metros aguas abajo, desde el punto donde ésta quebrada sale del área del proyecto.

Además se comprobó la presencia de 4 pequeñas quebradas intermitentes, que nacen en la parte más elevadas cercanas a la carretera que va hacia el poblado El Arado y que limita con el área del proyecto por el Sector Oeste.

### **Medidas de Prevención y Mitigación**

Con el fin de evitar la alteración a la calidad del agua superficial y a su hidrodinámica, se deberán aplicar las siguientes medidas de carácter obligatorio:

1. Para evitar sitios de anegamiento de agua en el sitio de la planta, se deberán realizar las obras de drenaje necesarias para dar cauce a las aguas de escorrentía producto de la lluvia.
2. Para evitar la contaminación de aguas superficiales, no se dispondrá de ningún tipo de residuo líquido o sólido a cielo abierto.
3. Toda la maquinaria y equipo que se utilice durante esta etapa, deberá estar en buenas condiciones mecánicas para evitar fugas de lubricantes y combustibles.
4. Se evitará hacer reparaciones en el sitio y el suministro de combustible cerca de la pequeña quebrada abandonada.
5. No se permitirá el uso de aguas superficiales de la zona para los trabajos de compactación y humectación de las maniobras.

### **Aguas Subterráneas**

Uno de los impactos inmediatos que se causará por la construcción de la planta termoeléctrica, será la disminución de la superficie de captación del acuífero de la zona, pudiendo afectar el uso que los habitantes le dan a este recurso.

202

También existe la posibilidad de que durante los trabajos que se realicen en el área, accidentalmente se derramen líquidos como gasolina, diesel, aceites, lubricantes, etc., que en un momento dado pudieran contaminar y por lo tanto alterar la calidad del acuífero más superficial. Considerando que los tipos de residuos líquidos mencionados son difíciles de separar del agua, el impacto se evaluó como adverso con una posible duración de efecto prolongado, ya que los residuos quedarán en el sitio por más tiempo que la actividad que los generó. Sin embargo la magnitud de los efectos de este impacto se evaluó como puntual, y serán minimizados por las medidas de mitigación descritas abajo, porque sólo afectará el área donde se rellenó y compactó el suelo y donde se haya derramado algún tipo de residuo líquido; además, es poco probable que los contaminantes lleguen a los acuíferos superficiales, debido a que las pocas cantidades de residuos generados podrían ser degradados por la fauna edáfica.

Este impacto se evaluó como no significativo debido a los siguientes criterios:

- Bajos volúmenes de residuos líquidos que se podrían derramar accidentalmente en un momento dado,
- Los sitios posiblemente contaminados estarían muy localizados, serían visibles y con altas posibilidades de realizar un programa de limpieza,
- La superficie afectada de captación es mínima en comparación con el área de estudio.

#### Medidas de Prevención y Mitigación

Con el fin de evitar la alteración a la calidad del agua superficial y a su hidrodinámica, se deberán aplicar las siguientes medidas de carácter obligatorio:

1. Toda la maquinaria y equipo que se utilice para este proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles.
2. Se evitarán reparaciones en el sitio y el suministro de combustible será ubicado en un muro de contenedores.
3. El manejo y disposición de los residuos serán de acuerdo con prácticas para prevenir impactos ambientales.
4. Se instalarán cercas de sedimentos para controlar la descarga del escurrimiento.

### **Vegetación**

Para llevar a cabo la construcción de la planta termoeléctrica, será necesaria la remoción de toda la vegetación en el área de la planta y sus componentes. Sin embargo, el pequeño bosque en la parte sur del sitio será protegido.

La remoción de la vegetación para este proyecto representa un impacto no significativo porque el terreno se constituye de varias parcelas de propiedad privada dedicadas a la ganadería extensiva, donde se encuentran pastos no mejorados, y árboles secundarios dispersos de varias especies.

El efecto del impacto se evaluó como temporal, debido a que en la mayor parte del área afectada se permitirá el crecimiento de algunas especies de plantas nativas del área.

Cabe mencionar que al término de la etapa de construcción se pretende reforestar los lados del perímetro de la planta, que son sitios que no ponen en riesgo el funcionamiento de la planta.

### **Medidas de Prevención y Mitigación**

1. No se permitirá desmonte fuera de los límites del terreno donde se construirá la planta y facilidades asociadas.
2. Estará estrictamente prohibido utilizar fuego o productos químicos para el desmonte.
3. Para evitar procesos de erosión hídrica y eólica, los trabajos de desmonte y despalle se deberán de realizar con el fin de evitar el acarreo de material que pudiera contaminar los cuerpos de agua cercanos al sitio del proyecto.
4. Previo al inicio de las obras y para evitar su afectación durante acciones diferentes del proyecto, el contratista deberá preparar un programa de rescate y/o protección de las especies de árboles que se encuentren fuera de la zona de construcción y en el pequeño bosque.
5. Se deberán colocar señalamientos preventivos, informativos y restrictivos en toda la zona del trabajo, para evitar accidentes a los pobladores del área.
6. Al término de la etapa de construcción, deberá realizarse una reforestación en toda la periferias de la planta, la cual tendrá dos objetivos: como barrera contra ruido y para disminuir el impacto visual.

200

más alta es el edificio para el bloque de potencia el cual es aproximadamente 13 m. Dado que la chimenea propuesta será de 32 m o cerca de 2,5 veces más alta que el edificio para el bloque de potencia, los efectos de recaída de flujos no fueron incluidos en la modelación.

#### Resultados de Modelos de Aire

Los impactos máximos predecidos por el proyecto propuesto están resumidos en la Tabla 7-4. Estos resultados muestran que el máximo impacto a la calidad de aire en este proyecto cumplirá con las AAOS de Panamá y con las guías del Banco Mundial, con un margen de dos veces debajo de los límites anual.

#### Medidas de Prevención y Mitigación

El impacto potencial principal de la planta de generación de energía es la emisión de contaminantes al aire producto de la combustión de combustible. Los resultados del modelo de dispersión muestran que el funcionamiento de los motores producirá emisiones que cumplen con las Guía Banco Mundial. El cumplimiento con las normas se logró incorporando elementos de diseño específicos, entre los cuales se incluyen los siguientes:

- La adquisición de los motores de un modelo moderno, diseñadas para operar bajo condiciones que minimizan las emisiones de contaminantes.
- La altura de la chimenea fue ajustada, como resultado de corridas preliminares del modelo, para satisfacer los requerimientos de las regulaciones panameña.
- La localización del proyecto en un área rural, donde las concentraciones de contaminantes en el aire son mínimas.

El cumplimiento de las normas se verificará a través de la implementación de un programa de monitoreo de las emisiones al aire anualmente para los parámetros de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas (PM), con conformidad con las reglas Panameña.

