H.5.3 Evaluación Tipo "Tótem" - Orden Preferencial entre las Formas de Instrumentación

Se investigaron de manera cuantitativa la sustentabilidad y la capacidad para pagar del GDF / DGSU, con base en una serie de hipótesis, para tener una referencia y tomar pasos hacia el largo y complicado proceso dentro de la(s) máquina(s) administrativa(s).

a. Capacidad para Pagar: Costos Totales del Proyecto

a.1 Fuentes de Recursos

De acuerdo con los análisis numéricos mostrados en el examen contable de necesidades de fondos de la sección H.5.2, se deduce que el impacto fiscal durante los años que dure el proyecto es menor cuando este último se financia con fondos dentro del GDF, seguido por el caso del préstamo tipo Banco Mundial (BM) y por el préstamo tipo Fondo de Operación Económico al Extranjero de Japón (OECF). Las proporciones de costo de las opciones de préstamo alcanzaron 1.92 y 2.63 en promedio respectivamente, dado el costo por fondos propios en unidades (es decir, 1.0). Esto es simplemente porque las dos fuentes de préstamos externos conllevan la amortización además de los costos del proyecto, mientras que los costos globales del préstamo tipo OECF sobrepasan a los del tipo Banco Mundial por el mayor período de pagos. Los fondos requeridos en promedio durante el período del proyecto están calculados en US$ 85.9 millones, US$ 176.6 millones, y US$ 226.0 millones respeto a los fondos propios, préstamo tipo Banco Mundial y tipo OECF (ver Cuadro H-81). En consecuencia, este resultado ubica al financiamiento propio en la cima del "tótem" de preferencia, seguido por el préstamo tipo Banco Mundial y el tipo OECF en orden descendente. En resumen, las alternativas en orden descendente son la Opción 1, Opción 2, Opción 3, Opción 4 (hasta ahora similar a la opción de fondos propios), Opción 5, Opción 6, Opción 7, Opción 8 (tipo Banco Mundial), Opción 9, Opción 10, Opción 11 y Opción 12 (tipo OECF).

a.2 Marco Institucional

Entre las alternativas institucionales dentro de los recursos propios, el caso de los tres componentes incorporados (Alternativa 1) muestra ser la más favorable, seguida por la opción de los sitios de disposición final (BP Etapa IV y V) dentro de la DGSU (Alternativa 2), la planta de compostaje dentro de la DGSU (Alternativa 3) y BP Etapa V y la planta de compostaje desincorporadas (Alternativa 4), en orden descendente. Este orden de preferencia proporciona una prueba numérica de la carga financiera que acarrearía la DGSU en el prospecto de "contratación" con la(s) empresa(s) privada(s) en cuestión. Sin embargo, debe observarse que sería erróneo pensar que el análisis sobre el orden preferencial se limite a las categorías de préstamo externo, simplemente porque se prejuzga al orden con cargas más pesadas para el servicio de la deuda.

b. Sustentabilidad de la DGSU – Necesidades Anuales de Fondos dentro de la DGSU

En relación con el costo total del proyecto que se compromete antes de la instauración del mismo, un tema para el arreglo y acomodo de las alternativas por orden de preferencia son los gastos en inversión, que invariablemente ocupan una parte

substancial de los gastos públicos permisibles al GDF/DGSU cada año. Buscando las alternativas más "amistosas" para la posición financiera del Gobierno del DF y la DGSU, se investigaron los flujos contables de efectivo relacionados con cada una de las opciones mediante la división de los gastos en tres partes y en orden cronológico; es decir, inversión inicial, operación y mantenimiento incluyendo las inversiones intermitentes para reemplazo, y la amortización, con topes a gastos de efectivo de US$ 10.0 millones, US$ 13.0 millones, y US$ 7.0 millones anuales, en ese orden.

Al hacer esto, se tomaron en consideración las necesidades anual de financiamiento dentro de la DGSU, es decir, los gastos en inversión sin incluir las inversiones iniciales cubiertas por el préstamo. Dentro de este marco analítico, y combinado con los niveles de 1 a 5 asignados de acuerdo con las salidas anuales de efectivo calculadas, el orden del "tótem de preferencia" resultó ser muy similar a lo que se vio en el análisis de la Capacidad para Pagar, con excepción del préstamo tipo Banco Mundial y el tipo OECF. Agrupados en niveles preferenciales, la Opción 1 mostró su solidez en números, seguida por las opciones 4, 11 y 12 en la segunda fila, opciones 3, 9, y 10 en la tercer capa, las opciones 8, 7, y 2 en el cuarto nivel , y finalmente las opciones 5 y 6 al final. Empero, debe observarse que el resultado mostrado hasta ahora es sólo indicativo y está sujeto a cambios, dependiendo de las variables y parámetros que se adopten para la evaluación.

La Figura H-33 ilustra el tótem de orden preferencial, con cada una de las opciones en la fila por magnitud de necesidades totales de financiamiento.

Excelente

Bueno

Regular

Malo

Muy malo

Orden Preferencial

Evaluación Tipo Tótem (Necesidades Anuales de Financiamiento)

I	*Opción 1*				
II	*Opción 4*	*Opción 11*	*Opción 12*		
III	*Opción 3*	*Opción 9*	*Opción 10*		
IV	*Opción 8*	*Opción 7*	*Opción 2*		
V	*Opción 5*	*Opción 6*			

Orden Preferencial

Evaluación Tipo Tótem (Costos Totales y Necesidades Anuales de Financiamiento)

I	*Opción 1*	*Opción 4*			
II	*Opción 2*	*Opción 3*	*Opción 12*		
III	*Opción 5*	*Opción 6*	*Opción 7*	*Opción 8*	*Opción 9*
IV	*Opción 10*	*Opción 11*	*Opción 12*		

Criterios de Evaluación

Gastos Anuales

Opción	Proyecto Costo	1ºs 5 años x<=US$10mil	Operación x<=US$13mil	Amortización x<=US$7mil	Puntos consolidados
Opción 1	1	2.5	5.0	4.8	2.8
Opción 2	2	3.0	5.0	4.6	3.0
Opción 3	3	3.5	5.0	4.8	3.3
Opción 4	4	4.0	5.0	4.8	3.5
Opción 5	5	4.3	2.0	2.6	2.8
Opción 6	6	4.6	2.0	2.6	2.9
Opción 7	7	4.8	2.0	3.0	3.0
Opción 8	8	5.0	2.0	3.0	3.1
Opción 9	9	4.0	4.0	3.5	3.2
Opción 10	10	4.0	4.0	3.5	3.2
Opción 11	11	4.2	4.0	3.5	3.3
Opción 12	12	4.2	4.0	3.5	3.3

Figura H-33: Evaluación Tipo Tótem - Orden Preferencial entre las Opciones

c. Estabilidad de las Finanzas Públicas en la DGSU

Si el GDF/DGSU considera el préstamo a partir de fuentes externas, sería apropiado calcular el impacto fiscal de la amortización en la DGSU. La Proporción de Servicio de la Deuda (PSD), que se utiliza por lo general como un índice para representar la estabilidad de las finanzas públicas y con los ingresos totales y propios como denominadores, se obtuvieron resultados de 6.7% y 12.2%, siendo P. 2,609.4 millones (US$ 286.7 millones, equivalentes al tipo de cambio de P. 9.1/US$ en septiembre de 1998) de servicio de la deuda autorizados por el Congreso para 1998[8]. Si se considera el préstamo de US$ 30.0 millones en 1999, la porción de incremento del servicio de la deuda a partir del Gobierno del DF corresponde a 0.3% como máximo y 0.05% como mínimo, alcanzando un respectivo de 12.5% y 12.25% bajo la condición *Ceteris Paribus*[9], lo cual está muy por debajo de la línea crítica aceptable de 25% de la PSD.

La asignación de presupuesto a la DGSU para 1999 es en teoría P. 992.1 millones, con un incremento de 3.2% en términos nominales. Con esto en mente, la porción de amortización relacionada con el préstamo de P. 273.0 millones (US$ 30.0 millones) del presupuesto anual varía de 4% a 20% ó 25% como máximo para las categorías de fondos propios y de préstamo tipo Banco Mundial, mientras que es de 5% a 15% como máximo para un préstamo tipo OECF.

d. Implicaciones de las Políticas

Teniendo en cuenta los escalones financieros que el GDF/DGSU tendrían que subir anualmente durante los siguientes 12 años para la instrumentación del proyecto, sería recomendable que el proyecto se financiara con fondos propios, SI Y SOLO SI (i) el gobierno se comprometiera a asignar aproximadamente US$ 30 millones para inversión inicial a principios de 1999, y (ii) la DGSU pudiera llevar esa carga fiscal anual, y que los costos recurrentes representen alrededor de 10-17% del presupuesto anual total de la DGSU después del año 2004[10]. Si se presenta la ocasión que la DGSU considere la necesidad de recursos a partir de préstamos externos, se recomendaría que la DGSU solicite fondos bajo las condiciones de tipo OECF, en las que los intereses no son capitalizables al principal y los períodos para el pago son más largos. Este tipo de préstamo asegura el pago de un principal menor, y una menor amortización durante los posteriores años de pagos.

