



RE-385

***Evaluación ex-post de las medidas de
mitigación en los proyectos de generación
térmica de Samalayuca II y Monterrey III***

Oficina de Evaluación y Supervisión, OVE

Banco Interamericano de Desarrollo
Washington, D.C.
Diciembre 2010

Sólo Para Uso Oficial

TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
A.	Alcances y objetivo del estudio	1
B.	Descripción de las centrales termoeléctricas Samalayuca II y Monterrey III	2
1.	Central Termoeléctrica Monterrey III	2
2.	Central Termoeléctrica Samalayuca II	4
3.	Criterios de comparabilidad	5
C.	Generación eléctrica en México	6
D.	Generación termoeléctrica de ciclo combinado y gas natural	7
II.	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS	10
A.	Revisión de escritorio	10
B.	Definición de los componentes ambientales	11
C.	Criterios evaluativos	15
III.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS EXPOST DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	18
A.	Relevancia	18
B.	Adicionalidad	18
C.	Eficiencia	20
D.	Sostenibilidad	20
E.	Efectividad	20
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
A.	Conclusiones	23
B.	Recomendaciones	24

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1	Número de proyectos de generación energética aprobados, 1980-2007	1
Figura 2	Ubicación de la central termoeléctrica de Monterrey III	3
Figura 3	Ubicación de Samalayuca II	4
Figura 4	Comparación entre los pronósticos de la demanda máxima bruta	7
Figura 5	Esquema general de una central termoeléctrica con tecnología de ciclo combinado	8
Tabla 1	Características y diferencias de las plantas de Monterrey III y Samalayuca II	5
Tabla 2	Ponderación para los componentes y parámetros ambientales en la evaluación ..	13
Tabla 3	Criterios de evaluación de las medidas de mitigación de las centrales Samalayuca II y Monterrey III	16
Tabla 4	Valoración de los criterios evaluativos	23

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?DOCNUM=35585880>

ACRÓNIMOS

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CCC	Central de Ciclo Combinado
CESI	Comité de Medio Ambiente e Impacto Social
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CISRO	<i>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization</i>
COA	Cédula de Operación Anual
CT	Central Térmica
EBRD	Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
ESHS <i>Audits</i>	<i>Environmental, Social, Health and Security Audits</i>
ESIR	<i>Environmental and Social Impact Report</i>
GNL	Gas Natural Licuado
ICA	Índice de Calidad Ambiental
IMECA	Índice Metropolitano de Calidad del Aire
INE	Instituto Nacional de Ecología
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ISC	Industrial Source Complex
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
OVE	Oficina de Evaluación y Supervisión (BID)
PCR	<i>Project Completion Report</i>
PEMEX	Petróleos Mexicanos
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico
PRI	Departamento del Sector Privado (BID)
PROAIRE	Programa de Gestión de la Calidad del Aire, Ciudad Juárez
PST	Partículas en Suspensión Totales
SAR	<i>Semi Annual Review</i>
SEMARNAP	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SIMA	Sistema Integral de Monitoreo Ambiental

SIMA
TAPM

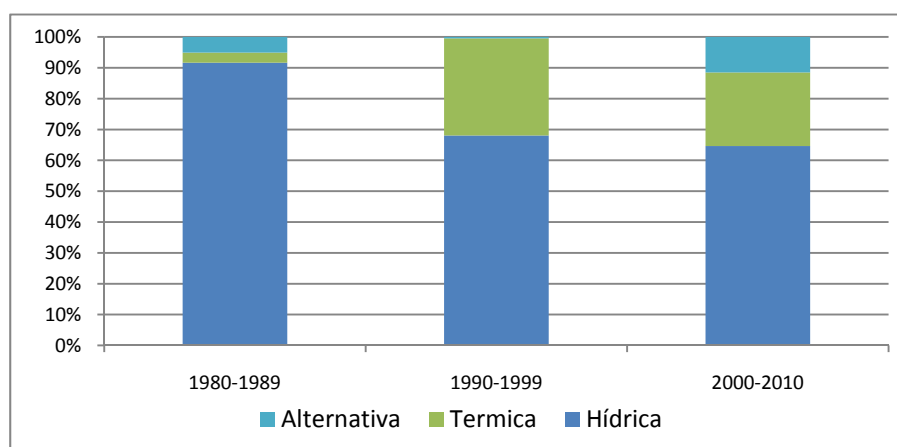
Sistema de Información Medio Ambiental
The Air Pollution Model

I. INTRODUCCIÓN

A. Alcances y objetivo del estudio

- 1.1 El financiamiento del BID en **proyectos de generación térmica** se ha incrementado progresivamente pasando del 3% de los recursos totales dirigidos a generación de energía durante los años '80, al 31% en los años '90 (US\$535 millones), y situándose en el 24% (US\$1 billón) a partir del 2000 (ver Figura 1). Así, se observó un cambio en la política de financiamiento de proyectos de generación eléctrica durante los años 90, reemplazando en parte el apoyo que habían recibido anteriormente los proyectos hidroeléctricos, cuya inversión sólo se recupera su importancia a partir del 2005..

Figura 1. Monto de proyectos de generación energética aprobados, 1980-2010



Fuente: OVE, 2008

- 1.2 **El Banco no ha realizado evaluaciones del impacto de los proyectos de generación eléctrica aprobados sobre el medio ambiente**¹. Como parte del Plan de Trabajo 2007-2008, la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) del BID se ha propuesto **evaluar el proceso de control de calidad ambiental de las operaciones del Banco en temas ambientales**, iniciando el estudio con un piloto en el sector energía². Con el objetivo de generar metodologías de evaluación ex-

¹ El BID, en su Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas (GN-2208), aprobada en 2006, define la protección ambiental como una de sus cuatro acciones prioritarias. El Departamento del Sector Privado (PRI), sistematizó en 2003 unas guías internas para la supervisión y monitoreo ambiental y social de los proyectos, aplicadas principalmente en las revisiones semestrales (*Semi Annual Review, SAR*) y en las Auditorías Ambientales, Sociales y de Salud y Seguridad (*ESHS Audits*) independientes durante la vida del préstamo o garantía del PRI. También se incluye información sobre el desempeño ambiental y social en los informes de cierre del proyecto (*Project Completion Report, PCR*).

² Ver OVE, 2008. *OVE's Environmental Performance Review applied to the Energy Sector*. Inter-American Development Bank. Washington DC. Este estudio piloto toma una muestra de 22 proyectos de infraestructura del sector de energía eléctrica, sobre la cuál se realiza una revisión de escritorio sobre la calidad de la documentación ex-ante con la que cuenta el Banco para comprobar la viabilidad ambiental de las operaciones financiadas, a través de un listado de control (*checklist*) cualitativo.

post de las medidas de mitigación ambiental para este tipo de proyectos, OVE seleccionó dos proyectos de generación térmica para realizar una evaluación en profundidad del proceso de supervisión y acompañamiento ambiental del Banco: las termoeléctricas Samalayuca II (administrada por la Comisión Federal de Electricidad, CFE) y Monterrey III (administrada por la empresa Iberdrola Energía Monterrey), ambas en México³.

- 1.3 En el caso de Samalayuca II, el Banco sólo acompañó técnicamente a CFE durante la etapa de diseño hasta la aprobación del préstamo en el Directorio (revisión de la documentación del EIA del prestatario y preparación del Informe de Impacto Ambiental y Social, ESIR). En cambio, en el caso de Monterrey III, el Banco además de acompañar durante la etapa de diseño, también continuó realizando el seguimiento de temas ambientales durante dos años (mediante informes de avances semestrales realizados por consultores externos y validados por el personal del PRI del Banco).
- 1.4 **El objetivo de esta evaluación ex-post es comparar el resultado de las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales y sociales de los proyectos de generación térmica Samalayuca II y Monterrey III**, con base en los indicadores y programas de gestión ambiental y social contenidos en los documentos de diseño de la operación (EIA y documentos de validación del Banco) y en los informes de monitoreo producidos por las empresas generadoras.