## Ruido

### Antecedentes

Los ruidos que resultan de las actividades humanas pueden impactar la salud y bienestar tanto de los trabajadores como del público en general. El nivel de impacto está relacionado con la magnitud del ruido, al que se refiere como el nivel de presión del sonido (SPL) con unidades de decibeles (dB). Los decibeles son calculados como la función logarítmica del SPL en el aire a una referencia de presión efectiva, que se considera como el umbral auditivo, o:

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} (P_e/P_o)$$

donde:  $P_e$  = presión efectiva medida de la onda sónica en micropascales ( $\mu\text{Pa}$ ) y

$P_o$  = presión efectiva de referencia de  $20 \mu\text{Pa}$ .

Para explicar el efecto de cómo el oído humano percibe la presión sónica, el nivel de presión sónica es ajustado para frecuencia. Nos referimos a esto como un ajuste A (dBA), que ajusta medidas para la reacción aproximada del oído humano a SPLs de baja frecuencia [v.g., por debajo de 1.000 hertz (Hz) y SPLs de alta frecuencia (v.g., por encima de 1.000 Hz)]. Esta sección confronta los impactos potenciales de ruidos de la operación presente en la Instalación de IGC/ERI planta termoeléctrica.

### Regulaciones y Criterios

El Banco Mundial ha desarrollado pautas relacionadas con los niveles de ruido promedios por hora que están diseñados para proteger el bienestar público. Las pautas están delineadas entre receptores residenciales, institucionales, y educacionales y receptores industriales y comerciales. Los valores de dBA máximos permitidos,  $L_{eq}$  (por hora) diurnos (0700-2200) y nocturnos (2200-0700) son suministrados en la tabla más abajo:

Receptor	Hora	$L_{eq}$ Máximo Permitido (por hora) (dBA)
Residencial, Institucional, Educativo	7 a.m. — 10 p.m.	55
	10 p.m. — 7 a.m.	45
Industrial; Comercial	7 a.m. — 10 p.m.	70
	10 p.m. — 7 a.m.	70

El nivel equivalente de la presión del sonido para el período de medición ( $L_{eq}$ ) es calculado usando la siguiente fórmula:

$$L_{eq} \text{ Promedio SPL} = 10 \log \frac{\sum_{i=1}^N 10^{(SPL_i/10)}}{N}$$

donde:  $L_{eq}$  = equivalente al nivel de presión del sonido (dBA)  
 $SPL_i$  = niveles individuales de la presión del sonido (dBA) en la compilación de datos  
 $N$  = numero de observaciones para el periodo de medición

#### Procedimientos para Medidas de Ruido

Una serie de seis medidas para detectar ruido fue llevada a cabo alrededor de la instalación durante operaciones diurnas. El equipo usado para detectar los niveles de ruido operaba en un modo de reacción bajo para obtener niveles de presión sónica precisos, integrados, ajustados. Todas las medidas fueron tomadas externamente y un parabrisas fue usado para aliviar errores posibles en las medidas debido a los efectos del viento a través del frente del micrófono. El micrófono fue colocado para obtener una reacción de incidencia frontal como lo especifica el Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI). El contador de nivel de sonido y el analizador de banda de octava fueron calibrados inmediatamente antes de, e inmediatamente después del período de recolección de muestras para suministrar un chequeo de control de calidad de la operación del contador de nivel de sonido durante la detección. Datos integrados de SPL fueron recolectados en cada sitio, consistiendo de los siguientes parámetros:

$L_{eq}$  El nivel de presión sónica promediado durante el período de medidas; este parámetro es el nivel continuo de presión sónica que tendría la misma energía acústica total que el ruido real fluctuando durante el mismo período de tiempo;  
 Max El nivel máximo de presión sónica para el período de recolección de muestras; y  
 Min El nivel mínimo de presión sónica para el período de recolección de muestras.

La inspección fue conducida usando un medidor de nivel de sonido montado en un trípode a una altura de 1,2 m (4 pies) sobre nivel. La velocidad y temperatura del viento local fueron estimadas durante el período de detección. Notas detalladas en el campo fueron registradas por

197

el operador durante la inspección e incluyeron los parámetros locales meteorológicos y fuentes más importantes de ruido durante la detección.

La encuesta del análisis de ruidos de la instalación IGC/ERI planta termoeléctrica para evaluar los niveles existentes de ruido en el perímetro de la propiedad fue conducida en noviembre 10 y 11 de 1998. Datos SPL fueron recolectados en seis lugares diferentes durante 15 minutos en cada sitio, usando técnicas de medidas ASTM. El equipo usado durante la encuesta para registrar sonidos incluyó:

1. Equipo para Registrar Ruidos Continuos
  - a. Registro de Precisión para Integrar Niveles de Sonido Bruel & Kjaer (B&K) Tipo 2230
  - b. Filtro de Banda de Octava B&K Tipo 1625
  - c. Preamplificador de Micrófono B&K Tipo 2639
  - d. Micrófono Condensador Prepolarizado B&K Tipo 4155
  - e. Parabrisas, trípode, y varios cables
2. Unidad de Calibración para el Registro de Niveles de Ruido
  - a. Calibrador para Nivel de Sonidos B&K Tipo 4230, 94 dB @ 1.000 Hz.

Los seis sitios de detección (Figura 4-2) serán seleccionados para determinar los niveles de ruido en los linderos de la propiedad y para identificar los receptores en la vecindad que pudieran tener las fuentes con impactos posibles mayores. Los sitios de detección estaban en los siguientes lugares:

- Sitio 1: Al sureste de la propuesta planta, aproximadamente 40 m al sur de la cerca de la subestación de ETASA
- Sitio 2: Aproximadamente 40 m al sur de la esquina suroeste de la cerca de la subestación
- Sitio 3: Aproximadamente 30 m al oeste de la esquina noroeste de la cerca de la subestación
- Sitio 4: En la esquina sureste de la intersección de la carretera 88 y la carretera de asfalto que conduce a la subestación
- Sitio 5: La esquina noroeste de la carretera 88 y la intersección de la carretera de asfalto (aproximadamente 90 m del restaurante)



196

Sitio 6: Al oeste de la carretera 88 debajo del lugar donde las líneas de transmisión cruzan la carretera

El área de los alrededores (dentro de 1.5 km) es considerada rural con usos agrícolas, comerciales e industriales de la latierra; existen pocos receptores residenciales, institucionales, o educacionales en el área. La detección del sonido se llevó a cabo durante el día (0700 a 2200 horas).

#### Resultados del Análisis de Impactos

Se tomaron medidas SPL del ambiente durante las operaciones diurnas por un mínimo de 15 minutos consecutivos en cada uno de los seis sitios. El  $L_{eq}$  (promedio del nivel de presión sónica equivalente al período de muestras) así como las máximas y mínimas medidas SPL para cada sitio de control, fueron registradas y exhibidas in la Tabla 4-1. Los valores para los sitios del 1 al 6, fuero 42,7, 44,5, 42,7, 55,8, 58,8, y 54,5, respectivamente. Los altos niveles de ruido registrados en los sitios 4, 5 y 6 son debidos al tráfico en la autopista 88. El sitio 1 está situado adyacente al receptor residencial más cercano, mientras que los sitios 2, 3, 4, 5 y 6 están situados en áreas que son comerciales (agrícolas) o para usos industriales.