Sin embargo, debe notarse que la DGSU pudiera considerar el préstamo tipo Banco Mundial cuando no pudiera comprometerse a la amortización durante el período inicial de construcción. Aunque se calcula en este caso un nivel de obligación alto para el servicio de la deuda durante el período de pago, la carga financiera durante el período inicial de inversión es mucho menor que en los otros casos de fuentes de recursos. Esto es una especie de trueque entre los planes de amortización "constantes y parejos" y "en principio con calma, después muy inestable"[11].

---

[8] Fuente: HACIENDA, *Informes sobre la Situación Económica, las Finanzas Publicas y Deuda Pública, Acciones y Resultados del Primer Trimestre de 1998*, mayo de 1998

[9] *La PSD* se define aquí como el servicio de la deuda entre los ingresos propios del DF en 1998.

[10] En el caso de todos los subcomponentes incorporados.

[11] En favor del préstamo tipo Banco Mundial, la inflación y el posible aumento en la asignación de presupuesto a la DGSU, en conjunción con la recuperación económica el manejo estable de las políticas macroeconómicas en México podrían reducir la carga financiera en los años por venir.

En el intervalo, se dijo al equipo que la línea de crédito aprobada a la DGSU para el año de 1999 fue de alrededor P. 356 millones (equivalentes a US$ 39.1 millones conforme al tipo de cambio de P.9.1 por dólar).

Por último, y únicamente a manera de referencia para entender más claramente el orden de preferencia, los resultados de la evaluación están alineados en el tótem de acuerdo al costo del proyecto y a las salidas anuales de efectivo, con valores específicos de 0.1 y 0.9 respectivamente. La Opción 1 fue la primera de todas, seguida por la Opción 4, Opción 3, Opción 2, Opción 6, Opción 7, Opción 8, Opción 9, Opción 5 en la segunda fila, la Opción 10, Opción 11 y por último la Opción 12 en el último nivel.

H.6 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

H.6.1 Alcance del Trabajo de EIA

a. Antecedentes

Los residuos sólidos pueden representar un riesgo ambiental y para la salud. Atrae y genera organismos y fauna nociva; produce olores penetrantes; degrada la belleza de una ciudad y es un foco de contaminantes para la tierra, agua subterránea y otros activos naturales. Por ende, los proyectos para el manejo de residuos sólidos deben proteger la salud humana y el ambiente. Sin embargo, debido a la naturaleza altamente indeseable de los residuos sólidos, el manejo equivocado de los mismos produce impactos negativos inesperados en el ambiente social y natural; de ahí la necesidad de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en la etapa de diseño.

Tal y como se estableció en la Sección A.5, México cuenta con las bases legales para realizar la EIA para los proyectos con impacto ambiental potencial. La estructura principal la proporciona la LGEEPA, que es auxiliada por varios reglamentos sobre temas específicos, incluyendo la EIA. Aunque la SEMARNAP aplica estas leyes a nivel federal, existen estatutos generales en materia ambiental y normatividad sobre EIA emitidas por los gobiernos locales (nivel estatal, municipal y del DF), debido al progreso de descentralización.

De acuerdo con la LGEEPA, los proyectos para el manejo de residuos sólidos están bajo la jurisdicción de los gobiernos estatales, al igual que el procedimiento de EIA para esos proyectos[12]. Sin embargo, se consideró que la EIA para los E/F de los proyectos propuestos se apegan a los lineamientos de la modalidad general emitida por la SEMARNAP, por las siguientes razones.

- El terreno propuesto se encuentra geográficamente dentro del estado de México, pero es propiedad de la CNA y es controlada por la misma comisión. Por lo tanto, el proceso de EIA tendría que involucrar ambas organizaciones, y la MIA (Manifestación de Impacto Ambiental) tendrían que satisfacer los lineamientos de la SEMARNAP y los de la EIA para el Estado de México.

[12] El reglamento para EIA del Estado de México define a los proyectos sujetos al procedimiento de EIA del estado, el cual incluye la instalación y operación de una planta de tratamiento y un sitio de disposición final para los residuos sólidos municipales.

- No obstante lo anterior, la normatividad de EIA de los estados, incluyendo las del Estado de México, cumplen ampliamente con los lineamientos de EIA de la SEMARNAP y existen muy pocas diferencias. En otras palabras, la EIA que se realiza con los lineamientos dela SEMARNAP debe cumplir con la normatividad sobre EIA del Estado de México.
- La Federación es responsable de proteger el ambiente en el área federal.

b. Filtraje y Alcance del Trabajo

La Sección G.7 describió el proceso de filtraje, en el cual se concluyó que los estudios para EIA del proyecto de la Etapa V y de la planta de compostaje los iba a llevar a cabo el equipo de estudio. Para ambos proyectos se llevó a cabo la delimitación de alcance, cuyo resumen se muestra en el Cuadro H-83 (ver los Cuadros de la Sección G.7 de este Informe para mayores detalles).

Cuadro H-83: Resumen de la Delimitación de Alcance

Factores a Evaluar	BP V	Planta de Compostaje
Ambiente Social		
Restablecimiento		
Actividades Económicas		
Transporte		
Instalaciones Públicas		
División de la Comunidad		
Herencia Histórica/Propiedad Cultural		
Derechos de agua/derechos de acceso		
Salud pública	B	B
Residuos (a partir del proyecto)		
Accidentes/Riesgos	B	B
Ambiente Natural		
Topografía y Geología		
Erosión del Suelo		
Agua subterránea	B	B
Condiciones hidrológicas		
Zona costera		
Fauna y Flora	C	
Meteorología		
Paisaje/Estética	B	
Contaminación		
Contaminación del aire	B	B
Contaminación del agua	B	B
Contaminación del suelo	B	B
Ruido y vibración		B
Hundimiento del suelo		
Olor penetrante	B	B

En la tabla anterior, B se refiere a los factores en los cuales el proyecto puede ocasionar impactos si no se lleva a cabo correctamente la ingeniería u operación, y C representa la ausencia de información del sitio para determinar si se esperan impactos adversos. Algunos aspectos de B les falta también información básica.

Para la EIA del proyecto de Etapa V y de la planta de compostaje, el Cuadro H-83 presenta un alcance del estudio de EIA: qué factores deben evaluarse con mayor atención (factores de las celdas blancas con letra B o C) y cuáles no son necesarios (factores con celdas sombreadas). Sin embargo, debe observarse que se llevó a cabo el proceso de EIA con recursos limitados en la etapa inicial del estudio.

H.6.1.1 Escenario Ambiental Actual

Se recolectó y analizó la información sobre la situación actual ambiental del proyecto durante el segundo trabajo de estudio en México. A continuación se trata de mostrar los asuntos clave del estado ambiental actual del área, lo cual es especialmente importante para examinar posibles impactos ambientales.

I Aspectos Físicos

a. Clima

La Sección A.1.3 del Anexo describe el clima de la Ciudad de México. Al considerar los proyectos de manejo de residuos en el área del antiguo Lago de Texcoco se deben recordar los siguientes puntos.

- La precipitación anual es de aproximadamente 600 mm/año, mientras que la evaporación es de 1,800 mm/año.
- La precipitación se concentra durante la época de lluvias, es decir junio, julio, agosto y septiembre. Estos meses pueden tener más de 150 mm/mes de precipitación. Por otro lado, durante la temporada de estiaje no tienen más de 5 mm/mes.

b. Geomorfología y Geología

De acuerdo con el estudio de Moro, S.A. de C.V. (1992)[13], la geología del área del antiguo lago de Texcoco y sus áreas circunvecinas consiste de depósitos aluviales, lacustres, toba limo arenosa, brecha volcánica, lava andesítica y "suelos tobáceos y pumíticos derivados de lluvia de ceniza"; sin embargo, dentro del área del antiguo lago de Texcoco predomina el depósito lacustre, lo que refleja el historial de su formación.

Este depósito lacustre es una planicie que comprende una serie de estratos de arcilla en secuencia con cierta aparición de arena volcánica, cieno y vidrio. La profundidad total de esta formación está calculada en cerca de 180m.

c. Suelos

El equipo de JICA llevó a cabo los estudios de suelo. Aunque no se realizó estudio de suelo en la planta de compostaje mediante pláticas con la contraparte y observación visual se concluyó que el tipo de suelo es similar al de la Etapa IV, que es el sitio de relleno más cercano.