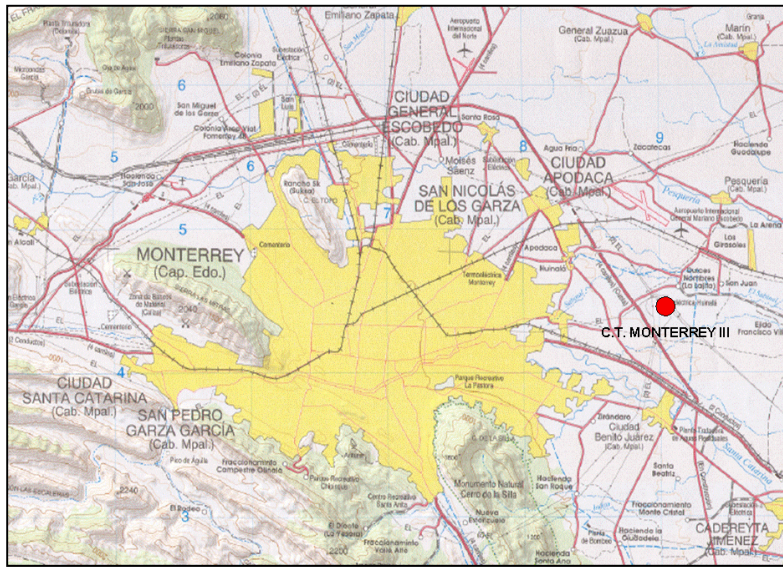
B. Descripción de las centrales termoeléctricas Samalayuca II y Monterrey III

1. Central Termoeléctrica Monterrey III

- 1.5 El proyecto desarrollado por la empresa Iberdrola Energía Monterrey es una central que cuenta con cuatro unidades de generación de energía eléctrica de 285 MW cada una, con **tecnología de ciclo combinado**, empleando **gas natural** como combustible. La mitad de la energía eléctrica generada es vendida a la CFE, mientras que la otra mitad es destinada a cubrir las necesidades de la industria instalada en Monterrey.
- 1.6 La central termoeléctrica Monterrey III está ubicada en el Estado de Nuevo León, municipio de Pesquería, a 2 Km. al oriente del Área Metropolitana de Monterrey, junto a la localidad Dulces Nombres (ver Figura 2). El proyecto se inició en mayo del 2000, iniciando operaciones comerciales en abril del 2002.

³ En el estudio piloto en el sector energía, y entre la muestra de 22 proyectos de infraestructura, también se analizó un proyecto de generación hidroeléctrica. Ver OVE, 2008. *Evaluación Ex-post del Impacto de las Medidas de Mitigación Ambiental en el Proyecto Hidroeléctrico Porce II*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Figura 2. Ubicación de la central termoelectrónica de Monterrey III



Fuente: OVE, 2008

- 1.7 El despegue industrial en el Estado de Nuevo León trajo consigo el aumento de industrias localizadas en Monterrey y municipios cercanos. La **política de tarifas eléctricas contribuyó a diseños de alto consumo**, mientras que los **bajos precios de las gasolinas** facilitaron el crecimiento acelerado del parque vehicular sin imponer restricciones. Ambos aspectos han conducido al estado actual de contaminación de la cuenca atmosférica del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Para aliviar los problemas de contaminación atmosférica de la zona, se desarrolló el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000 (publicación de la SEMARNAP y del Gobierno del Estado de Nuevo León, 1997), que establece medidas preventivas y correctivas para mitigar la contaminación del aire. El municipio de Pesquería, sitio de implantación del proyecto de Monterrey III, se encuentra colindante con el AMM, específicamente con los municipios Apodaca, Guadalupe y Juárez.
- 1.8 La Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para Monterrey III fue presentada a la autoridad y aprobada por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología (INE) en diciembre de 1999. En la MIA y en el dictamen del proyecto se establecieron algunas medidas de mitigación y control para los impactos ambientales adversos identificados por la ejecución del mismo en sus diversas etapas.
- 1.9 En el primer semestre del 2000, el BID solicitó a Iberdrola algunos requerimientos adicionales a fin de asegurar la factibilidad ambiental del mismo, dando como resultado el desarrollo de estudios complementarios y nuevas medidas de mitigación, plasmados en el Informe de Evaluación Ambiental y Social (ESIR) del proyecto.

frágil (matorral desértico y pastizal con alta tolerancia a ambientes con alta concentración de sal), pero no se reportaron especies de fauna o flora amenazadas.

3. Criterios de comparabilidad

- 1.13 Los proyectos de Monterrey III y Samalayuca II presentan algunos aspectos similares, entre los que destacan:
- a. Tecnología de generación de energía eléctrica (ciclo combinado).
 - b. Tipo de combustible empleado (gas natural).
 - c. Cercanía a zonas críticas en materia de contaminación atmosférica (Samalayuca II a Ciudad Juárez y Monterrey III al Área Metropolitana de Monterrey).
 - d. Clima semidesértico en los alrededores.
 - e. Escasez de fuentes de abastecimiento de agua cruda.
 - f. Ambas centrales son casi contemporáneas (Samalayuca II entró en operación a principios de 1999; Monterrey III lo hizo en 2002).
- 1.14 Las principales características y diferencias entre ambas plantas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características y diferencias de las plantas de Monterrey III y Samalayuca II

Característica	Monterrey III	Samalayuca II
Capacidad de generación de energía eléctrica	1,140 MW	505.8 MW
Operación de la planta	Iberdrola (productor independiente de energía, de capital español)	Comisión Federal de Electricidad (Organismo público descentralizado federal)
Suministro de agua de proceso	Agua tratada (planta de tratamiento de SADMÓN)	Agua cruda subterránea (pozos profundos autorizados por CONAGUA)
Combustible utilizado	Gas natural	Gas natural (y diesel para el arranque)
Lineamientos para cumplimiento ambiental	Legislación mexicana, requerimientos de CFE y requerimientos y seguimiento del BID (primeros 2 años de operación)	Legislación mexicana y requerimientos de CFE y requerimientos del BID solamente durante la fase de diseño ⁴
Sistema de Gestión Ambiental	Sistema siguiendo el modelo de ISO-14001, para todas las plantas de Iberdrola.	Sistema propio de CFE, con incentivos a través de concurso entre plantas por la consecución de presupuestos para mejora si presentan buen desempeño en determinados indicadores ambientales y de seguridad industrial

⁴ Resumidos y validados por el Banco en el ESIR y por las cláusulas ambientales en el documento de préstamo.

Característica	Monterrey III	Samalayuca II
Documentos comprobatorios de cumplimiento ambiental	Certificado de industria limpia de PROFEPA (desde 10.05.2004) y certificados ISO-9001 (otorgado por IQNet & AENOR de 11.17.2005 hasta 11.17.2009) e ISO-14001 (otorgado por IQNet & AENOR de 10.17.2005 hasta 10.17.2008)	En proceso de obtener el certificado de industria limpia (abril 2008)
Asignación de obras y servicios para el cumplimiento ambiental	Requisición de orden de compra	Sujetos a la Ley de Obra Pública y Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios (licitaciones)
Seguimiento ambiental del BID	Sí (durante construcción y dos años durante operación)	No, sólo hubo requerimientos en la fase de diseño (ESIR y documento de préstamo)

Fuente: OVE, 2008

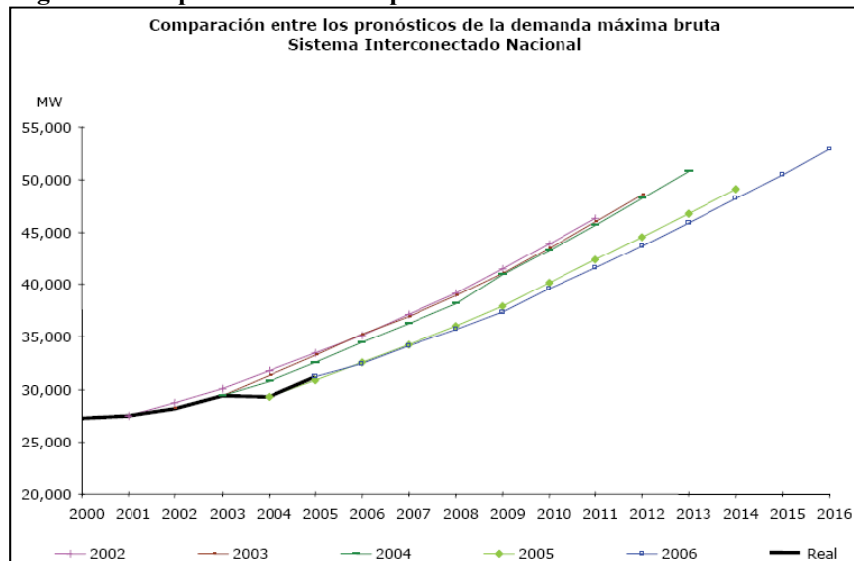
C. Generación eléctrica en México

- 1.15 En México, la CFE es el organismo público encargado de la planeación, generación, transformación, distribución y suministro de energía eléctrica en el ámbito nacional. También existen productores independientes, que deben vender gran parte de la energía generada a CFE.
- 1.16 **La generación de energía instalada por tipo de tecnología está dominada por la termoeléctrica (48,55%) e hidroeléctrica (22,53%);** los productores independientes generan un 18,10% y el resto se divide entre carboeléctrica (5,70%), y en menor proporción nucleoelectrica, geotermoelectrica y eolelectrica (2,99%, 2,11% y 0,005%, respectivamente). Del 48,55% correspondiente a la generación de energía termoeléctrica, un 10,8% es de ciclo combinado gestionado por la CFE, 17,7% es de ciclo combinado gestionado por productores independientes y un 5,6% es turbogas⁵.
- 1.17 Para las proyecciones de oferta y demanda de energía eléctrica, CFE elabora el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), el cual se revisa anualmente para la planificación integral del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). **Las dos centrales termoeléctricas bajo estudio fueron concebidas por esperarse un aumento en la demanda de electricidad.** Entre 2006 y 2009 se cuentan con márgenes de reserva energía eléctrica altos, debido principalmente a que en los últimos años el crecimiento de la demanda de electricidad ha sido menor al esperado, consecuencia de un desarrollo económico por debajo de las