Los resultados del modelo producido por computadora relacionados con la propagación sónica predice impactos de niveles de ruido en los receptores comercial/industrial de 55 dBA in el sitio 2, 65 dBA en el sitio 3, 57 dBA in el sitio 4, 59 dBA in el sitio 5, y 59 dBA en el sitio 6. Todos estos receptores cumplen con las normas de 70 dBA del Banco Mundial para receptores industriales/comerciales.

Mientras que los niveles calculados por el modelo de computadora relacionados con la propagación de ruido son inherentemente conservadores, el impacto de 55 dBA estimado en el receptor residencial más cercano, sito 1, cumple con la norma diurna de 55 dBA del Banco Mundial para receptores residenciales. Debería notarse que este impacto pronosticado excede la norma nocturna de 45 dBA. Lo más probable es que este impacto sea mitigado por la espesa vegetación y monte bajo denso en el área alrededor del sitio. Además, la topografía adyacente (colinas cubiertas con vegetación densa) a la instalación propuesta adicionalmente atenuará el ruido generado por la instalación en los receptores potenciales al sur y al oeste. Sin embargo, para asegurar el cumplimiento de las Normas del Banco Mundial, se conducirá un programa de

195

control de ruido de construcción posterior (como se haya construido) y los resultados serán usados para determinar, si es necesario, la tecnología de control del tipo y nivel de ruido requerida para mitigar cualquier impacto y lograr el cumplimiento de las normas.

#### Medidas de Prevención y Mitigación

El segundo impacto potencial principal de la planta de generación de energía es la emisión de ruido. Los resultados del modelo de ruido muestran que el funcionamiento de los motores producirá emisiones de ruido que cumplen con las Guía de el Banco Mundial.

Se espera que la emisión de ruido al medio ambiente no sea significativo. Sin embargo si el nivel de ruido exceda los estándares se deberán tomar las medidas necesarias como tomando un programa de monitoreo durante la operación de la planta o tomar instalar bardas, muros, u otra forma de atenuación.

Se espera que los impactos de ruido no sean significativos. A los trabajadores que estén expuestos al ruido de los motores, u otra maquinaria pesada, se les proporcionará protectores de oídos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición.

Los siguientes criterios proporcionan una guía adicional:

1. Cuando los niveles de sonido excedan los niveles de seguridad, deberá proporcionarse protección contra los efectos de la exposición al ruido.
2. Cuando los empleados se expongan a niveles de sonido que excedan los niveles de seguridad, deberán utilizarse controles administrativos o de ingeniería factibles. Si tales controles no logran reducir los niveles de ruido a estándares de seguridad, deberá proporcionarse y utilizarse el equipo de protección personal para reducirlos hasta alcanzar dicho estándares.
3. Si las variaciones en los niveles de ruido peligroso alcanzan como máximo intervalos de un segundo o menos, se considerará al ruido como continuo.

4. En todos los casos donde el ruido exceda los niveles de seguridad, se deberá instalar un programa continuo y efectivo de protección de la audición.

Tabla 7-1. Características Más Importantes del Modelo ISCST3

Características del Modelo ISCST3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas coordinados polares of Cartesianos para localizaciones de receptor</li> <li>• Rural o una de tres opciones urbanas que afectan el exponente de perfiles de velocidad del viento, tasas de dispersión, y cálculos de mezcla en alturas</li> <li>• Elevación de la pluma debido al momentum y flotación como función de distancia viento abajo para emisiones de chimenea (Briggs, 1969, 1971, 1972, y 1975; Bowers, et al., 1979)</li> <li>• Procedimientos sugeridos por Huber y Snyder (1976); Huber (1977); y Schulman y Scire (1980) para evaluar los efectos de estelas en edificios</li> <li>• Procedimientos sugeridos por Briggs (1974) para evaluar dispersión hacia abajo desde la cumbre de la chimenea</li> <li>• Separación de fuentes de emisión múltiple</li> <li>• Consideración de los efectos de asentamiento gravitacional y depósitos secos de concentraciones de partículas ambientales</li> <li>• Capacidad de simular punto, línea, volumen, área, y fuentes de fosos abiertos</li> <li>• Capacidad de calcular depósitos secos y mojados, incluyendo depuración de precipitación gaseosa y de partículas para depósitos mojados</li> <li>• Variación de la velocidad del viento con altura (ley exponente de velocidad-perfil del viento)</li> <li>• Estimados de concentración para promedios de 1 hora a anuales</li> <li>• Procedimientos de ajuste de terreno para terrenos elevados incluyendo un algoritmo de truncación de terreno para ISCST3; un algoritmo incluido para predecir concentraciones en un terreno complejo</li> <li>• Consideración de decaimiento exponencial de contaminantes dependientes de tiempo</li> <li>• El método de Pasquill (1976) para explicar la dispersión inducida por flotación</li> <li>• Una opción regulatoria de falta para fijar varias opciones del modelo y valores de parámetros recomendados por EPA (véase texto para opciones regulatorias usadas)</li> <li>• Velocidades de viento menores de 1 m/s son está blecidas a 1 m/s.</li> </ul>

Nota: ISCST3 = Industrial Source Complex Short-Term (Corto Plazo Complejo de Fuente Industrial)  
Fuente: EPA, 1997b.

Tabla 7-2. Emisiones Máximas de PM, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> para el Proyecto Propuesto de Wartsila con 18V46C a 514 rpm (velocidad constante)