De igual manera, se entiende que el tipo de suelo del área es principalmente arcilla, la cual se extiende hasta una profundidad mínima de 50 m. Esta formación arcillosa

[13] Estudios y Proyectos Moro, S.A. de C.V., *Estudio Geológico-Geohidrológico de Detalle en la Zona de Bordo Poniente, Estado de México*, Agosto de 1992

muestra un contenido de agua bastante importante. Por lo tanto, se considera que el estrato es suave y compresible.

d. Hidrología

d.1 Ríos y Canales

Aunque se les conoce como ríos, es mas apropiado llamarlos canales. Su función es la de un alcantarillado abierto que recibe las aguas residuales de las áreas domésticas del DF y de algunos municipios del Estado de México, además de recolectar agua de precipitación. Por esta razón, se observa que dichos ríos y canales representan una molestia para los residentes, quienes están expuestos a los olores desagradables.

Varios canales fluyen hacia el área del antiguo lago de Texcoco. Del noreste, el río San Juan Teotihuacán, Papalotla, Xalapango y Coxcacoaco; del este , el río Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec; y del sur, el río San Francisco, Churubusco y el río de la Compañía. En términos del volumen de flujo, Río Churubusco y el río de la Compañía son los que más aportan al área, con un flujo de 10.0 y 4.2 m^3/seg. en promedio[14], mientras que el volumen total de flujo de los otros ríos es de únicamente 0.4 m^3/seg. y que puede alcanzar casi cero durante la época de estiaje.

El agua que fluye de estos ríos se dirige parcialmente a varios cuerpos de agua artificiales, principalmente el lago Churubusco, el lago de Regulación, lago Xolapango y lago Nabor Carrillo e instalaciones para tratamiento de agua. El resto del agua y un poco de estos depósitos fluyen a través de la red del canal y sobre la periferia del área del antiguo lago de Texcoco. En la red del canal, el *Brazo Izquierdo Río Churubusco* y el *Dren Texcoco Norte* deben ser tomados en cuenta, ya que el primero fluye hacia el límite norte del sitio para la planta de compostaje y el segundo hacia el límite de la Etapa V.

En general, el agua en el área encuentra salida hacia el *Canal de Desagüe* o *Canal de las Sales*, ambos fluyendo de sur a norte sobre el bordo oeste del área del antiguo lago de Texcoco. Éstos forman el *Gran Canal* en el norte del *Caracol*, y el Gran Canal corre hacia el lago de Zumpango y más hacia el norte.

d.2 Cuerpos de Agua

Tal y como se mencionó anteriormente, existen cuatro cuerpos de agua principales en el área: lago Churubusco, Laguna de Regulación Horaria, lago Xolapango y lago Nabor Carrillo. Todos estos son el resultado del proyecto de Texcoco a inicios de la década de los 80s para controlar la hidrología superficial del área. La capacidad total de estos es de aproximadamente 50 millones de m^3, de los cuales el lago Nabor Carrillo tiene una capacidad de 36 millones de m^3.

Además de sus propósitos hidrológicos, son también importantes como receptores de aves migratorias durante el invierno.

[14] Datos del Proyecto de Texcoco

d.3 Subsuelo[15]

El estrato arcilloso superficial es particularmente interesante en el área del antiguo lago de Texcoco. Una vez que se sale del área, dicho estrato se adelgaza y finalmente desaparece. Dentro del área, el estrato tiene una profundidad de más de 50m, de acuerdo con la investigación de campo del equipo de JICA, y de 40 a 90m de acuerdo con Moro (1992). Considerado un acuitardo, este estrato está saturado, y el manto de agua freática se encuentra de 1.2m a 0.03m de profundidad de la superficie. Ésta puede ser más superficial en la temporada de lluvias.

El agua (que se le conoce como "agua freática superficial") en esta formación geológica arcillosa conocida como acuitardo es tan salada que se llevaba a cabo una intensa actividad para producción de sal en esa área. La alcalinidad también es alta. Rudolph, *et al.* (1989)[16] reportaron una cifra de 80,500 ppm y Moro, S.A. de C.V. (1992) 90,000 ppm. Debido al alto contenido de sal de esta agua freática, no se utiliza para consumo humano.

Debajo de este estrato existe otro acuífero que se extiende no únicamente al área del antiguo lago de Texcoco sino también a una buena parte del valle de México. Está constituido principalmente por material arenoso con un poco de cieno o capas horizontales de arcilla. El acuífero, principalmente en la parte sur, es el que se ha explotado durante años principalmente para uso público e industrial en la Ciudad de México, aunque ahora hay restricciones para extraer agua freática, debido al hundimiento del suelo causado por la sobreexplotación.

La profundidad de la superficie a este acuífero es de cerca de 80m, y el grosor es de aproximadamente de 100 a 400m.

II. Aspectos Biológicos

a. Flora y Fauna

a.1 Flora

La vegetación del área del antiguo lago de Texcoco es escasa debido al suelo salino. La mayor parte de ésta está cubierta por el pasto *Distichlis spicata*, el cual es resistente a la salinidad. El terreno con menos salinidad tiene otras especies, pero en general no hay mucha variedad. Casi no hay árboles o arbustos.

a.2 Fauna

Por el contrario, el área proporciona un hábitat a diversas especies animales. Entre éstas, hay una gran variedad de aves.

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 establece una lista de especies que están categorizadas como raras (R), amenazadas (Am), en peligro de extinción (Ex), o que deben ser protegidas especialmente (Pr). De las especies encontradas durante la investigación de campo, se encontraron las siguientes especies.

En el sitio de relleno Etapa V:

---

[15] Datos obtenidos de la investigación de campo del equipo de JICA , Moro (1992) y ABC (1993)

[16] Rudolph, Herrera, Yates (1989), *Groundwater flow and solute transport in the industrial well fields of the Texcoco saline aquifer system near Mexico City,* Geofísica Internacional, vol.28-2 (adaptado de ABC (1993))

Reptiles: *Guerrhonotus liocephalus* (R), *Salvadora bairdii* (R), *Thamnophis eques* (Am), *Thamnophis scaliger* (Am), *Pituophis deppei* (Am)

Aves: *Buteo jamaicensis* (Pr)

En la planta de compostaje y sus alrededores:

Aves: *Anas acuta* (Pr), *Anas discors* (Pr), and *Buteo jamaicencis* (Pr) (todas éstas se observaron directamente)

Reptiles: *Thamnophis Scaliger* (Am), *Pituophis deppei* (Am) and *Guerrhonotus liocephalus* (R) (sólo se encontraron en la bibliografía)

Mamíferos: *Peromiscus maniculatus* (Am) (sólo se encontró en la bibliografía).

b. Ecosistema y Paisaje

El historial de la formación de la tierra en el área del antiguo lago de Texcoco indica que dicho terreno se encontraba bajo el lago y experimentó un cambio drástico para convertirse en lo que es ahora. Como resultado, el ecosistema del área se distorsionó bastante.

Tal y como se dijo anteriormente, una de sus características más sobresalientes es el contenido de sal excepcionalmente alto del agua freática. El suelo salino no permite el desarrollo de vegetación en esta área, además de ser una fuente de tolvaneras, las cuales afectan en cierto grado la calidad del aire en el DF. De igual manera, la CNA lleva a cabo el cuidado del área y hace esfuerzos para restablecer la ecología de la misma.

Otra característica del área es que existen varias obras hidráulicas. Como se mencionó anteriormente, una serie de canales fluyen hacia el área, y el agua se almacena parcialmente en las reservas y posteriormente se dirige hacia el norte. El control del movimiento del agua lo lleva a cabo exclusivamente la CNA. Los mayores intereses ambientales son que la mayor parte del agua es de hecho agua residual que se descarga desde la metrópolis, además de que esta agua, principalmente la del lago Nabor Carrillo, atrae aves migratorias desde América del Norte durante el invierno.

Bajo estas condiciones, se puede concluir lo siguiente.

- La ecología del área se ha visto deteriorada por la manipulación humana durante siglos.
- El ambiente extremadamente salado ha excluido la mayor parte de la vida silvestre, aunque debido a esta peculiaridad, posee también especies raras (ver sección anterior).
- Debido a la presencia de canales de aguas residuales, el ambiente acuático puede estar ocasionando un riesgo a la salud, pero por otro lado, también funciona como refugio ecológico para las aves.

Respecto al turismo, no es un área para esta actividad. Esta área es controlada por la CNA y el público en general no tiene acceso. De hecho no existen vestigios históricos o arqueológicos cerca del área.