⁵ Dada la importancia de las tecnologías de generación de energía eléctrica que utilizan gas natural en la capacidad efectiva del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), y ante la posibilidad futura de que se mantengan los precios altos para el gas natural o limitaciones en su suministro por reducción de la oferta de Petróleos Mexicanos (PEMEX) o de las importaciones de EUA, CFE ha emprendido acciones concretas para diversificar sus fuentes de suministro mediante la construcción de terminales de regasificación de gas natural licuado (GNL). Las terminales de Altamira, Costa Azul y Manzanillo permitirán disponer en el futuro de 1 250 millones de pies cúbicos diarios de gas natural. La capacidad de las terminales de regasificación se podría incrementar dependiendo de la oferta de gas natural de PEMEX a través de la red nacional de gasoductos.

proyecciones del gobierno, así como a la dificultad para hacer ajustes en el programa de generación a corto plazo⁶. El pronóstico actual de la demanda máxima bruta del SEN sigue presentando una tendencia a la baja, similar al PIB y a las ventas. En la Figura 4 se presenta la comparación de las proyecciones de crecimiento de la demanda y su comparación con la demanda real a partir del año 2000.

Figura 4. Comparación entre los pronósticos de la demanda máxima bruta



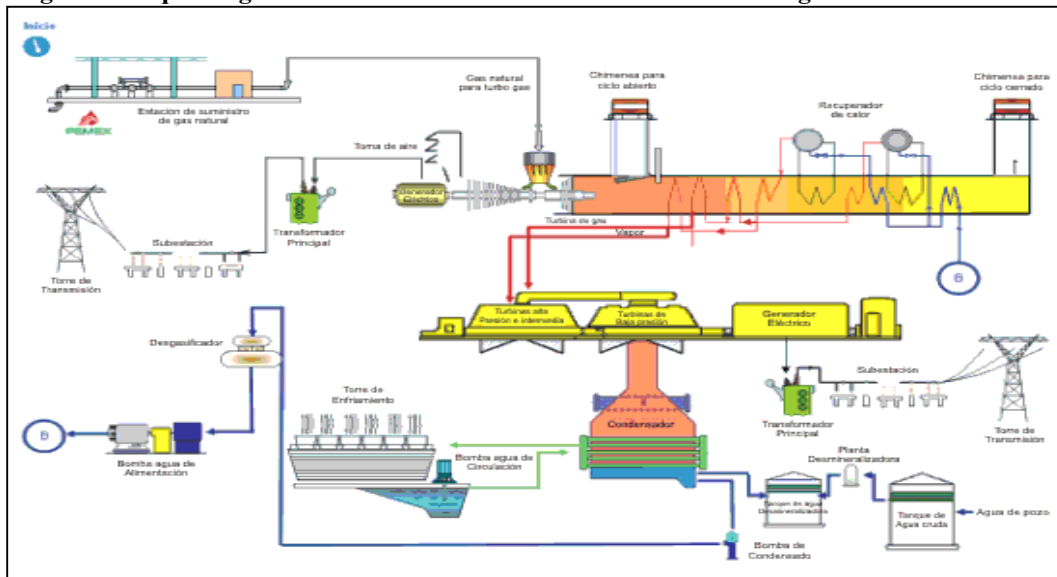
Fuente: Sistema Eléctrico Nacional, 2008

D. Generación termoelectrica de ciclo combinado y gas natural

- 1.18 **Las centrales de ciclo combinado representan una alternativa de generación de energía eléctrica que presenta como principales ventajas su alta eficiencia, mayor generación de potencia, menor contaminación y gran flexibilidad.** Su principal desventaja es su compleja tecnología, ya que combinan dos tipos de unidades generadoras: turbogás y vapor. Una vez terminado el ciclo de generación de la energía eléctrica en las unidades turbogás, los gases desechados con una alta temperatura se utilizan para calentar agua llevándola a la fase de vapor, que se aprovecha para generar energía eléctrica adicional. La combinación de estos dos tipos de generación permite el máximo aprovechamiento de los combustibles utilizados, dando la mejor eficiencia térmica de todos los tipos de generación termoelectrica. En la Figura 5 se presenta un esquema tipo de una central de ciclo combinado.

⁶ Durante el período 2001-2005, el crecimiento económico ha sido menor respecto a la tendencia histórica, debido a que no se cumplieron las expectativas de crecimiento de los sectores residencial, comercial y gran industrial.

Figura 5. Esquema general de una central termoelectrica con tecnología de ciclo combinado



Fuente: Comisión Federal de Electricidad

- 1.19 El sector eléctrico mexicano, tanto en el contexto nacional como en el transfronterizo, se considera de uso intensivo desde el punto de vista de los recursos y el medio ambiente. En este sentido, **la contaminación atmosférica y los gases de invernadero constituyen las principales preocupaciones**. En materia ambiental, particularmente en relación con la contaminación atmosférica, en el caso de la tecnología de ciclo combinado el principal contaminante a considerar es la emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) a la atmósfera, pudiendo descartar emisiones de otros contaminantes como las partículas y el bióxido de azufre (SO_2), por el tipo de combustible que se emplea (gas natural).
- 1.20 En 2006 el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (La Paz, Baja California Sur, México) realizó una evaluación general del impacto ambiental del sector eléctrico en el Norte de México⁷. Revisó el proceso de EIA y el contenido y formato de los Informes de Impacto Ambiental de los proyectos eléctricos desde 1970. Aunque reconoce que ha habido mejoras en la práctica de los EIA durante estos años, resalta los importantes retos a superar en el futuro. El estudio critica el enfoque reduccionista de los EIA revisados (la mayoría se focalizan en aspectos biofísicos). Recomendamos profundizar el análisis de aspectos sociales y económicos en el área de influencia de los proyectos, considerando las particularidades del área del norte de México, como la gran concentración de plantas eléctricas e industrias en ecosistemas muy sensibles. Además apunta a la necesidad de desarrollar guías específicas para realizar Informes de Impacto Ambiental para diferentes tipos de proyectos eléctricos cubriendo todas las fases del ciclo de

⁷ Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad. Centro de investigaciones biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur. Economía, Sociedad y Territorio. Vol. 6, num. 2, 2006, pp. 219-263.

proyecto. Por último, el estudio enfatiza la idoneidad de mejorar las metodologías para sustentar los resultados de las evaluaciones ambientales y sociales⁸.

- 1.21 Pese a que la determinación de la contribución de las emisiones de las centrales termoeléctricas en la teoría del efecto invernadero en México, en comparación con otras alternativas de generación eléctrica (hidroeléctrica, eólica, solar, nuclear, etc.) queda fuera del alcance del presente estudio, en líneas generales se puede afirmar que **el uso de gas natural (combustible limpio) y la instalación de tecnología de punta (ciclo combinado) en la generación de energía eléctrica, se consideran benéficos y adecuados desde el punto de vista del cambio climático y la teoría del calentamiento global**, ya que ambos aspectos contribuyen a reducir las tasas de emisión de bióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera por unidad de energía producida (MW) en comparación con el uso de combustibles tradicionales como diesel y carbón.
- 1.22 Así fue confirmado por el Departamento del Sector Privado (PRI) del BID, quien realizó un análisis preliminar de la huella de las emisiones de carbono de su cartera de proyectos de generación eléctrica. Utilizando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)⁹, el estudio presenta algunas conclusiones generales sobre el portafolio del BID. En relación con las dos termoeléctricas consideradas en esta evaluación ambiental ex-post de OVE (Monterrey III y Samalayuca II), el estudio concluye que **sus emisiones están dentro del rango típico de plantas de energía que utilizan combustibles limpios (gas natural) y tecnología avanzada (ciclo combinado)**. Estos proyectos termoeléctricos producen buenos ratios de emisiones de carbono respecto a la electricidad generada, produciendo una mejora marginal en la intensidad de carbono de la red eléctrica mexicana. El estudio también determina que las emisiones de dióxido de carbono en relación con el coste total de los proyectos de la cartera del PRI son comparables a las de la cartera del Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD).