Parámetro	Número de unidades a Temperatura Ambiente de 35 °C	
	1	6
Horas de Operación	8.760	8.760
$\text{Partículas (g/s)} = \text{PM(mg/Nm}^3\text{)} \times 1 \text{ g/1.000 mg} \times \{ [20,9 \times (1 - \text{Humedad}(\%)/100)] - \text{Oxígeno}(\%) \} \times \text{Flujo de Volumen (m}^3\text{/s)} / [5,9]$		
<b>Norma del Banco Mundial, mg/Nm<sup>3</sup>, seca a 15% O<sub>2</sub></b>	<b>75</b>	
<b>Emisión del Proyecto, mg/Nm<sup>3</sup>, seca a 15% O<sub>2</sub></b>	<b>75</b>	
Humedad (%)	8,6	
Oxígeno (% Vol.)	11,6	
Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s)	58,5	
Temperatura (°C)	330	
Tasa de Emisión (g/s)- suministrada	2,9	17,4
(toneladas/año)	91,5	548,7
$\text{Dióxidos de Azufre (g/s)} = \text{SO}_2 \text{ (mg/Nm}^3\text{)} \times 1 \text{ g/1.000 mg} \times \{ [20,9 \times (1 - \text{Humedad}(\%)/100)] - \text{Oxígeno}(\%) \} \times \text{Flujo de Volumen (m}^3\text{/s)} / [5,9]$		
<b>Norma del Banco Mundial, mg/Nm<sup>3</sup>, seca</b>	<b>2.000</b>	
<b>Emisión del Proyecto, mg/Nm<sup>3</sup>, seca a 15% O<sub>2</sub></b>	<b>1.170</b>	
mg/Nm <sup>3</sup> , seca	1.628	
Humedad (%)	8,6	
Oxígeno (% Vol.)	11,6	
Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s)	58,5	
Temperatura (°C)	330	
Tasa de Emisión (g/s)- suministrada	38,4	230,4
(toneladas/año)	1.211	7.266
Norma del Banco Mundial, toneladas/día/MW	0,2	
Emisión del Proyecto, toneladas/día/MW	0,2	
$\text{Óxidos de Nitrógeno (g/s)} = \text{NO}_x \text{ (mg/Nm}^3\text{)} \times 1 \text{ g/1.000 mg} \times \{ [20,9 \times (1 - \text{Humedad}(\%)/100)] - \text{Oxígeno}(\%) \} \times \text{Flujo de Volumen (m}^3\text{/s)} / [5,9]$		
<b>Norma del Banco Mundial, mg/Nm<sup>3</sup>, seca</b>	<b>2.300</b>	
<b>Emisión del Proyecto, mg/Nm<sup>3</sup>, seca a 15% O<sub>2</sub></b>	<b>2.300</b>	
Humedad (%)	8,6	
Oxígeno (% Vol.)	11,6	
Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s)	58,5	
Temperatura (°C)	330	
Tasa de Emisión (g/s)- suministrada	75,9	455,4
(toneladas/año)	2.459	14.756

Fuente: Wartsila, 1998; ERI Services, Inc., 1998.

Tabla 7-3. Emisiones Típicas de Gas de Humero para el Proyecto Propuesto  
Wartsila con 18V46C a 514 rpm (velocidad constante)

Parámetro	Número de unidades a Temperatura Ambiente de 35 °C	
	1	6
<b>Rendimiento de la Unidad</b>		
Producción de Potencia, eje (Peje)(MW), bruta	17,5	105
Tasa neta de Calor (kJ/kWh, LHV)	8.892	
Absorción de Calor (MJ/hr, LHV)	155.611	
<b>Descripción y Uso del Combustible</b>		
Valor de calentamiento del combustible, mínimo(MJ/kg, LHV)	40,4	
Contenido de azufre (por ciento), máximo	2	
Uso del combustible (kg/hr) = Absorción de calor (MJ/hr) / Contenido de calor en el combustible, MJ/kg (LHV)		
Uso del combustible (kg/hr)- calculado	3.852	23.111
(litros/hr)	273	1.636
<b>Flujo de Escape</b>		
Flujo (Nm <sup>3</sup> /s)	26,1	
(kg/s)	33,9	
Temperatura (°C)	330	
Humedad (% Vol.)	8,6	
Oxígeno (% Vol.)	11,6	
Peso Molecular	28,7	
<b>Datos de Chimeneas</b>		
Altura de la Chimeneas (m)	32	32
Diámetro (m)- efectivo (en grupo)	1,408	3,45
<b>Condiciones de Flujo de Escape</b>		
Flujo de Escape (m <sup>3</sup> /s) = [(Flujo de Masa (kg/s) x 848 m-kg/K x (Temp. (°C) + 273°C)] / [Peso Molecular weight x 10.330 kg/m <sup>2</sup> ]		
Flujo de Masa (kg/s)	33,9	
Temperatura (°C)	330	
Peso Molecular	28,7	
Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s)- calculado	58,5	
(Nm <sup>3</sup> /s)- calculado	26,5	
- suministrado	26,5	
<b>Condiciones de Flujo de Chimenea</b>		
Velocidad (m/sec) = Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s) / [((diámetro (m)) <sup>2</sup> / 4) x 3,14159]		
Flujo de Volumen (m <sup>3</sup> /s)	58,5	351
Diámetro (m)	1,408	3,45
Velocidad (m/sec)- calculado	37,5	37,5

Nota: Constante Universal de Gas = 848 m-kg/K  
Presión atmosférica = 10.330 kg/m<sup>2</sup>

Fuente: Wartsila, 1998; ERI Services, Inc., 1998.

Tabla 7-4. Impactos Máximos de Contaminantes Predicidos para la Planta Termoeléctrica IGC/ERI Propuesta (96 MW)

Contaminante	Niveles de Emisión de Contaminantes (1) Seis Motores Diesel		Concentración Máxima Predicida			1998 Normas del Banco Mundial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Estándares Ambientes de Panamá ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(g/s)	(toneladas/año)	Tiempo Promedio	Valor	Impactos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
Partículas (PM10)	17,4	548,7	Annual 24-Horas	Máximo	0,4	50	90
				Máximo	4,9	NA	360
				98th Porciento	2,8	150	NA
Partículas (TSP, assumed equal PM10)	17,4	548,7	Annual 24-Horas	Máximo	0,4	80	90
				Máximo	4,9	NA	360
				98th Porciento	2,8	300	NA
Dióxidos de Azufre	230,4	7.266	Annual 24-Horas	Máximo	5,8	80	120
				Máximo	65	NA	400
				98th Porciento	38	150	NA
Dióxidos de Nitrógeno	455,4	14.361	Annual 24-Horas	Máximo	8,5	100	100
				Máximo	97	NA	NA
				98th Porciento	56	150	NA

Nota: Concentraciones calculadas con el modelo ISCST3 de USEPA usando datos meteorológicos por hora de Balboa durante cinco años.  
En terrenos complejos, el modelo RTDM fue usado con el modelo ISCST model para predecir concentraciones de promedios de 24 horas.

(1) Las tasas máximas de emisión y condiciones de salida de gas por motor (el proyecto consiste de 6 motores)

	Emisiones g/s	Unidades	Proyecto	Banco Mundial
Partículas	2,9	mg/Nm <sup>3</sup> (a)	75	75
Dióxidos de Azufre (b)	38,4	mg/Nm <sup>3</sup> (c)	1.628	2.000
		tonne/day/MW	0,2	0,2
Dióxidos de Nitrógeno	75,9	mg/Nm <sup>3</sup> (a)	2.300	2.300

(a) Corregidas con base en condiciones secas con volumen de oxígeno del 15%.

(b) Basado en un contenido máximo de azufre de un 2 por ciento.

(c) Corregidas con base en condiciones secas.