El área es bastante plana y árida, por lo que no proporciona un paisaje estético.

III. Aspectos Socioeconómicos

El área del antiguo lago de Texcoco se encuentra dentro del área metropolitana del Valle de México y colinda con varios municipios del Estado de México, principalmente Nezahualcóyotl, Texcoco, Atenco, Ecatepec y Chimalhuacán. Estos municipios experimentaron un rápido crecimiento en su población, debido a la cercanía con el DF, en donde se concentran a escala masiva actividades productivas.

Tal y como lo muestra el Cuadro H-84 casi todos los hogares cuentan con electricidad. Con excepción de Chimalhuacán, la tasa de disponibilidad de alcantarillado público de los otros cuatro municipios es mayor que el promedio del Estado de México. Ecatepec, Nezahualcóyotl y Texcoco tienen una mayor tasa de agua en tuberías en los hogares.

Cuadro H-84: Tasa de Disponibilidad de Servicios Públicos (1995)

(unidad: % hogares)

	Alcantarillado público	Agua en tubería en hogares	Electricidad
Estado de México	84.9	49.1	97.6
Atenco	86.3	37.0	99.1
Chimalhuacán	82.8	11.5	98.7
Ecatepec	93.5	57.6	99.4
Nezahualcóyotl	99.2	57.6	99.7
Texcoco	88.3	59.7	98.9

Fuente: INEGI

H.6.2 EIA para la Planta de Compostaje

H.6.2.1 Descripción del Proyecto de la Planta de Compostaje

El Cuadro H-85 muestra el bosquejo resumido del proyecto de la planta de compostaje.

Cuadro H-85: Descripción del Proyecto de la Planta de Compostaje

Aspectos	Descripción
Características Básicas	
Ubicación del Proyecto	Zona federal del antiguo lago de Texcoco, dentro de los municipios de Texcoco y Nezahualcóyotl
Área del terreno	Cerca de 36 ha ocupadas por la planta
Actividad	Tratamiento de residuos orgánicos por medio de descomposición aeróbica controlada, para producir un abono orgánico que se utiliza como acondicionador del suelo y/tierra de cubierta para relleno de residuos.
Tipo de residuos aceptados	Residuos orgánicos separados en el subsistema. La composición calculada es orgánica (seca) 13.6-23.6% y agua 68.0-78.0%.
Estructura de la planta	
Acceso	Entrada por Anillo Periférico.
Camino interno	Un camino externo y uno central
Procedimiento de Construcción	
Etapa de Construcción	2001 750 ton/día de capacidad sección de fermentación 240 ton/día de capacidad sección de maduración 300 ton/día de capacidad sección de separación 2002 250 ton/día de capacidad sección de fermentación 80 ton/día de capacidad sección de maduración 2003 250 ton/día de capacidad sección de fermentación 80 ton/día de capacidad sección de maduración
Preparación del terreno de 1999 al 2000	Cascajo compactado a una altura de 2m, grava con un grosor de 0.5m, después tierra arenosa con grosor de 0.5m.
Operación	
Etapas de Operación	Operación inicia en el 2002 con una capacidad de 750 ton/día para la sección de fermentación, 240 ton/día para la sección de maduración y 300 ton/día para la sección de separación. La capacidad de operación aumentará a 1,000 ton/día en el 2002 y 1,250 ton/día a partir del 2003 y en adelante.
Secuencia de operación	Los residuos son triturados en un molino de cuchillas y se forman pilas, pasando por una descomposición aeróbica durante 28días. La composta fresca se transfiere a la maduración, para ser descompuesta por los hongos. Después de 120 días, se eliminan las impurezas de la composta madura y se embarca el producto. Los residuos rechazados son dispuestos en la Etapa IV o V.
Residuos rechazados	96 ton/día a ser dispuestos (asumiendo un ingreso de 1,250 ton/día).
Cantidad de producto	167.9 ton/día (asumiendo un ingreso de 1,250 ton/día).
Cantidad de subproductos	1.7 ton/día de metal recuperado (asumiendo un ingreso de 1,250 ton/día).

H.6.2.2 Análisis de los Impactos Ambientales

A través del proceso de EIA que se mostró anteriormente, se concluyó que el impacto ambiental pude identificarse con los siguientes aspectos.

- Salud Pública
- Accidentes/Riesgos
- Agua freática
- Contaminación del aire
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo

- Ruido
- Olor

Al examinar la situación actual del sitio y el proceso de construcción y operación, se revisó la EIA y se concluyó que los otros factores ambientales, es decir, aquellos que tienen la letra D en el EIA no se verán afectados por el proyecto. Las razones de esto se muestran en un cuadro en la sección G.7 de este informe. La excepción es con respecto a la fauna, ya que existen especies con valor ecológico; por lo tanto, este aspecto se incluye en el análisis.

a. Salud Pública

Se puede ver afectada de manera adversa la salud pública por el proyecto de la planta de compostaje, debido a las siguientes razones.

1. El agua que escurra de los vehículos con residuos, que entregan estos últimos desde su lugar de origen a la planta, debido al manejo incorrecto de la entrega de los residuos.
2. Olor penetrante emitido por los residuos en descomposición.
3. Proliferación de vectores atraídos por los residuos alimenticios.
4. Ruido molesto por el uso de la maquinaria.
5. Polvo causado por el proceso de volteo y la maquinaria.

A continuación se examinan los aspectos 1 y 3, mientras que los otros aparecerán en secciones posteriores.

a.1 Manejo Incorrecto de la Entrega de Residuos

La entrega descuidada de los residuos puede ocasionar que éstos se esparzan a lo largo de las vías de transporte y alrededor de la planta de compostaje, lo que resulta en la degradación de la imagen urbana y de la salud pública.

Por otro lado, la DGSU utiliza lonas para cubrir los residuos en los vehículos y evitar que se caigan estos residuos. Se observa que las lonas sirven para superar este problema.

Ya que se continúa con esta práctica, no se esparcirán los residuos como para degradar la limpieza de la ciudad o la salud pública. **La supervisión constante asegura que la lona no se rompa o tenga hoyos a través de los cuales puedan salir los residuos.**

a.2 Proliferación de Vectores

Los residuos orgánicos favorecen la proliferación vectores (como moscas, mosquitos, ratas, etc. que transmiten agentes patógenos) y que pueden aumentar potencialmente la incidencia de enfermedades en la población aledaña y en los trabajadores de la planta.

Se pretende que los residuos primero pasen por una descomposición aeróbica en la planta de compostaje propuesta. En este proceso, la materia orgánica fácilmente biodegradable, que es la que atrae a los vectores se descompone rápidamente. Así ya no están disponibles para esta fauna nociva.

La descomposición aeróbica elevará también la temperatura de los residuos a alrededor de 55 grados centígrados. Ya que la mayor parte de los patógenos son susceptibles al calor, se estima que el número de éstos disminuirá de manera importante a medida que avance la descomposición aeróbica, y los vectores no se acercarán a este material caliente.

Por lo tanto, la **descomposición aeróbica, si se controla eficientemente,** reducirá la población vectores y limitará la difusión de enfermedades. Incluso, los habitantes viven lo suficientemente lejos de la planta, por lo que no se verán afectados por este tipo de fauna. Sin embargo, los nuevos residuos que se entreguen atraerán a estos agentes y vectores, y habrá una cierta cantidad de estos nuevos residuos a cualquier hora en la planta. Por lo tanto, **se debe instruir a los trabajadores de la planta cercanos a la materia prima para que utilicen la ropa y equipo apropiado** para que no estén expuestos a estos vectores de enfermedades.

b. Accidentes/Riesgos

El metano es explosivo cuando alcanza 5% en volumen en el aire. Sin embargo, el metano relacionado con el manejo de residuos se origina de la descomposición metanogénica que se lleva a cabo en un proceso anaeróbico. En las pilas con descomposición aeróbica, es improbable que se produzca metano. Si se produjera, se dispersaría rápidamente en el aire. Durante la maduración puede llevarse a cabo la descomposición anaeróbica en la sección profunda, pero este proceso es demasiado lento. Por lo tanto, la generación de gas no será importante.

El bióxido de carbono se forma como resultado de la descomposición aeróbica de la materia orgánica y la planta sí lo producirá. El ser humano se puede asfixiar si se expone a altas concentraciones de CO_2 durante algunas horas. En la planta de compostaje, empero, el bióxido de carbono se produce en las pilas en espacio abierto y se esparce inmediatamente.

Por lo tanto, es poco probable que ocurran dichos accidentes o riesgos.

c. Agua Freática

La contaminación del agua freática puede ocurrir bajo la situación de que se filtre el lixiviado al suelo y alcance un acuífero.