⁸ Para la muestra de proyectos termoeléctricos incluida en el estudio, la Matriz de Leopold y otros listados de chequeo fueron las principales metodologías utilizadas, que este estudio considera muy subjetivas.

⁹ Con datos sobre el contenido de carbono de los combustibles fósiles de los proyectos y la composición de la red de generación nacional.

II. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS

- 2.1 En este apartado se presenta la evaluación ambiental de los proyectos de las termoeléctricas Samalayuca II y Monterrey III, realizada por OVE. En primer lugar, se analiza la revisión de escritorio sobre la calidad de la documentación ex-ante con la que cuenta el Banco para comprobar la viabilidad ambiental de ambos proyectos. Posteriormente se definen los componentes ambientales y los criterios evaluativos utilizados para la evaluación ex-post de las medidas de mitigación.

A. Revisión de escritorio

- 2.2 **OVE desarrolló en base a las mejores prácticas internacionales¹⁰, un listado de control (*checklist*) cualitativo para evaluar la calidad de la información ambiental contenida en los reportes del Banco.** El instrumento se compone de 27 preguntas que cubren cinco secciones: (1) Descripción del Proyecto, (2) Descripción del medio ambiente local y las condiciones de base, (3) Identificación y evaluación de los impactos significativos, (4) Alternativas y mitigación de Impactos, y (5) Temas de Evaluabilidad. Esta revisión de escritorio analizó si la información es suficiente, correcta y técnicamente sólida, si está acorde a las buenas prácticas aceptadas en Evaluación Ambiental, y si las medidas de mitigación y sus sistemas de monitoreo asociados están bien definidos¹¹.
- 2.3 El listado de control se aplicó a una muestra de 22 proyectos de energía (hidroeléctricas, termoeléctricas, líneas de transmisión) del sector público y privado, incluidos los proyectos de Samalayuca II y Monterrey III¹². Éstos forman parte de las 10 plantas termoeléctricas de la muestra financiadas por la ventanilla del sector privado del BID¹³. Las puntuaciones de todas ellas fueron similares, lo que corrobora los buenos resultados del esfuerzo de estandarización del nivel de evaluación que el PRI venía realizando¹⁴.
- 2.4 Respecto al **análisis de los proyectos de Samalayuca II y Monterrey III**, se detectaron algunas diferencias en la información ambiental validada por el Banco antes de su aprobación. Para la primera sección del listado de control, los reportes ambientales del Banco ofrecen mejor información sobre el cronograma de implementación del proyecto (pregunta 1.2) para Samalayuca II que para Monterrey III. Tampoco se pudo acceder a los mapas de situación de la planta en

¹⁰ Listados de control (*checklist*) de la Comisión Europea (EC, 2001), Informes de Revisión del Centro de Estudios de Impacto Ambiental de la Universidad de Manchester (Lee and Colley, 2001) y diversos artículos y estudios de otros organismos multilaterales (World Bank, UNEP, EBRD, etc.). La versión final del listado de control y de las referencias se incluyen en el Anexo. Es importante destacar que el listado de control desarrollado por OVE cumple con todos los requisitos del PR-1006 de la revisión del Comité de Medio Ambiente e Impacto Social (CESI).

¹¹ Ver Anexo

¹² La revisión de los 22 proyectos analizados se puede ver en OVE, 2008 (*draft*). *OVE's Environmental Performance Review applied to the Energy Sector*. InterAmerican Development Bank. Washington DC.

¹³ La mayoría de estos 10 proyectos son plantas térmicas de ciclo combinado aprobadas entre 1995 y 2000.

¹⁴ Este esfuerzo de estandarización se reflejó formalmente en las guías internas elaboradas en 2003 por el PRI (PRI, 2003. *Environmental Guidelines*. InterAmerican Development Bank).

- el caso de Monterrey III (1.3), aunque fueron citados en el documento. En cambio, la descripción de los residuos y emisiones generados (1.5) es mejor para Monterrey III que para Samalayuca II. El impacto acumulativo de la planta respecto a las instalaciones industriales presentes en la zona antes de la construcción del proyecto (1.9) es mucho más detallado para Samalayuca II, que incluso presenta datos cuantitativos, y no así en Monterrey III. En cambio, la información sobre el proceso de consulta a la población afectada (1.10) es mucho más sistemática y completa para Monterrey III que para Samalayuca II.
- 2.5 Respecto a la segunda sección, la información sobre el impacto causado por el ruido (2.1e) es demasiado general en ambos casos respecto a las recomendaciones de la literatura del sector. También ambos ofrecen datos demasiado generales y vagos sobre los métodos de evaluación utilizados (2.4). La tercera sección arroja diferencias entre las dos plantas en cuanto a la gestión de riesgos y accidentes (3.7 y 4.5) del Plan de Contingencia, mucho más completa para la planta de Samalayuca II que la de Monterrey III. La cuarta sección revela que el análisis de alternativas (4.1) es mucho mejor en Monterrey III que en Samalayuca II, pero en ambas falta una consideración más técnica sobre la alternativa de no construir la planta térmica (4.2). Para la última sección del listado de control, el documento de Monterrey III es más accesible al público según los estándares recomendados por la literatura. El marco de monitoreo de los aspectos ambientales (5.2) es más detallado en el caso de Samalayuca II, y en ninguno de los dos casos se mencionan temas de adicionalidad técnica (5.4) por parte del Banco en los reportes ambientales.

B. Definición de los componentes ambientales

- 2.6 Para los proyectos de Samalayuca II y Monterrey III **se consideraron las medidas de mitigación en sus diversas etapas de ejecución (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento)**, a fin de evitar o atenuar los efectos negativos al medio ambiente circundante en ambas instalaciones.
- 2.7 Debido a que ambos proyectos se encuentran en la etapa de operación, se procedió a **evaluar aquellas medidas que se han aplicado al momento** (tanto durante la construcción como la operación) mediante la revisión de la información contenida en los documentos proporcionados por las entidades responsables de ambas instalaciones (CFE e Iberdrola), así como de visitas y recorridos dentro y fuera de las centrales. De esta manera, es factible hacer una estimación de los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas de mitigación de ambos proyectos, a fin de evaluar su efectividad, además de verificar la ejecución de medidas de mitigación no previstas inicialmente en las Manifestaciones de Impacto Ambiental de ambos proyectos. Por otro lado, la evaluación de la sostenibilidad de la gestión ambiental para las dos plantas arrojará algunas ideas sobre la solución de futuros retos ambientales relacionados con las instalaciones.
- 2.8 En cuanto a las **medidas de mitigación para la etapa de abandono del sitio**, las MIA de ambos proyectos mencionan que lo más probable es que al término de la

vida útil (estimada en 25 años), el predio se siga utilizando con fines de generación de energía eléctrica. En el caso de que se requiera dismantelar las instalaciones y dar un diferente uso de suelo al predio, la restitución del área se enfocará a la remoción de escombros, tomando en cuenta las características del entorno de las instalaciones, los planes y programas federales, estatales y municipales sobre uso de suelo, así como la legislación ambiental y aplicable a usos y destinos de suelo y gestión de residuos industriales vigente al momento. Es destacable que los informes de validación del Banco obviaron en el caso de las dos plantas térmicas, al igual que en la mayoría de los 22 proyectos analizados cualitativamente con el listado de control (*checklist*), las medidas aplicables a la etapa de dismantelamiento de este tipo de proyectos de infraestructura.