Temperatura del exhausto = 330 °C; velocidad del exhausto = 37,0 m/s; diámetro = 3,45 m por 6 unidades

## CAPITULO 8

---

### 8.0 CONCLUSIONES

Al concluir el análisis del estudio y de cada uno de los factores ambientales y sociales que resultarían impactados por la construcción del proyecto, se concluye lo siguiente:

1. Con base en los principales criterios de selección del sitio, se concluye que la ubicación de la planta está en un área rural apartada del centro de zonas habitadas y perturbadas por el uso de ganadería extensiva. En el área del proyecto se detectaron características no significativas para la flora y fauna silvestre.
2. En el área de influencia del proyecto se pudo observar que las condiciones ambientales en general están deterioradas, siendo la causa principal las actividades de ganadería que se realizan en la zona.
3. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, los factores ambientales que más directamente serán afectados son el suelo y la vegetación en aproximadamente 7.31 ha, que corresponden al sitio del proyecto, el aire, el nivel de ruido, y los factores socioeconómicos. Las acciones del proyecto que más impacto causarán serán el desmonte, despalme, relleno, nivelación y compactación. Las medidas de mitigación propuestas para esta etapa se enfocaron a la protección de la calidad de aire, suelos, aguas subterráneas y superficiales, a la protección de la salud de los trabajadores por las emisiones de ruido y a la no afectación de la fauna silvestre del área de influencia.
4. Los factores ambientales que más serán afectados durante la etapa de operación y mantenimiento son el aire, el nivel de ruido, los socioeconómicos. Las medidas de mitigación propuestas para esta etapa se enfocaron en la aplicación de programas de mantenimiento de la planta, el control de emisiones y ruido, la minimización de residuos sólidos y líquidos.



5. Desde el punto de vista socioeconómico, la generación de empleos en las diferentes etapas permitirá elevar la calidad y nivel de vida de algunos pobladores de la zona. De igual manera, la planta termoeléctrica permitirá aumentar la producción de energía que directamente beneficiará la economía nacional.
6. El resultado del análisis y la evaluación conjunta de las técnicas aplicadas establecieron que los impactos ambientales identificados son en total adversos temporalmente, puntuales, poco o no significativos y mitigables, por lo que se concluye que el proyecto IGC/ERI Planta de Producción Termoeléctrica es ambientalmente factible, cuando se apliquen todas de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio.

### **Fauna Silvestre**

Las acciones de desmonte y despalme serán las actividades que más afectarán a la fauna silvestre de la zona. Durante estas acciones se podrían tirar nidos activos de aves, además pequeños mamíferos perderían sus ámbitos. Otro factor de perturbación de la fauna silvestre, sea el constante movimiento de personas, maquinaria, y vehículos, los cuales provocarán ruido que podría alterar la conducta de la fauna y la obligaría a desplazarse a sitios menos perturbados.

Para la mayoría de las especies de fauna silvestre el efecto de la perturbación será de carácter temporal, porque al término de las acciones de la obra, los individuos tenderán a realizar sus actividades normales y seguramente se habituarán a los cambios realizados en su hábitat. Además, el área donde se llevarán a cabo las acciones de la obra presenta grados de perturbaciones por actividades de ganadería, no obstante esto, durante los trabajos de campo se pudo observar muy poca fauna silvestre. Por estas razones, el impacto se evaluó como no significativo.

### **Medidas de Prevención y Mitigación**

Para evitar que se presenten daños innecesarios a la fauna silvestre del sitio del proyecto, se deberán aplicar las siguientes medidas de prevención para los impactos ambientales identificados:

1. El contratista deberá establecer reglamentaciones internas que eviten afectación a la fauna silvestre promoviendo programas de concientización ecológica para los trabajadores previa y durante la ejecución del proyecto.
2. El contratista será el responsable de cualquier ilícito en que incurran sus trabajadores durante el horario de trabajo en el terreno del proyecto, por lo que estará estrictamente prohibido efectuar la caza, pesca, captura y/o aprovechamiento de cualquier especie de fauna silvestre del área.

### **Paisaje**

Al retirar la vegetación y el suelo del terreno, se alterarán las cualidades estéticas del paisaje de la zona, ya que estas acciones por su magnitud serán observables desde la Carretera 88.

Durante esta etapa es probable que se generen impactos visuales pequeños por la acumulación de residuos sólidos de las obras de desmonte y despalme.

El impacto que causará el tránsito de vehículos, personal, y la operación de maquinaria y equipo será temporal, porque estos elementos desaparecerán al término de esta etapa.

Por lo contrario, la remoción de la vegetación tendrá un impacto permanente en las cualidades estéticas del área, ya que no se permitirá la regeneración natural de las especies de flora en el sitio del proyecto. Como ya se mencionó anteriormente, la zona está actualmente muy alterada por actividades de ganadería, motivo por lo cual se han deforestado grandes áreas de árboles para potreros. Por estas razones, el impacto se evaluó como no significativo.

#### Medidas de Prevención y Mitigación

Para mitigar los impactos adversos a las cualidades del paisaje de la zona, se deberán aplicar las siguientes medidas de mitigación:

1. No se permitirá acumular la vegetación derribada fuera de los linderos del terreno de la planta.
2. No se permitirá el acumulamiento del material despalmado fuera de los linderos del terreno de la planta.
3. Todo el material desmontado y despalmado deberá ser retirado lo más rápidamente posible después de haberse generado en los sitios determinados como apropiados.
4. Se deberá instaurar un programa de limpieza permanente durante esta etapa.

#### **Socioeconómicos, Seguridad y Salud Pública**

Durante esta etapa del proyecto se crearán fuentes de empleo para las comunidades cercanas, ya que se requerirá mano de obra para las diferentes actividades que se llevarán a cabo. Así mismo, esta obra demandará bienes y servicios de la región por lo que también beneficiará la economía de la zona. El impacto se evaluó como benéfico, porque al aumentar la demanda de

bienes y servicios y la población activa, se elevará la calidad de vida de los pobladores y la economía de la región.

El movimiento de vehículos y maquinaria por la zona generará más altos niveles de ruido, emisión de gases contaminantes y levantamientos de partículas de polvo, que podrían ser la causa de alteraciones a la salud de los habitantes cercanos al sitio del proyecto. De igual modo, el tráfico de vehículos podría ser la causa de accidentes, afectando a personas que circulen por estos sitios. El riesgo de tal eventos es pequeño.

El período del beneficio económico para la población será de carácter temporal que durará hasta el término de esta etapa.

La generación de ruido, partículas de polvo, emisiones a la atmósfera y los posibles accidentes estarán circunscritos al área del sitio de la planta, siendo en estas zonas donde se podrían presentar daños o alteraciones a la salud, por lo que el impacto se evaluó como de efectos puntuales.

#### Medidas de Prevención y Mitigación

1. En la contratación de mano de obra no calificada, se deberá dar preferencia a los habitantes de la localidad.
2. En todos los sitios donde se lleven a cabo acciones de la obra, se deberán poner avisos preventivos, informativos y restrictivos para indicar a la población local de las actividades que se están realizando.
3. En los caminos de acceso la velocidad máxima para todo tipo de vehículo relacionado con la obra será de 40 - 50 km/h.

#### 7.1.2 Impactos Específicos durante la Operación y Mantenimiento

A diferencia de los otros componentes del proyecto, la planta de generación de energía genera emisiones atmosféricas que son producto de la combustión del combustible, en este caso No. 6 aceite. Típicamente, emisiones y ruido son los impactos potenciales más importantes de este tipo de instalación.