Sin embargo, la intrusión de este lixiviado es probable únicamente si hay suficiente lixiviado para rellenar los espacios de los poros en el subsuelo por encima del acuífero. En otras palabras, lo que cuenta es la cantidad de lixiviados. Aunque es muy difícil mostrar en números la cantidad de lixiviados que se va a producir, la planta de compostaje propuesta no generará muchos lixiviados por las siguientes razones[17].

- Los datos meteorológicos muestran que la precipitación es de cerca de 600 mm/año y una evaporación de aproximadamente 1,800 mm/año en promedio cerca del área del antiguo lago de Texcoco. Este último valor es mucho mayor que el anterior. A diferencia de un relleno de residuos, el cual utiliza tierra para cubierta, los residuos en las pilas están expuestos directamente al aire, por lo que los residuos siempre tienden a estar secos.

[17] En teoría se sabe que la planta de compostaje de pilas produce pocos lixiviados y opera comúnmente sin la necesidad de impermeabilización.

- **El contenido de humedad está monitoreado estrictamente y controlado para mantener las condiciones más favorables para la descomposición, ya sea rociando agua o alentando la evaporación por medio de una máquina de volteo.** Vale la pena destacar que el volteo demuestra ser una solución efectiva contra el anegamiento de la planta de compostaje existente de la DGSU durante la época de lluvias de 1998, en la cual hubo una cantidad inusual de lluvia.

Sin embargo, si se toma en cuenta la poca profundidad de la capa saturada del sitio, una vez que una cantidad - aunque sea muy pequeña - de lixiviados se filtre al suelo, ésta alcanzará el agua freática. A pesar de que no se puede ignorar el impacto ambiental ocasionado por este lixiviado, debe recordarse que esta agua no es útil.

En términos generales, los aspectos preocupantes de este lixiviado son los siguientes: (i) su alta concentración de materia orgánica (o alta DBO o DQO), (ii) su agresividad (es decir su bajo pH), y (iii) los contaminantes acarreados por el lixiviado.

Los contaminantes son aquellos que se encuentran generalmente en la materia inorgánica y que se disuelven en el lixiviado ácido. La acidez es principalmente el resultado de la disolución del bióxido de carbono y los ácidos orgánicos: el primero es producido por la descomposición aeróbica y la fermentación anaeróbica, mientras que los segundos son producidos por la fermentación anaeróbica.

En el caso de la planta de compostaje propuesta, se debe señalar lo siguiente.

- La planta utiliza residuos **separados como "residuo orgánico" por parte de los generadores de los mismos.** El contenido orgánico es de 90%, mientras que es de 38% en los residuos municipales normales en el DF. Por lo tanto, **hay nula o escasa fuente de contaminantes nocivos en los residuos**. Los contaminantes de los lixiviados en la planta de compostaje son principalmente de origen alimenticio y deben ser materias orgánicas altamente biodegradables y nitrógeno (ya sea amoniaco, nitrato o nitrito).
- El lixiviado tendrá un pH bajo. Ya que el agua freática tiene una alta alcalinidad, es decir, tiene una gran capacidad para actuar como un amortiguador en contra del ingreso de los iones de hidrógeno, el lixiviado ácido no reducirá el pH del agua freática.
- Está sujeto a discusión la existencia de biomasa que descomponga la materia orgánica en el agua freática en el área del antiguo lago de Texcoco, debido a su inusual salinidad. Sin embargo, no se puede considerar que esté totalmente ausente la actividad biológica, y los residuos degradables pueden descomponerse a una velocidad limitada.
- Ya que la permeabilidad del subsuelo arcilloso es tan baja, con un orden de 10^{-5}cm/seg.[18]e incluso menor, si existen contaminantes y agua freática, éstos se moverán muy lentamente.
- El agua freática en el acuífero superficial no es para uso humano, debido a su alta salinidad. Por lo tanto, la contaminación con orgánicos y nitrógeno, si existen, no representan alguna implicación seria. El agua freática en el acuífero profundo está muy por debajo de la superficie, por lo que un flujo lento de

[18] Datos de la investigación de campo en las Etapas I a V, realizada por el equipo de JICA y presentada en el Informe Intermedio.

lixiviados dentro del acuífero superficial no debe afectarlo, ambientalmente hablando.

En resumen, se considera que el flujo de lixiviados hacia el suelo será muy pequeño, no contendrá sustancias tóxicas sino altas concentraciones de materia orgánica; fluirá muy lentamente al agua freática que no la utiliza el ser humano y es poco probable que el agua freática en el acuífero más profundo se contamine.

d. Flora y Fauna

La investigación de campo reveló que la flora del área no es particularmente interesante, mientras que su fauna incluye especies importantes que se les tiene que prestar atención. Se anticipa un impacto ambiental sobre esas especies.

Por lo tanto, estas especies con valor ecológico importante deben trasladarse fuera del sitio, para así evitar una disminución en su población.

e. Contaminación del Aire

Se anticipa que el aire se contaminará por el tráfico de los vehículos con residuos, el polvo de las pilas cuando se utilicen el molino de cuchillas y la máquina de volteo, y la generación de biogas. Este último se trató en la Sección b. La contaminación por los dos primeros aspectos probablemente aumente la incidencia de enfermedades respiratorias e irritación de los ojos.

Respecto al tráfico de los vehículos con residuos, el proyecto propuesto no altera significativamente el tráfico actual, por lo que el aumento en la emisión de contaminantes será mínimo. Actualmente se sabe que el tráfico es la causa principal de contaminación del aire en el DF, pero la contribución por el tráfico de los vehículos con residuos es insignificante.

Respecto al polvo de las pilas, el problema es únicamente local y los posibles afectados serían únicamente los trabajadores de la planta. **Para reducir el efecto del polvo, los trabajadores deberán utilizar ropas y equipo apropiado (mascarillas y protectores para los ojos) y los administradores del sitio supervisan las adecuadas condiciones de seguridad laboral.**

f. Contaminación del Agua

Pudiera existir contaminación del manto freático y del agua superficial, tema que ya se trató con respecto al primero.

El agua superficial adyacente es el Brazo Izquierdo de Río Churubusco. El efecto sobre el mismo por los lixiviados debe calcularse en términos de calidad y cantidad, tal y como se mostró en la sección de agua freática.

La migración de lixiviados al canal se podría dar a través del manto freático superficial o por escurrimiento. Respecto a la primera ruta, la contaminación del agua freática con lixiviado no será tan importante como se trató anteriormente, por lo tanto, el agua freatica no contaminara el río.

Por otro lado, puede haber escurrimientos superficiales que pudieran contener materia orgánica y posiblemente tierra y partículas de composta pueden fluir hacia el Río Churubusco cuando llueva copiosamente. Sin embargo, el problema será insignificante debido a que esto ocurrirá de vez en cuando dicho escurrimiento

sobrepase la capacidad de absorción de la plataforma. Incluso, dicho escurrimiento es interceptado en el **terraplén** a lo largo del río y finalmente se evapora.

g. Contaminación del Suelo

La contaminación del suelo es una preocupación debido a que puede ocasionar contaminación del agua freática, degradación del ecosistema dentro del suelo y restricción para el uso futuro del suelo.

El primer aspecto ya se trató en la sección de manto freático.

Existen tres aspectos que deben considerarse. Uno es que la **infiltración de lixiviado ocurre únicamente cuando no se controla de manera efectiva el contenido de humedad.** Otro aspecto es el efecto por el material tóxico. El lixiviado producido en la planta de compostaje propuesta no debe contener sustancias tóxicas que puedan impactar el ecosistema, ya que **los residuos manejados en la planta posiblemente tengan una cantidad mínima de elementos tóxicos.** Otro punto es el efecto por la materia orgánica. El lixiviado que contiene altas concentraciones de materia orgánica puede alterar el ambiente para los microorganismos en el subsuelo y modificar el ecosistema. Si se produce dicha modificación, no debe ser negativa.

Respecto a la restricción para el uso futuro del suelo, hay dos temas claves que deben tomarse en cuenta. En primer lugar, el uso de suelo en el sitio para el proyecto ya está restringido por el alto contenido de sal. En segundo lugar, el suelo se contaminará no por sustancias peligrosas, sino por los materiales orgánicos, que se descompondrán lentamente pero de manera acumulada en el suelo durante muchos años y gradualmente.