- 2.9 Para realizar la evaluación ambiental ex-post de las medidas de mitigación se siguió la recomendación de la bibliografía sobre EIA de realizar un **ejercicio de *screening* y *scoping*** (Arts et al, 2001)¹⁵. La necesidad de realizar una revisión ambiental ex-post de este tipo de proyectos de infraestructura (*screening*) está justificada por su complejidad y magnitud de impactos ambientales, así como la oportunidad de derivar lecciones aprendidas de la cantidad de información recopilada por las empresas prestatarias durante la gestión ambiental del proyecto. Por otro lado, a partir de la revisión de la información contenida en los diferentes documentos de análisis ambiental ex-ante (EIA e informes de validación del Banco), monitoreos ambientales y demás literatura relacionada¹⁶, se seleccionaron aquellos aspectos ambientales que se consideraron más relevantes para determinar el impacto ambiental agregado ex-post de los proyectos y de los cuales se disponía de suficiente información (*scoping*). Por tanto, se descartaron aquellos parámetros ambientales que mostraron valores de monitoreo validados por el SEMARNAP muy por debajo de los rangos recomendados para evitar afectaciones significativas a la calidad ambiente o que no dispusieron de suficiente calidad de información.
- 2.10 La **ponderación de estos componentes ambientales, y sus respectivos parámetros de control** (o indicadores), se realizó atribuyendo un puntaje (en porcentaje) con base en las afectaciones ambientales potenciales para este tipo de proyectos, para que la suma final fuera 100%. A su vez, para cada parámetro o indicador ambiental se distribuyó la puntuación inicial con base a las características de cada parámetro y su contribución o influencia por el tipo de proyecto. El resultado se muestra en la Tabla 2.

¹⁵ Para el seguimiento del EIA (que engloba las acciones de monitoreo, auditoría, evaluación y los sistemas de gestión ambiental), se recomienda realizar el ejercicio de determinar primero la necesidad de realizar una evaluación ambiental ex-post para un proyecto concreto (*screening*), así como en el caso de ser ésta necesaria, realizar una priorización de los temas que deberían ser estudiados en detalle (*scoping*).

¹⁶ Lineamientos establecidos en la literatura especializada (literatura especializada de diversos autores en materia de impacto ambiental (Conesa, Gómez Orea, Canter), lineamientos del Banco Mundial para la instalación de nuevas plantas termoeléctricas (Banco Mundial en *Thermal Power: Guidelines for New Plants* en *Pollution Prevention and Abatement Handbook*, July 1998.), opinión de expertos en equipo multidisciplinario).

Tabla 2. Ponderación para los componentes y parámetros ambientales en la evaluación

Componente	% peso	Comentario	Medidas de mitigación	Parámetro	% peso	Comentario
Agua	30	Las cantidades de agua requeridas para el proceso de generación eléctrica, así como la generación de importantes cantidades de aguas residuales en este tipo de centrales, tiene repercusiones importantes en el medio local	<ul style="list-style-type: none"> Suministro de agua por una fuente autorizada 	Volumen de agua consumido	20	Se requiere un volumen importante de agua para la generación de vapor y el sistema de enfriamiento
			<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento del efluente para no rebasar los límites normados 	Calidad del agua residual generada	10	El proceso modifica las características fisicoquímicas del agua previo a su vertido final
Aire	30	Las emisiones a la atmósfera son importantes debido a que la combustión es el proceso principal para la generación de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de quemadores de baja producción de NO_x Medidas adicionales para reducir emisiones atmosféricas (mejorar eficiencia de combustión, mantenimiento, etc.) Elección de tecnología y combustible menos contaminante 	NO _x	20	Es el principal contaminante emitido por la tecnología de ciclo combinado
			<ul style="list-style-type: none"> Uso de gas natural como combustible para generación de energía 	SO ₂ y Partículas	10	El uso de gas natural genera mínimas cantidades de SO ₂ y PM ₁₀ por la composición fisicoquímica del combustible
Residuos	10	No se genera gran cantidad de residuos en este tipo de instalaciones, pero deben ser manejados en función de sus propiedades	<ul style="list-style-type: none"> Recolección, separación, reuso y/o disposición de residuos no peligrosos en sitios avalados 	Residuos no peligrosos	3	Los residuos no peligrosos se manejan como los de tipo municipal o urbano
			<ul style="list-style-type: none"> Recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos por una empresa autorizada 	Residuos peligrosos	7	El manejo de residuos peligrosos requiere de personal capacitado y autorizado en la materia
Ruido perimetral	5	El ruido está en función de la tecnología y la presencia de receptores	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de barrera arbolada perimetral y mantenimiento de equipos 	Ruido	5	Se considera ruido perimetral o atmosférico al sonido indeseable que emite una fuente fija que moleste o perjudique a las personas que transiten por el entorno

Componente	% peso	Comentario	Medidas de mitigación	Parámetro	% peso	Comentario
		cercanos a las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Medición de niveles de ruido perimetral 			donde se encuentra ubicada. El daño que le produce, con motivo de la exposición, depende de la magnitud y del número, por unidad de tiempo del umbral de audición.
Seguridad laboral ¹⁷	12	Las afectaciones al personal repercuten tanto en el funcionamiento de las centrales como en la apreciación externa (sensibilidad)	<ul style="list-style-type: none"> Empleo de silenciadores y mantenimiento de equipos Proporcionar protectores auditivos a los trabajadores expuestos al ruido 	Ruido laboral	6	El ruido en el ambiente laboral puede ocasionar daños al personal de la instalación
			<ul style="list-style-type: none"> Programa de Prevención de Accidentes (para trabajadores y población) 	Incidentes y accidentes	6	La ausencia de incidentes y accidentes laborales y ambientales repercute en un mejor funcionamiento
Social y económico	10	Las acciones internas y externas (capacitación y sensibilización de trabajadores), además del apoyo a la comunidad influyen en la percepción (positiva/negativa) de las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Educación Ambiental 	Cursos de capacitación	3	Los cursos de capacitación propician una respuesta rápida del personal en caso de emergencia local así como su sensibilización en la problemática ambiental
			<ul style="list-style-type: none"> Planes de Acción Social 	Gestiones de apoyo	7	Las gestiones de apoyo a la comunidad influyen en la percepción de la población local
Vegetación	3	La pérdida de cobertura vegetal es irreversible; se instalan áreas verdes para compensar dicha pérdida	<ul style="list-style-type: none"> Implantación de áreas verdes al término de la etapa constructiva con especies típicas de la zona 	Áreas verdes	3	---
Total	100	---			100	---

Fuente: OVE, 2008

¹⁷ Medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas empleadas para prevenir accidentes, tendientes a eliminar las condiciones inseguras del ambiente y a instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implantación de prácticas preventivas.

C. Criterios evaluativos

2.11 La evaluación ambiental de las medidas de mitigación de las centrales termoeléctricas Samalayuca II y Monterrey III se ha elaborado de conformidad con los siguientes criterios evaluativos:

- a. La **relevancia** de las medidas de mitigación propuestas respecto a las recomendadas por la literatura para este tipo de proyectos, con el fin de comprobar que fueron adecuadamente identificados los impactos más relevantes reseñados en la literatura y de evaluar la pertinencia y utilidad de las acciones propuestas para gestionar dichos impactos.
- b. La **eficiencia** en el uso de los recursos (económicos, humanos, técnicos) y tiempo utilizados para implementar las medidas de mitigación, respecto a los previstos en el EIA, comparándolo con el grado de avance de implementación de cada medida entre lo programado y lo ejecutado. También se considerarán aquellas medidas no previstas inicialmente.
- c. La **sostenibilidad** de la gestión ambiental de las generadoras una vez retirada la acción del Banco, en función de las capacidades institucionales desarrolladas en particular, los recursos técnicos y presupuestarios existentes para el monitoreo y actualización de las medidas de mitigación. Igualmente, evaluar la capacidad de las agencias públicas responsables por el control de las principales variables ambientales impactadas por el proceso.
- d. La **adicionalidad** del Banco, es decir, el valor añadido al diseño y evaluación de la viabilidad ambiental y social de los proyectos¹⁸, además de las acciones de monitoreo del Banco durante la ejecución de los proyectos. Este criterio adquiere especial importancia en esta evaluación ya que se pretende comparar la gestión ambiental de ambas centrales considerando el acompañamiento de los monitoreos y supervisión exigidas (que sólo se dio en el caso de Monterrey III, con monitoreo permanente del Banco durante el periodo del desembolso del préstamo, y no así en Samalayuca II).
- e. Como contribución metodológica, se proponen instrumentos para cuantificar la **efectividad de las medidas de mitigación sobre la calidad del ambiente del área afectada**¹⁹, útiles para la toma de decisiones de gestión ambiental. Se analizan los resultados cuantitativos de los indicadores para establecer

¹⁸ Comparando los ESIR del Banco con los EIA preparados por el prestatario

¹⁹ Las relaciones intersistémicas se caracterizan por una gran complejidad. La incertidumbre asociada a los impactos ambientales de los proyectos de generación de energía eléctrica dificultan la evaluación de la calidad ambiental global del ecosistema en relación a las medidas de mitigación propuestas en los proyectos. Sin embargo, y con el objetivo de priorizar ciertos impactos relevantes y tomar decisiones de manejo al respecto, es necesario realizar un ejercicio de simplificación del sistema, manifiesto en la elección de algunos indicadores para evaluar ciertos aspectos ambientales, que si bien no permiten llegar a conclusiones globales sobre el impacto de las medidas de mitigación ambiental en el ecosistema, permiten analizar la efectividad de dichas medidas respecto a los impactos sobre estos aspectos ambientales.

tendencias de calidad ambiental en la zona (serie de datos) e interpretación de los mismos (explicación de picos, impacto de otras fuentes). También se establecen pautas para utilizar la información de los indicadores y convertirlos en **unidades de calidad ambiental**. Para ello se seleccionaron una serie de indicadores ambientales, y se emplearon **funciones de transformación** similares a las empleadas por el Instituto Battelle, empleando las mediciones de los monitoreos realizados por las empresas y las autoridades ambientales, la consulta de bibliografía especializada en impacto ambiental y la opinión de expertos²⁰.