## Calidad del Aire

### Selección del Modelo

Los impactos de la calidad del aire del proyecto termoeléctrico se predijeron usando un modelo de dispersión de aire y técnicas de modelos de aire aprobadas por la EPA de los como son presentados en las Guías de Modelos de Calidad del Aire (EPA, 1996). La selección de los modelos de dispersión fue basada en las aplicabilidad para simular los impactos en diferentes tipos de terreno. En las pautas del modelo de la EPA, se considera un terreno simple como las áreas donde las características del terreno son todas más bajas en elevación que la parte superior de la(s) chimenea(s) siendo evaluadas. Se consideran áreas complejas de terreno aquéllas que están por encima de la elevación de la chimenea.

Basados en la topografía simple y compleja alrededor del sitio, dos modelos de dispersión fueron utilizados para análisis. El primer modelo de dispersión, el Industrial Source Complex Short-term (ISCST3) (Versión 98272) (EPA, 1998) fue usado para predecir las concentraciones máximas de calidad de aire debido a fuentes de emisión de aire para todos los tipos diferentes de terreno usando dos algoritmos. Los algoritmos incluyen: el algoritmo de ISCST3 para el funcionamiento de analisis refinados en terrenos simples; y el algoritmo COMPLEX I para producir análisis de impactos de calidad de aire en terrenos complejos. El modelo ISCST3 es un modelo de pluma Gaussian en estado estable que puede ser usado para evaluar el impacto de la calidad del aire de emisiones provenientes de una gran variedad de fuentes asociadas con utilidad o instalaciones industriales. El modelo es mantenido a través de un sitio en la red de internet de la Red de Transferencia de Tecnología (TTN) de la EPA.

Una lista de características del modelo ISCST3 es presentada en la Tabla 7-1. El modelo ISC tiene opciones rurales y urbanas, que afectan la ley exponente del perfil de velocidad del viento, tasas de dispersión, y formulaciones de altura de mezcla usadas al calcular las concentraciones a nivel del terreno. Los criterios usados para determinar cuándo el modo rural o urbano es apropiado están basados en el uso de la tierra cerca de los alrededores de la planta propuesta (Auer, 1978). Si el uso de la tierra es clasificado como industrial pesado, industrial ligero-moderado, comercial, o residencial compacto para más del 50 por ciento del área dentro de un círculo con radio de 3 km, con su centro en la fuente propuesta, la opción urbana debería ser seleccionada. De no ser así, la opción rural es más apropiada.

Para análisis de modelos que se someterán a una revisión regulatoria en los Estados Unidos, las siguientes características de modelo son recomendadas por EPA (1986b) y se les llama opciones regulatorias en el modelo ISCST:

1. Elevación de la altura de la pluma en todos los sitios receptores,
2. Desviación del aire de la punta de la chimenea hacia abajo,
3. Dispersión de flotación inducida,
4. Coeficientes (a falta de otros) de perfil de la velocidad del viento, para opción rural o urbana,
5. Declives (a falta de otros) de temperaturas potenciales verticales,
6. Procesamiento de viento en calma, y
7. Una media-vida de decaimiento de 4 horas para cálculos de concentraciones de  $\text{SO}_2$  en áreas urbanas.

En este análisis, las opciones regulatorias fueran usadas para confrontar impactos máximos de la planta termoeléctrica. Basados en una revisión del uso de la tierra alrededor de la instalación, el modo rural fue seleccionado porque la mayoría del uso de la tierra no es residencial compacto, industrial o comercial dentro de 3 km del proyecto.

El modelo ISCST3 está designado para procesar hora por hora concentraciones o depósitos para sacar promedios de tiempo de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, y 24 horas. De ser usados con un año de datos meteorológicos por hora en secuencia, el modelo ISCST3 puede también calcular valores de concentración anuales (depósitos). El modelo ISCST3 puede impactar receptores polares y del tipo Cartesiano, ya sea individualmente o en forma cuadriculada.

Para proveer un análisis más detallado de los impactos a la calidad del aire en terrenos complejos, la EPA recomienda una técnica alternativa de clasificación a la del algoritmo COMPLEX I del modelo ISCTST3, llamada modelo de dispersión en terrenos complejos (RTDM). Las opciones usadas en el modelo RTDM son aquellas recomendadas por la EPA y son similares a las usadas en el modelo ISCTST3.

1. Elevación transitoria y final de la pluma,
2. Recaída de flujo de la punta de la chimenea,

3. Dispersión inducida por flotación,
4. Coeficientes de perfiles de velocidad de vientos por defecto,
5. Gradientes verticales de temperatura por defecto,
6. Promedios de sectores utilizando sectores de 22.5 grados, y
7. Uso de reflexión parcial de superficies.

El RTDM, cuando es usado en modo de clasificación, es recomendado para predecir impactos en zonas rurales o en terrenos complejos con la salvedad de que se use la siguiente metodología:

- Sólo en terrenos complejos, las concentraciones horarias son predecidas usando el modelo RTDM y algoritmos de terrenos simples del modelo ISCTST3;
- Las concentraciones horarias de cada modelo son comparadas usando un programa de pos-procesamiento y la concentración predecida más alta es seleccionada. El resultado es un archivo que comprende las concentraciones más altas de cada modelo.
- Las concentraciones horarias son luego sumadas para producir concentraciones de períodos más largos.

Tanto el modelo ISCTST3 como el modelo RTDM fueron usados para predecir los impactos de calidad del aire debido a emisiones potenciales del proyecto propuesto. Los impactos a la calidad del aire debido a emisiones de contaminantes del proyecto propuesto fueron comparadas con los Estándares de Calidad de Aire Ambiente de Panamá y a las Guías del Banco Mundial.

#### Fuente de datos

Descripciones de las emisiones fuente, condiciones de operación y de chimenea para el proyecto son presentadas en la Tabla 7.2. Cada motor fue clasificado con una capacidad de generación neta de 16 MW. La información sobre los parámetros de gases de escape (temperatura de salida de gas y flujo de masa) y emisiones de contaminantes se basaron en las especificaciones provistas por Wartsila. El análisis de modelación de aire se realizó suponiendo que los seis motores estaban operando a su capacidad máxima (i.e. 100% de carga continua).

La razón de emisiones de contaminantes fueron desarrolladas para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) suponiendo un máximo contenido de azufre en el combustible de 2%; dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y material particulado (PM).

Los gases de combustión de cada motor se asume que descargan a la atmósfera a través de chimeneas separadas que se pueden juntar en una "combinada" para efectos de modelación. El diámetro de cada chimenea se asumió en 1,4 m y el diámetro de la chimenea combinada es de 3,45 m. La altura de la chimenea se asumió en 32 m. Basados en información disponible de unidades similares, edificios o estructuras cerca de los motores diesel se asumió que no tenían una altura mayor a los 13 m. Dado que la chimenea propuesta es cerca de 2,5 veces más alta que edificios o estructuras cercanas, los efectos de recarga de flujos no fueron considerados como importantes y no fueron incluidos en la modelación. Los parámetros de operación y de las chimeneas son presentados en la Tabla 7-3 .