En términos generales, el suelo con exceso de materia orgánica no tiene oxígeno suficiente, por lo que puede producir gases como el metano y el ácido sulfhídrico. Por lo tanto, la excavación antes de la construcción puede ser riesgosa. Pero éste es el caso únicamente cuando exista actividad biológica común. Sin embargo, en el caso actual del sitio para la planta de compostaje, **el flujo de lixiviados tiene un volumen limitado, y la materia orgánica se degradará únicamente de manera lenta.** Por lo tanto, la contaminación del suelo con lixiviados no debe restringir las opciones para uso de suelo. Aún si las limita, el grado de restricción debe ser muy pequeño debido a la salinidad.

h. Ruido

La planta utilizará un molino de cuchillas para triturar los residuos y una máquina de volteo para voltear los residuos de las pilas y proveerles oxígeno. Este equipo puede ser una fuente de ruido que afecte la vida diaria de los habitantes adyacentes, y/o tener efectos adversos en la salud de los trabajadores de la planta.

La normatividad en México respecto al ruido estipula lo siguiente.

- El ruido en el ambiente no debe rebasar 68dB, cuidando no molestar a los habitantes locales y a la fauna (NOM-081-ECOL-1994).
- El ruido en las áreas de trabajo, para proteger la salud de los trabajadores, está definida por la NOM-011-STPS-1994, que establece el tiempo máximo

permisible de exposición al ruido, expresada en el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE)[19] que se expresa a continuación.

Cuadro H-86: Tiempo Máximo Permisible de Exposición al NCSE

Tiempo (Horas)	NSCE (dB)
8	90
4	93
2	96
1	99
0.5	102
0.25	105

Tanto el molino como la máquina de volteo producen un ruido de 85dB a 1m de distancia a una altura de 1.5m, de acuerdo con la especificación técnica. El nivel de ruido de fondo está calculado en 50 dB.

Se proporciona la siguiente ecuación.

$$Lp = Lw - 20 \log r - 8 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (i)$$

en donde Lw = nivel de ruido en la fuente

r = Distancia entre la fuente del ruido y el punto receptor (m)

Lp = nivel de ruido en el punto receptor a r metros lejos de la fuente

En caso de que existan varias fuentes de ruido, se utilizará la siguiente fórmula.

$$P = 10 \log_{10} \Sigma 10^{Pi/10} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (ii)$$

donde P = Nivel de ruido resultante (dB) a partir de varias fuentes de ruido

Pi = nivel de ruido a partir de la fuente de ruido i

Si el molino de cuchillas y la máquina de volteo trabajan muy cerca, el nivel de ruido de las dos máquinas será de 88.01 dB si se utiliza la ecuación (ii). Ya que el **área de amortiguamiento tiene un ancho de 100m**, el nivel de ruido en la periferia de la planta será de 50 dB utilizando la ecuación (i). Si se combina esto último y el ruido de fondo, el nivel de ruido resultante es de 53 dB[20]. Está muy por debajo del límite permisible de 68dB.

Respecto al segundo estándar, el nivel de ruido de la maquinaria, es decir 85dB, y combinado con el nivel del ruido de fondo, puede asumirse como el NSCE para los operadores de las máquinas que trabajan cerca de la máquina de volteo o el molino de cuchillas durante ocho horas. El ruido sintético se mantiene en 85 dB[21] y la exposición a este nivel de 85dB por ocho horas está dentro del límite permisible fijado por la norma, por lo que no se anticipa ningún riesgo para la salud. Aún si se juntaran más el molino y la máquina de volteo, el nivel combinado de ruido será de 88dB, lo cual no debe representar problema.

[19] La NOM-011-STPS-1994 proporciona una guía para obtener el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) en caso de que los trabajadores estén expuestos a ruidos con distinta intensidad por períodos diferentes en su jornada laboral.

[20] Si se tienen dos niveles de ruido, A(dB) y B(dB) (A ≥ B), y dada la disparidad A-B, se conoce el valor empírico de d= C-A, donde C(dB) es el nivel de ruido compuesto de A y B. En este caso, A-B= 0(dB) y d= 3(dB).

[21] De acuerdo con lo anterior, A-B= 35(dB) y d= o(dB).

Sin embargo, algunos trabajadores de la planta pueden ser vulnerables al ruido menos fuerte que el nivel permisible. **Se recomienda que el personal expuesto utilice ropa y equipo apropiado y asista a consultas médicas regulares.**

i. Emisión de Olores Ofensivos

Casi es insalvable el olor penetrante en el manejo de residuos sólidos. Tal vez sea un asunto de menor importancia para la mayoría de los habitantes de la zona, pero puede ser extremadamente serio para un sector limitado de la población.

Los culpables del olor penetrante emitido por los residuos son los gases como el amoniaco (NH_4), ácido sulfhídrico (H_2S) y metilo mercaptano (CH_3SH), que son generados principalmente como los productos finales de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica rápidamente degradable.

Por otro lado, se planea que la planta opere con un sistema de pilas por descomposición aeróbica. Los residuos se mezclarán con el aire por medio de un volteo periódico para mantener el oxígeno en los residuos. Por lo tanto, **el manejo adecuado de la descomposición aeróbica reduce la producción de gases malolientes.**

Sin embargo, no se puede eliminar totalmente la descomposición anaeróbica, particularmente durante la primera semana del proceso. Esto se debe a que los residuos con una antigüedad menor a una semana son bioquímicamente activos, debido a la alta proporción de materia degradable, y a que el oxígeno se consume rápidamente dentro de los residuos. Por lo tanto, el olor será el problema a resolver en la etapa de descarga y en el primer volteo de la materia prima.

En la sección de maduración, aunque no se proporciona deliberadamente oxígeno, se puede esperar una difusión natural de este mismo en la composta fresca debido a que ésta es porosa. Incluso los compuestos orgánicos contenidos en la composta fresca son los que no se pueden degradar tan fácilmente, como la celulosa y la lignina, por lo que tienen que pasar un proceso de descomposición muy lento. Por lo que la producción de gas no es importante.

Puede existir la preocupación de los gases malolientes que surgen cuando se voltea la composta después de la etapa de maduración, debido a la posibilidad de la escasez de oxígeno que no alcanzó la porción profunda de la composta madura. Sin embargo, debido a que el contenido de humedad se elimina antes de que termine la maduración, también finaliza la actividad anaerobica. Por lo tanto, se contempla suficiente tiempo para que se disperse el olor en el aire, probablemente este no se quede dentro de la composta al final de la maduración.

En conclusión, el olor producido en la etapa temprana del fermentación es lo más destacado. Ya que el diseño de la planta muestra un área de maduración para la porción que esté más cerca al área habitacional, el olor afectará a los residentes adyacentes de manera eventual y muy ligera. **Se debe instruir a los trabajadores de la planta para que utilicen ropa y equipo apropiado (mascarillas).**

H.6.2.3 Conclusión

La sección anterior describió las posibles causas y efectos sobre el ambiente, ocasionados por la planta de compostaje y la magnitud de los problemas. La Figura H-34 es un diagrama que muestra la discusión de manera esquemática.