2.12 Los criterios evaluativos (relevancia, adicionalidad, sostenibilidad, eficiencia y efectividad) son evaluados de manera independiente para cada instalación, de conformidad con la siguiente escala de valores:

- 0,0 – 1,0 : No satisfactorio
- 1,1 – 2,0 : Parcialmente aceptable
- 2,1 – 3,0 : Satisfactorio
- 3,1 – 4,0 : Altamente satisfactorio

Tabla 3. Criterios de evaluación de las medidas de mitigación de las centrales Samalayuca II y Monterrey III

Factor	Escala de valores			
	0,0 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 4,0
	No satisfactorio	Parcialmente aceptable	Satisfactorio	Altamente satisfactorio
Relevancia	No se consideraron las medidas de mitigación más importantes recomendadas en la literatura para experiencias similares, pudiendo haber ocasionado deterioro de la calidad ambiental	Las medidas consideradas no son referidas como relevantes en experiencias similares, sin que a juicio de los consultores tampoco sea relevante en este caso.	Se aplicaron las medidas más importantes recomendadas en la literatura, aunque no atendían todos los impactos ambientales significativos.	Se aplicaron las medidas recomendadas en la literatura y las mismas se consideran muy importantes para el mantenimiento de la calidad ambiental de la zona.

²⁰ Ver Anexo

Factor	Escala de valores			
	0,0 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 4,0
	No satisfactorio	Parcialmente aceptable	Satisfactorio	Altamente satisfactorio
Adicionalidad	El Banco no adicionó ninguna recomendación técnica útil para obtener mejores resultados en la gestión ambiental o las recomendadas no eran relevantes para la gestión ambiental del prestatario.	La adicionalidad del Banco y sus medidas propuestas durante el monitoreo resultaron pobres e insuficientes para mejorar la gestión ambiental.	Las medidas recomendadas por el Banco resultaron efectivas y decisivas.	La aportación del Banco fue determinante en la mejora de la gestión ambiental del factor ambiental afectado.
Eficiencia	No se destinan recursos ni se invierte dinero en las medidas.	Los recursos y dinero invertidos en las medidas son insuficientes.	Hay una adecuada aplicación de recursos, tiempo y dinero en las medidas.	Se destinan los recursos en tiempo y forma de manera óptima.
Sostenibilidad	Es probable que la gestión ambiental no continúe o empeore considerablemente en los próximos años.	Es probable que la gestión ambiental continúe, aunque sólo por reacción o solicitud de las autoridades.	En general es probable que continúen las acciones de gestión ambiental, aunque no están claros los mecanismos institucionales para darle continuidad.	La gestión ambiental y el cumplimiento es excelente y existen los mecanismos institucionales para asegurar su continuidad.
Efectividad	Las medidas no han sido efectivas para disminuir los efectos ambientales adversos del proyecto. Se observa una tendencia de calidad ambiental negativa, valores de indicadores peores a la línea de base, causado por el proyecto.	Las medidas han tenido resultados pobres (Tendencia de calidad ambiental negativa, valores de indicadores peores a la línea de base), no causados de forma directa por las actividades del proyecto o el proyecto empeora considerablemente la calidad ambiental de una zona ya degradada.	Las medidas aplicadas parecen aportar a la atenuación de los efectos ambientales (valores iguales a la línea de base).	Los resultados de las medidas de mitigación han sido excelentes y disminuyen los efectos adversos (Valores mejores a los de la línea de base o que se ajustan a los de referencia).

Fuente: OVE, 2008

III. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EXPOST DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A. Relevancia

- 3.1 En cuanto a las **emisiones atmosféricas**, en ambas centrales la elección de tecnología (ciclo combinado y gas natural) eliminó la generación de contaminantes tales como óxidos de azufre y partículas, además de reducir el ratio de dióxido de carbono por unidad de electricidad generada respecto a otras tecnologías de generación termoeléctrica. Las mediciones en chimenea y la instalación de casetas de medición de calidad del aire son las medidas recomendadas por la literatura como medidas de mitigación de los impactos respecto a óxidos de nitrógeno.
- 3.2 Considerando que ambas plantas se localizan en zonas desérticas con serios problemas de estrés hídrico, las medidas de mitigación sobre el **volumen de agua consumido** promovidas por Iberdrola en Monterrey (agua reciclada para el suministro de la planta) parecen más acertadas según la literatura que las promovidas por CFE en Samalayuca II (agua de un acuífero ya en sobreexplotación), aunque el bajo uso de agua que se hace en Samalayuca II respecto a este tipo de instalaciones de generación eléctrica permite prolongar la vida útil de acuífero y utilizar de manera racional el recurso.
- 3.3 También ante la ausencia de certidumbre científica sobre las consecuencias, la opción de enviar las **aguas residuales** a lagunas de infiltración, previo tratamiento, tal como se realizó en Samalayuca II parece menos indicada que enviarla al sistema de aguas residuales municipal, como finalmente optó Iberdrola. Sin embargo, sería necesario realizar estudios para asegurar que la infiltración de las aguas tiene efectos beneficiosos para el acuífero y no hay problemas de contaminación.
- 3.4 Ambas centrales apostaron por las mismas medidas para mitigar tanto el **ruido perimetral como el laboral, la prevención de incidentes y accidentes, la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, la pérdida de cobertura vegetal, y los cursos de capacitación para los trabajadores**, que son valoradas como relevantes según la literatura al respecto.
- 3.5 Pese a ser muy recomendado por la literatura, ninguno de los dos proyectos contempló desde el inicio medidas para mejorar su relación con la comunidad (Planes de Acción Social).

B. Adicionalidad

- 3.6 En cuanto a las **emisiones atmosféricas**, el BID propició que las casetas de monitoreo de calidad del aire de Monterrey III sí fueran mantenidas, ya que solicitaba con regularidad los datos respectivos. En cambio, en el caso de Samalayuca II, estas casetas quedaron sin uso a los meses de entrar en operación

la planta por falta de mantenimiento. Sin embargo, la baja calidad de los datos recabados por las casetas de medición perimetrales a Monterrey III, y la nula correlación de las concentraciones medidas con las emisiones de la planta al no contar con información meteorológica, hacen que las medidas adicionales solicitadas por el Banco no fueran útiles para mejorar los resultados de calidad ambiental de la planta. En este caso, el único beneficio potencial radica en traspasar la gestión de estas casetas de Iberdrola al SIMA (Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del gobierno del Estado de Nuevo León). Este tipo de sinergias entre autoridades ambientales y empresas generadoras de energía eléctrica podría ser fomentado por el BID vía cooperaciones técnicas para asegurar que los requerimientos ambientales a las empresas tengan una utilidad real en la toma de decisiones de la gestión ambiental de la zona.