#### Receptores

Todos los impactos pronosticados fueron hechos en receptores ubicados dentro de los linderos propiedad de la planta y en sitios fuera de la propiedad. La cuadrícula del receptor usada en el modelo ISCST3 consistió de 504 receptores de cuadrícula polar situados en una plantilla radial, centrados en el origen del modelo. Se asumió que el origen del modelo era el punto central de las localizaciones del grupo de las chimeneas propuestas. Los receptores fueron ubicados a lo largo de 36 radiales, separados por incrementos de 10 grados, a distancias viento bajo de 0.1; 0.2; 0.3; 0.5; 0.7; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 y 5.0 km a lo largo de cada radial. Porque el terreno a 5 km de la planta se eleva en algunos lugares por encima de la elevación máxima de la chimenea, la elevación del terreno fue incluido en el análisis del modelo.

#### Datos Meteorológicos

Los datos meteorológicos necesarios para llevar a cabo modelos de dispersión de aire consisten de los siguientes cinco parámetros meteorológicos:

- Dirección del viento—determina las direcciones de transporte hacia las cuales la pluma viajará y potencialmente afectará los receptores viento abajo de la planta.
- Velocidad del viento—determina la cantidad de dilución de la concentración de la pluma y la altura a la que la pluma se elevará;



- Temperatura de bulbo seco—afecta la altura a la que la pluma se elevará y es también usada al estimar alturas de mezcla en la tarde;
- Estabilidad atmosférica—determina el punto de extensión o dispersión de la pluma en las direcciones horizontales y verticales;
- Altura de mezcla—determina la extensión vertical máxima o volumen de aire que la pluma puede dispersar.

De estos parámetros, los tres primeros pueden ser medidos directamente, mientras que la estabilidad atmosférica y la altura de mezcla pueden ser calculados de otros parámetros medidos.

Cinco años de datos meteorológicos de superficie tomados cada hora, recolectados en la torre meteorológica de Balboa para los años 1991 a 1995, fueron usados para el análisis del modelo. La estación meteorológica está ubicada aproximadamente 10 km al este del sitio del proyecto y se considera representante de las condiciones meteorológicas del sitio de la planta. La torre meteorológica es mantenida y operada por la comisión del Canal de Panamá y la información recogida en la torre incluye valores por hora de dirección del viento, velocidad del viento, temperatura de bulbo seco, y radiación solar.

Las clases de estabilidad atmosférica por hora pueden ser calculadas usando métodos suministrados en las Pautas del Programa Meteorológico de Sitio para Aplicaciones Regulatorias de Modelos de la EPA (EPA, 1995). El método preferido, llamado el método Turner, usa valores medidos de velocidad del viento, cubierta de nubes y altura del techo de nubes para determinar la clase de estabilidad por hora basándose en la hora del día. Si la información sobre nubes no está disponible, otro método llamado el método de Temperatura Delta para Radiación Solar (SRDT) puede ser usado. El método SRDT usa información de radiación solar para calcular una clase de estabilidad para horas diurnas y la diferencia de temperatura entre niveles de altura de dos y diez metros (temperatura delta) para calcular un valor de clase de estabilidad para horas nocturnas.

Porque los datos meteorológicos de Balboa incluyen información sobre radiación solar pero no información sobre temperatura delta, la información sobre radiación solar fue usada para calcular valores de clase de estabilidad durante horas diurnas, mientras que las clases de

179

estabilidad durante horas nocturnas fueron determinadas con un método Turner modificado que no asumió cubierta de nubes a través del año.

Antes de entrar datos meteorológicos en el modelo ISCST3 y el modelo RTDM, las clases de estabilidad fueron suavizadas, usando procedimientos de la EPA, restringiendo la variación de clase de estabilidad para que no fuera más de una clase por hora.

Las alturas de mezcla por hora son generalmente calculadas de las medidas de temperatura de superficie y sondas de temperatura del aire en alturas superiores usando un método usado por Holzworth (1972). Porque los datos de sondas de aire en alturas superiores no están disponibles para este estudio, una altura de mezcla operada mecánicamente, basada en la velocidad del viento cada hora, fue asumida para el análisis de modelos de aire. Este procedimiento está descrito en el Manual para Usuarios del Modelo SCREEN de la EPA (EPA, 1995). Con base en este procedimiento, las alturas de mezcla cada hora pueden ser calculadas como sigue:

$$Z_m = (0.3 \times u^*)/f$$

- donde  $Z_m$  = altura de mezcla, m
- $u^*$  = velocidad de viento friccional de superficie, m/s  
=  $0.1 \times$  velocidad del viento medido a 10 m
- $f$  = fuerza Coriolis =  $2 \times (7,20 \times 10^{-5}) \times \sin$  (latitud de la estación, grados)

Para una latitud de nueve grados, el valor  $Z_m$  es aproximadamente igual a 1.332 veces la velocidad del viento. Porque este valor produciría alturas de mezcla relativamente altas y no explicaría suficientemente la ocurrencia de inversiones de temperatura a bajo nivel, se redujo el  $Z_m$  por aproximadamente un factor de cuatro y se fijó a 320 veces la velocidad del viento. Las alturas de mezcla producidas con este valor producirían impactos conservadores más altos de lo que se esperaba.

### Efectos de Estelas Relacionadas con Edificios

El modelo ISCST3 incluye algoritmos usados para estimar los efectos de estelas relacionadas con edificios en dispersión efluente. Los algoritmos de efectos de estelas se pueden aplicar a cualquier chimenea en, o adyacente a, un edificio. Bajo condiciones de velocidad del viento de moderadas a fuertes, las emanaciones de una chimenea o edificio no podrían escapar totalmente la región aerodinámica de la estela en el extremo viento abajo del edificio. Esto resulta en una condición de desviación del aire hacia abajo, donde las emanaciones están mezcladas con la región de la estela. La forma del edificio y su orientación en relación con el viento afectan las dimensiones de estelas turbulentas y la intensidad de la desviación hacia abajo. La altura de la chimenea, la altura y el ancho del edificio, la velocidad horizontal del viento, la velocidad de salida de la pluma, y la flotación de la pluma determinan qué porción de la pluma, de haber alguna, permanecerá por encima de la estela de una estructura.

Los criterios usados para determinar si la desviación hacia abajo desde el edificio puede ocurrir, están basados en recomendaciones de la EPA (EPA, 1985) para determinar una altura de chimeneas con base en buenas prácticas de ingeniería (GEP). Basados en ese criterio, si la altura de la chimenea es menor que GEP, entonces la desviación atmosférica hacia abajo, los remolinos, y las estelas creadas por las estructuras cercanas influenciarán la pluma de la chimenea, creando concentraciones más altas al nivel del terreno muy cerca a la chimenea. En los Estados Unidos, una altura de chimenea tipo GEP ha sido definida como sigue:

$$GEP = H + 1.5 L$$

donde: H es la altura de un edificio o estructura cercana; y L es la dimensión menor de la altura o ancho proyectados por la estructura cercana.