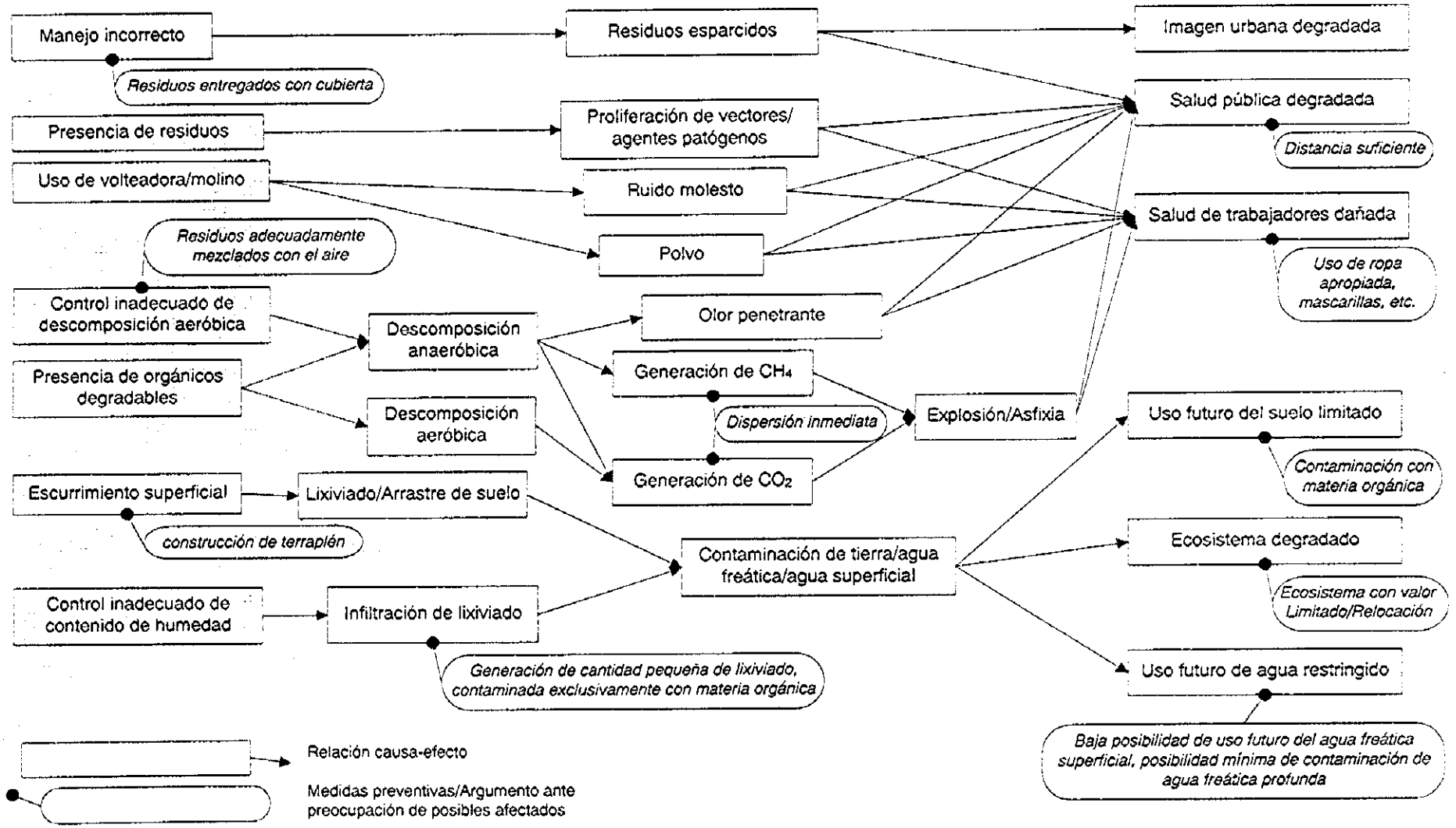


Figura H-34: Relación de Causa-Efecto (Proyecto para Planta de Compostaje)

En conclusión, no se anticipa algún cambio ambiental adverso mayor. Sin embargo, esto se basa en las diversas condiciones previas que están marcadas en negritas. Si no se cumple alguna de estas condiciones se puede ocasionar serios impactos ambientales. Se debe asegurar el cumplimiento de dichas condiciones previas y las recomendaciones a través de una operación controlada. Éstas se muestran en el Cuadro H-87.

Cuadro H-87: Condiciones Previas para Evitar Impactos Ambientales

Condiciones previas	Consecuencia de incumplimiento	Método de Control
A. Durante el transporte de residuos, éstos se cubren con una lona sobre el vehículo.	Los residuos pueden caer y se degradará la imagen urbana y la salud pública.	Revisión periódica de las lonas. Enseñar a todos los trabajadores a instalar las lonas.
B. Se controla eficientemente la descomposición aeróbica.	Se generará metano explosivo y gases con olor penetrante, lo cual pondrá en peligro a los habitantes adyacentes y a los trabajadores de la planta.	Se monitorea la descomposición aeróbica, midiendo el contenido de humedad y temperatura dentro de las pilas.
C. Se controla el contenido de agua.	El lixiviado se infiltra al subsuelo y alcanza el agua freática superior cuando llueve copiosamente.	Medición regular del contenido de agua. Tal vez sea necesario un volteo mas frecuente durante la época de lluvias.
D. Se selecciona correctamente el residuo orgánico desde su fuente en el sub - sistema.	El lixiviado puede contener sustancias tóxicas que no deben infiltrase hacia el subsuelo.	Educación a los generadores de residuos. Control periódico de la calidad de la composta.
E. Se construye terraplenes.	El escurrimiento superficial de agua puede acarrear lixiviados, tierra y partículas de composta al agua superficial.	Se debe diseñar cuidadosamente la planta. Buen mantenimiento a terraplenes.
F. Los trabajadores de la planta cuentan con la ropa y protección adecuados.	Los gases, enfermedades generadas por los residuos, el ruido y el polvo degradarán la salud de los trabajadores.	Preparación de un código de operación de la planta. Verificar constantemente la salud de los trabajadores.

Nota: El problema D. se presentará únicamente cuando exista el problema C.

H.6.3 EIA para el Proyecto de la Etapa V

H.6.3.1 Descripción del Proyecto de la Etapa V

El Cuadro H-88 resume la descripción del proyecto para el nuevo relleno Etapa V. Las descripciones detalladas se encuentran en la Sección H.2.2.2 de este Informe.

Cuadro H-88: Descripción del Proyecto del Sitio de Disposición Final en la Etapa V

Aspectos	Descripción
Características básicas	
Ubicación	Área del antiguo lago de Texcoco, dentro del municipio de Texcoco
Área del terreno	Cerca de 250 ha en total
Actividad	Disposición final de residuos municipales recolectados en el DF y parte del Estado de México
Tipo de residuos aceptados	Residuos de hogares e instituciones, residuos hospitalarios desinfectados.
Estructura	
Acceso	Autopista que conecta el DF y Texcoco.
Camino periférico exterior	Pavimento de asfalto: ancho 20.0m, longitud aprox. 6km
Camino interno	Ancho 10.0m, largo aprox. 20km de caminos internos en total en el primer nivel.
Area del relleno	1er.nivel 194 ha, 2do. nivel 130 ha, 3er. nivel 74 ha.
Geomembrana del relleno	Membrana de PEAD de 1mm de espesor al fondo del relleno
Recolección de lixiviados	Bombas sumergidas en pozos de extracción de lixiviados
Manejo de lixiviados	El lixiviado bombeado se aspersa sobre el relleno.
Eliminación de gas	Control pasivo con pozos de venteo.
Procedimiento de construcción	
Etapa de construcción	2001 Caminos y celdas para primer nivel 2006 Caminos y celdas para segunda nivel 2010 Caminos y celdas para tercer nivel
Operación	
Etapa de operación	2002 al 2004 Hasta 8m 2007 al 2008 Hasta 16m 2011 al 2012 Hasta 24m
Cantidad de disposición de residuos	3,609,000 ton/año en el 2002 y 3,278,000 ton/año en el 2010 asumiendo la instrumentación del P/M.
Tráfico de vehículos con residuos	Cerca de 700 vehículos por día.
Método de rellenado	Los residuos se descargan de los vehículos, compactados, apilados a una altura de 8m y cubiertos con tierra. Después del primer nivel de 8m, la segunda se hace 100m más adentro del borde del primer nivel y hasta una altura de 16m. El tercer nivel se hace de manera similar hasta 24m.

H.6.3.2 Análisis de los Impactos Ambientales

Se consideró que los siguientes factores ambientales eran negativos durante el proceso de la EIA.

- Salud pública
- Accidentes/Riesgos
- Agua freática
- Flora y Fauna
- Paisaje
- Contaminación del aire
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo
- Olor

Se hizo una EIA, observando las características de diseño del relleno y las condiciones ambientales del sitio, y se confirmó que los otros aspectos marcados con "D" no se afectarían de manera adversa. Las razones para haberlo excluido de la EIA se muestran en un cuadro de la Sección G.7 de este Informe. La única excepción es el tráfico. Inicialmente se pensaba que el proyecto no traería ningún cambio en este punto. Sin embargo, ya que los vehículos con residuos circularan por la autopista, este tema requería un análisis en términos de accidente y riesgo. Por lo tanto, será tratado en el apartado mencionado anteriormente.

a. Salud Pública

El proyecto puede afectar la salud pública por las siguientes razones.

1. Los residuos que se dispersen de los vehículos que entregan dichos residuos desde su origen a la planta, debido al manejo incorrecto en la entrega de los mismos.
2. Olor penetrante emitido por los residuos en descomposición.
3. Proliferación de vectores.
4. Polvo ocasionado por la descarga de residuos, movimiento de vehículos hacia el sitio o de la tierra de cubierta.

Los aspectos 1 y 3 se analizan a continuación, y los otros se verán en las secciones posteriores.

a.1 Manejo Incorrecto en la Entrega de Residuos

La entrega descuidada de los residuos puede ocasionar que éstos se esparzan a lo largo de las rutas de transporte y alrededor del sitio de relleno, lo que resulta en la degradación de la imagen urbana y de la salud pública.

Por otro lado, la DGSU utiliza una lona para cubrir los residuos en los vehículos y evitar que se caigan estos residuos. Se observa que esta lona sirve para superar este problema.