- 3.7 La **descarga de aguas residuales** fue uno de los aspectos más analizados en el ESIR del Banco para la central de Monterrey III. Los requerimientos adicionales del Banco para autorizar la descarga al arroyo Benavides finalmente propiciaron que la empresa modificara dicho planteamiento. Si bien se eliminó un posible aprovechamiento de agua tratada para riego en una zona semidesértica y con escasas fuentes de suministro proveniente de fuentes naturales (beneficios socioeconómicos), la incertidumbre sobre las condiciones del agua que podía llegar al acuífero (por acarreo de contaminantes) parece justificar técnicamente las consultas del BID (principio de precaución). Otro aspecto importante a destacar es que debido a la dispersión de información concerniente al monitoreo ambiental realizado por el Banco, las modificaciones finales sobre el cambio en la descarga de agua residual no quedaban claras ni parece que se evaluaron las consecuencias de las medidas recomendadas por el Banco respecto a este parámetro ambiental.
- 3.8 La evaluación no encontró evidencia de valor técnico agregado por el Banco (ni en el diseño para Samalayuca II ni durante el diseño ni los monitoreos durante la ejecución en Monterrey III) para el resto de factores ambientales (**ruido perimetral y ruido laboral, prevención de incidentes y accidentes, volumen de agua utilizado, gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, restitución de áreas verdes, planes de acción social y cursos de capacitación para trabajadores**).
- 3.9 Por último, los responsables de la gestión ambiental de Monterrey comentaron en las entrevistas realizadas para esta evaluación que, pese a que la adicionalidad del Banco en el diseño fue baja, las recomendaciones del BID y sus requerimientos de monitoreo sirvieron para **mejorar sus sistemas de información y gestión ambiental**, y que incluso repercutieron en el modelo de gestión ambiental de la empresa en otras plantas de generación. Sin embargo, cabe considerar que resulta difícil atribuir el aporte del Banco respecto a los Sistemas de certificación de Gestión Ambiental como ISO-14001 e ISO-9001, también adoptados por Iberdrola.

C. Eficiencia

- 3.10 En cuanto a las **emisiones atmosféricas**, ambas centrales térmicas están por debajo de umbrales permitidos por las normas, teniendo en cuenta que el uso de tecnología previene la generación de otros impactos ambientales sobre la calidad del aire. Sin embargo, en Monterrey III la eficiencia en poner casetas y generar datos es mínima, si no se tenían datos meteorológicos y no se podían correlacionar con las emisiones en chimenea.
- 3.11 Se encontraron problemas de implementación en algunas medidas de mitigación en Samalayuca II (retraso en la consolidación de la barrera arbolada perimetral para mitigar el **ruido**, así como la reforestación para compensar la **pérdida de cobertura vegetal** y la elaboración del Programa de **Prevención de Accidentes**, no desembolso de los montos comprometidos para **la comunidad**).

D. Sostenibilidad

- 3.12 En cuanto a las **emisiones atmosféricas**, parece estar cubierto por los informes anuales de la Cédula de Operación Anual (COA) y la gestión ambiental de las propias plantas.
- 3.13 La sostenibilidad del **suministro de agua** para las plantas puede estar comprometida en ambos casos: en Monterrey III, por posibles problemas técnicos en el suministro de aguas tratadas, y la posible falta de un plan de contingencia al respecto (del que la evaluación de OVE no tuvo conocimiento durante la revisión de información y visita a la planta). En el caso de Samalayuca II, la sostenibilidad respecto a este factor ambiental puede estar comprometida debido a la situación de sobreexplotación del acuífero y la competencia por diferentes usos del agua. Por tanto, en ambos casos sería conveniente realizar programas de ahorro y contar con opciones de gestión alternativas.
- 3.14 Para el caso de Monterrey III, la gestión ambiental realizada por Iberdrola parece asegurar su continuidad para los factores ambientales **ruido perimetral, prevención de incidentes y accidentes**. Lo mismo sucede en el caso de Samalayuca II para algunos parámetros de gestión ambiental básica de la planta (como **la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos**). Sin embargo la evaluación arroja interrogantes sobre la posibilidad de que se implementen o se sostengan en el tiempo determinadas medidas de mitigación, como las relacionadas con el **ruido perimetral, ruido laboral, reforestación, planes de acción social** por la dificultad burocrática de movilizar recursos de forma más rápida por las autorizaciones anuales de recursos por parte del ejecutivo federal.

E. Efectividad

- 3.15 En cuanto a las **emisiones atmosféricas de óxidos de nitrógeno**, las simulaciones atmosféricas de NO₂ realizadas por esta evaluación²¹, así como la revisión de la

²¹ Ver Anexo

información disponible en cada planta (datos de emisión en chimenea y datos de calidad del aire en las inmediaciones de las plantas (valores de inmisión), revelan que las medidas de mitigación utilizadas han sido efectivas, ya que las plantas no han empeorado la calidad atmosférica de su zona de influencia.

- 3.16 Considerando como único potencial impacto sobre la calidad del aire de este tipo de plantas termoeléctricas a gas natural la generación de **óxidos de nitrógeno**, la evaluación realizó nuevas simulaciones ex-post utilizando los datos de los monitoreos en chimenea, y comparándolos con los datos de calidad del aire de la zona de las centrales disponibles. La conclusión fue que la entrada en operación de Monterrey III no representó un deterioro en los índices de calidad atmosférica (IMECA) para NO₂. Según la modelación atmosférica realizada por OVE, el valor máximo de afectación se sitúa a 15 Km. al sur de la Central, en una zona despoblada, y la afectación a la zona urbanizada es poco significativa. Además, la magnitud de los picos de emisión de Monterrey III representan sólo un 30% respecto al efecto acumulativo con las otras dos plantas de generación térmica situadas en el predio (Huinalá y Monterrey).
- 3.17 En el caso de Samalayuca II, pese a no contar con información de la autoridad ambiental sobre los valores de calidad del aire con el detalle del caso del Estado Nuevo León y Monterrey III, la simulación atmosférica realizada por OVE muestra que la máxima afectación ocurre en las inmediaciones de la planta, por tanto, afectando al poblado de Samalayuca. Este valor es la mitad del valor normado si se considera sólo el efecto de Samalayuca II, pero se eleva a un 90% considerando el impacto acumulativo de Samalayuca I y II. También en este caso la planta termoeléctrica bajo evaluación, Samalayuca II, representa una reducción del 30% de las tasas de emisión respecto al efecto acumulado.
- 3.18 En cuanto a las tasas de **emisión de dióxido de carbono**, Monterrey III tiene uno de los niveles más bajos de tasa de emisión de CO₂ por unidad energética producida del portafolio de termoeléctricas del Banco, siendo de 375 Kg. CO₂/MWh., mientras que Samalayuca II se sitúa entorno a los 445 Kg. CO₂ / MWh.²².
- 3.19 Los resultados de los estudios de **contaminación acústica exterior** muestran que no se sobrepasan los límites normados. En el caso de Samalayuca II, los niveles de **ruido laboral** se encuentran en el umbral de los máximos establecidos, contando con algunas áreas de trabajo donde estos se exceden y deben ser debidamente señalizados, mitigados con equipos de protección a los trabajadores, y con tiempos de permanencia en estos lugares restringidos. Lo mismo ocurre con los límites de los valores de vertido de **aguas residuales** en ambas plantas.
- 3.20 A la fecha de la visita de la evaluación, ambas plantas contaban con un Programa de **Prevención de Accidentes**. Según los datos de monitoreo, hasta la fecha

²² Tomado de *Report on Inter-American Development Bank – Private Sector Department Activities to Address Climate Change (pendiente de publicación)*. Los datos proporcionados por Iberdrola para esta evaluación son incluso menores a los reportados en este informe del Banco.

afortunadamente no se han presentado incidentes ni accidentes de gravedad en ninguna de las plantas, por lo que se considera como cumplido el requisito legal de planeación y de prevención de eventos de esta índole.

- 3.21 En ningún caso se han reportado problemas en el **suministro de agua**, aunque el uso de aguas de acuífero en Samalayuca II, pese a no generar problemas graves en la actualidad, puede perjudicar las políticas de desarrollo regional en un mediano plazo. Tampoco se han reportado problemas en ninguna de las dos plantas sobre la calidad de los efluentes de **aguas residuales** de las plantas, aunque también sería necesario en el caso de Samalayuca II que se estudiara la infiltración, aunque se cumplen niveles de contaminantes de efluentes. No problemas con residuos peligrosos y no peligrosos
- 3.22 Ninguno de los dos van más allá de intentar reducir impacto visual con plantación de árboles, no se usan plantas nativas, ni hay plan de reforestación operativo, tal como se indica en el EIA.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

- 4.1 **Una alta eficiencia térmica, una mayor generación de potencia, el uso de un combustible limpio (gas natural), un proceso menos contaminante y una gran flexibilidad de operación** convierten a las centrales de ciclo combinado en una buena alternativa a otros tipos de plantas de generación termoeléctrica, a pesar de su compleja tecnología.
- 4.2 En el análisis de los proyectos de generación térmica Samalayuca II y Monterrey III, considerando las definiciones de los criterios evaluativos y su escala de valoración, se obtienen los siguientes resultados agregados en la **evaluación de las medidas de mitigación**:

Tabla 4. Valoración de los criterios evaluativos

	Criterio evaluativo				
	Relevancia	Adicionalidad	Eficiencia	Sostenibilidad	Efectividad
Monterrey III	3.1	1.2	3.2	2.8	3.1
Valoración	Altamente satisfactoria	Parcialmente aceptable	Altamente satisfactoria	Satisfactoria	Altamente satisfactoria
Samalayuca II	2.9	1.0	2.4	2.5	2.4
Valoración	Satisfactoria	No satisfactoria	Satisfactoria	Satisfactoria	Satisfactoria

Fuente: OVE, 2008

- 4.3 En líneas generales, se puede concluir que ambas centrales termoeléctricas consideraron la mayor parte de los impactos ambientales y medidas asociadas para mitigarlos recomendadas por la literatura (**relevancia altamente satisfactoria/satisfactoria**). De esta manera, ambas cumplen con los requerimientos legales del marco regulatorio mexicano, especialmente en cuanto a la presentación de los estudios previos, como el EIA.
- 4.4 La **adicionalidad del BID** en ambos casos resultó insuficiente o pobre (**no satisfactoria/parcialmente aceptable**) para mejorar la gestión ambiental de estos proyectos. En el caso de Monterrey III, las recomendaciones del BID respecto a la gestión de aguas residuales de la planta aplicaron de forma satisfactoria el principio de precaución. Sin embargo, cabe destacar que algunos de los requerimientos del Banco no sirvieron de forma directa para mejorar el desempeño ambiental del prestatario (como en el caso de la información generada por las casetas de medición de calidad atmosférica instaladas por Iberdrola a petición del Banco). En el caso de Samalayuca II, en el que el Banco sólo acompañó a CFE mediante la validación de los estudios de viabilidad ambiental ex-ante, no se encontró ninguna adicionalidad técnica significativa.
- 4.5 La **eficiencia** de la aplicación de las medidas de mitigación ambiental es mayor como promedio para todos los factores ambientales en el caso de Monterrey III (**altamente satisfactoria**), considerándose que hubo una adecuada administración de recursos, tiempo y dinero en la implementación de las medidas que

seguramente favoreció la consecución de los objetivos de calidad ambiental de las mismas. En el caso de Samalayuca II se encontraron deficiencias en la aplicación de algunas medidas respecto a los tiempos planificados, debido principalmente a limitaciones en la capacidad de CFE de movilizar recursos para la gestión ambiental de forma ágil (**eficiencia satisfactoria**).

- 4.6 La **sostenibilidad de la gestión ambiental** es **satisfactoria** para las dos plantas, por lo que la evaluación de OVE considera que es muy probable que las acciones de gestión ambiental continúen en el tiempo, como ya ocurre en la actualidad después de la retirada de los fondos del Banco. En el caso de Samalayuca II, algunos mecanismos institucionales deberían mejorarse para asegurar el cumplimiento de las medidas y su adaptación constante según las necesidades.
- 4.7 La **efectividad de las medidas de mitigación** es superior en el caso de Monterrey III (**altamente satisfactoria**) que en Samalayuca II (**satisfactoria**). Las medidas tomadas por Iberdrola parecen haber sido efectivas ya que las tendencias de calidad ambiental para cada uno de los factores ambientales considerados son en general positivas, y no se han reportado problemas de incumplimiento. En el caso de Samalayuca II, muchos de los valores de base se mantienen, aunque faltarían estudios más detallados para puntualizar si la actividad del proyecto termoeléctrico no está empeorando una situación crítica respecto a algunos factores ambientales, como la disponibilidad de agua en la zona y el efecto acumulativo de contaminación atmosférica de las plantas de generación eléctrica de la zona.

B. Recomendaciones

- 4.8 Con el fin de añadir **valor técnico agregado**, el Banco debería participar más activamente en el diseño y supervisión de los proyectos financiados, así como en el seguimiento. Las propuestas de monitoreo de aspectos ambientales, sociales y económicos de los proyectos han de estar acompañadas de metodologías claras, con la definición de índices e indicadores clave, económicamente viables, asegurando la capacidad institucional para llevarlas a cabo, con el fin de evitar dispersión de información o recolección de datos no evaluables.
- 4.9 Es necesario contemplar los **Planes de Acción Social**, así como la participación de la población local, durante el proceso de diseño y monitoreo de los proyectos. Definir y abordar estas cuestiones en una etapa temprana y gestionarlas activamente a lo largo de todo el proyecto puede aumentar las posibilidades de éxito del mismo, así como justificar su sostenibilidad social.
- 4.10 La realización de **estudios específicos** para la resolución de problemas ambientales reducen la incertidumbre ante la elección de alternativas en la gestión de los riesgos asociados a proyectos. La participación de equipos multidisciplinarios, así como de especialistas locales, en los informes de evaluación y seguimiento, permitirían una aproximación más adecuada a los aspectos técnicos concretos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arts, J., and Morrison-Saunders, A, 2001. *Environmental impact assessment follow-up: good practice and future directions—findings from a workshop at the IAIA 2000 Conference*. Impact Assess. Proj. Apprais. 19 3, pp. 175–185.
- Banco Interamericano de Desarrollo, 2006. *Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas* (GN-2208)
- Banco Interamericano de Desarrollo, 2005. *Evaluación ex-post de proyectos, Informe anual 2004 Documento RE-308*. Oficina de Evaluación y supervisión OVE. Washington, Agosto.
- Banco Interamericano de Desarrollo, 2003. *Evaluación Ex Post de las Operaciones Documento OP-305*. Washington D.C. Octubre.
- Carter, LW., 1998. *Manual de evaluación de impacto ambiental*, 2ª edición. Ed. McGraw Hill.
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, 2006. *Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad*. Economía, Sociedad y Territorio. Vol. 6, num. 2, 2006, pp. 219-263.
- Comisión Federal de Electricidad, Gobierno de México. <http://www.cfe.gob.mx/es/>
- Conesa Fdez-Vitoria, V., 1997. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 3ra ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Espinoza, Guillermo, 2001. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago de Chile. 186 p.
- European Commission, 2001. *Guidance on EIA-EIS Review. Environmental Resources Management*. Commission of the European Communities, Brussels.
- Gómez Orea. 1999. *Evaluación del Impacto Ambiental*. Ed. Agrícola. Madrid.
- Hurley, P.J. (2007) *The Air Pollution Model (TAPM) Version 2. Technical Description*. <http://www.csiro.au/products/TAPM.html>
- Hurley, P.J., Peter Maninsa and Sunhee Lee, 2003. *Year-long, high-resolution, urban air shed modeling: verification of TAPM predictions of smog and particles in Melbourne, Australia*. Atmospheric Environment, (37):1899-1910.
- Hurley, P.J., 1997. *An evaluation of several turbulence schemes for the prediction of mean and turbulent fields in complex terrain*. Boundary-Layer Meteorology, (83):43-73.
- Lee, N. and Colley, R., 2001. *Reviewing the quality of environmental statements: review methods and findings*. Town Plan. Rev. 62 239–48

- Luhar, A.K. and P.J. Hurley, 2003. *Evaluation of TAPM, a prognostic meteorological and air pollution model, using urban and rural point-source data*. Atmospheric Environment, (37):2795-2810.
- Marshall, R., Arts, J., Morrison-Saunders, A., 1995. *Principles for EIA follow-up International principles for best practice EIA follow-up*. Impact Assessment and Project Appraisal, volume 23, number 3, September 2005, pages 175–181.
- Morrison-Saunders, A and Arts, J., 2004. *Assessing impact: Handbook of EIA and SEA Follow-up*. Ed. Earthscan 338 pp.
- Morrison-Saunders A. and Marshall, R., 2003. *EIA Follow-up - Linking Impact Assessment With Implementation*. The Environmentalist, 17, 16-19.
- OVE, 2008 (draft). *Environmental Performance Review applied to the Energy Sector*. Inter-American Development Bank. Washington DC.
- OVE, 2008 (draft). *Evaluación ex-post del impacto de las medidas de mitigación ambiental en el proyecto hidroeléctrico Porce II*. Banco Inter-Americano de Desarrollo.
- PRI, 2003. *Environmental guidelines*. Inter-American Development Bank. Washington DC.
- PRI, 2008 (draft). *Activities to Address Climate Change*. InterAmerican Development Bank. Washington DC.
- Secretaría de Energía, Gobierno de México. <http://www.energia.gob.mx/>
- World Bank, 1998. *Thermal Power: Guidelines for New Plants en Pollution Prevention and Abatement Handbook*
- Zawar-Reza, P., Simon Kingham, and Jamie Pearce (2005). *Evaluation of a year-long dispersion modelling of PM10 using the mesoscale model TAPM for Christ Church, New Zealand*. Science of the Total Environment, (349):249-259.