Una estructura se define como cercana si su distancia es:

- Menor de o igual a cinco veces ya sea la altura o ancho máximo proyectado (v.g., diagonal), la que sea menor, de la estructura; y
- No mayor que 0,8 km de la chimenea.

La ubicación y tamaño de las distintas estructuras de la instalación propuesta fueron determinados de los planos disponibles en el terreno. Basados en esta información, la estructura

## CAPITULO 9

### 9.0 BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). 1985. Pautas para la Determinación de Alturas de Chimeneas con Base en las Prácticas de Buena Ingeniería (Documento de Apoyo Técnico para las Regulaciones de Altura de Chimeneas) (Revisada). Research Triangle Park, NC. EPA-450/4-80-023
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). 1995a. Guía para Modelos de Calidad de Aire, Suplemento C (Revisado). EPA-450/2-78-027R
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). 1997a. Guía de Usuario para Modelos de Dispersión (ISC3) del Complejo de Recursos Industriales. Actualizado de la Red de Transferencia Tecnológica.
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). Marzo de 1974. Información Sobre los Niveles de Ruido Ambiental para la Protección de la Salud y el Bienestar Público con un Adecuado Márgn de Error. EPA-550/9-74-004
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). 1995b. Meteorológicos de Sitio Para Soluciones de Modelos Regulatorios, Research Triangle Park, NC., EPA 450/4-87-013
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA). 1995c. Guía de Usuarios para Modelo Screen 3, Research Triangle, NC., EPA-454/B-95-004
- Ancón. Informe Anual. 1996.
- Ancón. Volumen 5, número 1. 1998
- Auer, A.H. 1978. Correlación del Uso de Tierras y Cubierta con Anomalías Meteorológicas. J. Meteorología Aplicada, Vol. 17.
- Contraloría General de la República de Panamá. Censos de Población y Vivienda 1990 República de Panamá.
- Contraloría General de la República de Panamá. Dirección de Estadísticas Vitales. 1990 República de Panamá.
- Contraloría General de la República de Panamá. Estadísticas Vitales 1997 República de Panamá.
- Fotografías aéreas. Escala 1:20,000
- Holzworth, G.C. 1972. Alturas para Mezclado, Velocidades de Vientos y Potencial para la Contaminación del Aire Urbano A Trav'es de los Estados Unidos Contiguos. Pub.

Lacoste, A. y R. Salanon. Biogeografía. Barcelona, España, 1981, 243 pág. Oikos-tau, S.A. ediciones.

Mapa Geológico Escala 1:250,000.

Ministerio de Educación. Sección de Estadísticas de la Regional de Educación de Panamá-Oeste.

Ministerio de Educación. Sección de Estadísticas de la Regional de Educación de Panamá-Oeste. 1992.

Ministerio de Salud. Memorias Anuales. 1997. República de Panamá. No. AP-101. Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.

Oficina de Educación Iberoamericana. Agricultura y Medio Ambiente. Ciudad Universitaria, Madrid 3, 1974, 151 pág. Ediciones de Promoción Cultural, S.A.

**APENDICÉ A**  
**RESOLUCIÓN DE LA DECLARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

174

**REPUBLICA DE PANAMA  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE**

**RESOLUCION No. JA-195-98**

*"Mediante la cual se aprueba la Declaración de Impacto Ambiental, presentada por la Empresa IGC/ERI PAN-AM THERMAL GENERATING LIMITED, para la instalación de una planta de producción de energía termoeléctrica con capacidad de 96 MW primera fase (movimiento y nivelación de tierra), ubicada en el Corregimiento El Arado, Distrito de La Chorrera, Provincia de Panamá; la energía producida por esta planta será vendida bajo contrato a la Empresa de Distribución Eléctrica Metro Oeste S.A. (EDEMET)."*

La suscrita Administradora General de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), en uso de sus facultades legales, y

**CONSIDERANDO:**

*Que la Empresa IGC/ERI PAN-AM THERMAL GENERATING LIMITED, persona jurídica inscrita como Sociedad Extranjera en la Ficha SE.889, Rollo 62449, e Imagen 0076, de la sección de Micropelículas del Registro Público, representada por su titular, el Llc. Juan Ramón Vallarino, desea desarrollar el proyecto para la instalación de una planta de producción de energía termoeléctrica con capacidad de 96 MW en su primera fase (movimiento y nivelación de tierra), ubicada en el Corregimiento El Arado, Distrito de La Chorrera, Provincia de Panamá; la energía producida por esta planta será vendida bajo contrato a la Empresa de Distribución Eléctrica Metro Oeste S.A. (EDEMET).*

Que el artículo 23 de la Ley 41 de 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá, establece que: "Las actividades, obras o proyectos, públicos o privados, que por su naturaleza, características, efectos, ubicación o recursos puedan generar riesgo ambiental, requerirán de un Estudio de Impacto Ambiental, previo al inicio de su ejecución, de acuerdo con la reglamentación de la presente Ley. Estas actividades, obras o proyectos, deberán someterse a un proceso de evaluación de impacto ambiental, inclusive aquellos que se realicen en la cuenca del canal y comarcas indígenas".

Que el numeral 10 del artículo 7 de la Ley General de Ambiente de la República de Panamá, establece que la Autoridad Nacional del Ambiente tendrá como atribución, evaluar los estudios de impacto ambiental y emitir las resoluciones respectivas.

Que la Empresa IGC/ERI PAN-AM THERMAL GENERATING LIMITED, presentó ante esta Autoridad la Declaración de Impacto Ambiental correspondiente.

Que este proyecto consta de dos fases: En la primera fase, se solicita autorización para la nivelación y movimiento de suelo en un área de aproximadamente 5 Has de topografía semiplana. La segunda fase se circunscribe a la construcción de las mejoras permanentes y solamente empezará luego de la aprobación por parte de Autoridad Nacional del Ambiente del Estudio de Impacto Ambiental.

Que el citado documento fue evaluado por los técnicos de la Dirección Nacional de Evaluación y Protección Ambiental de la Autoridad Nacional del Ambiente.

Que por todas las consideraciones antes señaladas, la Administradora General de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), debidamente facultada por la Ley 41 de 1 de julio de 1998.

**RESUELVE:**

**PRIMERO:** Aprobar la Declaración de Impacto Ambiental con todas sus medidas de mitigación, las cuales serán de forzoso cumplimiento, presentada por la Empresa IGC/ERI PAN-AM THERMAL GENERATING LIMITED, persona jurídica inscrita como Sociedad Extranjera en la Ficha SE.889, Rollo 62449, e Imagen 0076, de la sección de Micropelículas del Registro Público, representada legalmente por el Señor Juan Ramón Vallarino, correspondiente a la primera fase de la planta de producción de energía termoeléctrica con capacidad de 96 MW, la cual consiste en la nivelación y