Ya que se continúa con esta práctica, no se esparcirán los residuos como para degradar la limpieza de la ciudad o la salud pública. **Sin embargo, se monitorea constantemente que esta lona no se rompa o tenga hoyos a través de los cuales puedan salir los residuos.**

a.2 Proliferación de Vectores

Los residuos orgánicos atraen a una gran variedad de vectores (como moscas, mosquitos, ratas, etc. que transmiten agentes patógenos) y que pueden aumentar potencialmente la incidencia de enfermedades en la población aledaña y en los trabajadores de la planta.

Se planea que en el relleno BP V **se dispongan los residuos con tierra** inmediatamente dentro de las 24 horas posteriores a su deposito, dado que esta cubierta se utiliza para evitar la proliferación de fauna nociva.

Por lo tanto, la proliferación de vectores será limitada, sin representar riesgos a la salud pública. Se debe instruir a los **trabajadores del relleno cercanos a los residuos para que utilicen ropa y equipo apropiado para evitar cualquier exposición a riesgos para la salud.**

b. Accidentes/Riesgos

La operación del relleno puede presentar problemas debido a (i) manejo problemático del sitio y de la recolección de residuos; (ii) problemas con el tráfico; (iii) presión de la carga de residuos (como deslizamientos de la pendiente del relleno y el movimiento lateral de la tierra) y (iv) generación de gas.

b.1 Problemas del Manejo

Se pueden esperar incidencias por un manejo descuidado en el sitio durante las fases de operación y construcción.

Durante la construcción, la operación de equipo de construcción y maquinaria como camiones de volteo, bulldozers y cargadores frontales puede representar un peligro para los trabajadores del sitio. **Una capacitación adecuada en el sitio a los trabajadores, el control del movimiento de las máquinas y una supervisión apropiada en el sitio por parte de personal experimentado reducen el riesgo potencial.**

Durante la operación, los mismos residuos pueden representar un riesgo. Los residuos peligrosos, químicamente activos y/o radioactivos son particularmente peligrosos para los trabajadores y pueden acarrear riesgos a largo plazo al público en general. Ya que no está contemplado que BP V reciba ese tipo de residuos, **se instruirá a los generadores de tales residuos de manera apropiada para la disposición de este tipo de residuos.** En el sitio, **se deberá revisar periódicamente los residuos que ingresan, además que los trabajadores en el sitio también los monitoreen cuando sean descargados.**

Incluso los residuos domésticos pueden ser peligrosos. Los trabajadores en el sitio se pueden lesionar con el material punzocortante. Los aerosoles son potencialmente explosivos. **Los trabajadores en el sitio estarán equipados con ropas adecuadas y protectores, tales como botas y guantes, en caso de tal situación.**

El vidrio también representa un peligro potencial, ya que pueden ocasionar incendios espontáneos en los residuos expuestos a la luz del sol. **La cubierta inmediata con tierra reducirá este riesgo.**

Al igual que en BP IV, **no se permite la entrada a personas ajenas al sitio sin previa autorización,** con lo cual también se reduce el peligro para ellos.

b.2 Problemas del Tráfico

Se esperan cambios en la intensidad del tráfico cerca del sitio durante la construcción y operación a lo largo de la Autopista México - Texcoco, el Anillo Periférico y Avenida Peñon - Texcoco.

El Anillo Periférico se utiliza para entregar los residuos en BP IV. Por lo tanto, el tráfico en esta vía permanecerá igual, con un ligero aumento por el tráfico durante la etapa de construcción. Este aumento de tráfico en ambas vías será mínimo.

La autopista no se utiliza actualmente para el transporte de residuos y percibirá un aumento en el tráfico durante la construcción y operación. La carga actual de tráfico de esta autopista es muy constante, considerando que es una de las vías principales entre el DF y el Estado de México, aunque no existe información confiable en este sentido. Por lo tanto, el aumento en tráfico en términos de proporción será mínimo.

Incluso, se considera que la autopista tiene la capacidad de absorber el incremento de tráfico debido al proyecto. Algo que se debe remarcar es que el impacto del proyecto no es permanente, sino que se limita al periodo de construcción y operación, y que el desarrollo económico y el crecimiento poblacional, principalmente en el Estado de México, tendrán un impacto mucho mayor sobre la carga del tráfico que el relleno. La capacidad de la autopista se considera suficiente para el incremento en trafico de vehículos.

Se debe poner precaución en la unión de la autopista de cuota y el Anillo Periférico, así como la unión de esta autopista con el nuevo camino de acceso que se construya. Ya que los vehículos van a una alta velocidad en la autopista, se debe controlar cuidadosamente cualquier acción que interrumpa el flujo del tráfico, como por ejemplo alterar los carriles y las vueltas de vehículos grandes. **Se está llevando a cabo la ampliación de los caminos en las uniones, así como otras medidas de control de tráfico, tales como señalamientos claros para los conductores acerca del movimiento de vehículos.** Al considerar esto, se está tomando en cuenta el análisis de la fluctuación del tráfico normal de vehículos y de vehículos con residuos durante un día.

b.3 Impacto de la Carga de Residuos

A medida que se acumulen los residuos, su fuerza gravitacional se convierte en un esfuerzo importante para el terreno. La EIA[22] que se realizó antes de la construcción de BP IV mostró el riesgo de un posible asentamiento del suelo por el relleno y el impacto sobre los canales que corren a lo largo del área del antiguo lago de Texcoco.

Por otro lado, se trató el impacto causado por la carga de residuos en la expansión vertical de la Etapa IV en la Sección H.2.2.2. Considerando la similitud de los proyectos y las características del suelo de la Etapa IV y Etapa V, la conclusión que se obtuvo de dicha sección será la misma que para la Etapa V.

Otros problemas posibles relacionados con el efecto de compresión se derivan de la presencia de pozos dentro del sitio, que se utilizaron anteriormente para extraer agua subterránea salada. Si no se maneja adecuadamente el asunto de estos pozos, se anticipa lo siguiente.

- Se oprime la cubierta impermeable en el fondo del relleno contra los pozos sellados y se daña. Se puede rasgar o volverse susceptible a un rompimiento.
- La modificación en la estructura del subsuelo por la presión de la carga puede traer como resultado resquebrajo o fisuras de los pozos. Si se filtra el lixiviado en el agua freática, estas fisuras pueden permitir el paso del primero hacia los estratos subterráneos.

El plan del relleno estipula que **el ademe de los pozos sea eliminado adecuadamente y que las perforaciones se rellenen con bentonita.** Si esto se hace correctamente, se puede descartar este problema.

b.4 Generación de Gas

El proceso biológico que tiene lugar en un relleno con residuos sólidos municipales termina en lo que se conoce como "biogas", el cual contiene CH_4, CO_2 y pequeñas

[22] ABC Estudios y Proyectos, S.A. de C.V., *Estudio de Impacto Ambiental del Sistema Integral de Manejo de Desechos Sólidos Bordo Poniente*, Contrato N. SU-2-31-1-800, Marzo 1993

cantidades de CO, N_2, O_2, amoniaco, sulfuros y otros gases. La principal preocupación respecto a este biogas es el CH_4 y el CO_2. La proporción de estos gases varía con la composición de los residuos y la antigüedad del relleno, pero en general el CO_2 es el gas principal (cerca de 60% sobre bases de volumen seco) en las etapas tempranas de la descomposición anaeróbica. Posteriormente, el CH_4 sobrepasa al CO_2, permaneciendo cerca de 60% durante un tiempo considerable.

El CH_4 es explosivo en concentraciones de 5 a 15 %. Dentro de un relleno, la falta de oxígeno actúa como un obstáculo para la explosión del CH_4. Empero, una vez que este CH_4 migra a la parte externa del relleno y se combina con el aire, existen condiciones de explosividad.

Ya que el CO_2 es más pesado que el aire, tiende a irse hacia abajo y quedarse en la porción más baja del relleno durante mucho tiempo. Cuando no existe la probabilidad de migrar y entrar en contacto con el agua subterránea, se disolverá parcialmente en esta o se precipita como carbonato de calcio hacia el suelo. Sin embargo, si se concentra en zonas y espacios cerrados, el CO_2 puede acumularse hasta 0.5% y se vuelve asfixiante.

Las vías de migración para estos gases pueden ser formaciones geológicas (fisuras, grietas, cuevas, etc.) y estructuras hechas por el hombre (perforaciones, pozos, alcantarillas, etc.), y se pueden encontrar en sitios como cárcamos, instalaciones de venteo y grietas creadas por el asentamiento en los márgenes del sitio.

El diseño propuesto del relleno incorpora **instalaciones pasivas de venteo** para evitar la migración sin control de gases. Mientras se realice dicho venteo de manera controlada, el biogas se captará antes de que migre y los riesgos por este gas serán mínimos.

Además, debido a la presencia de la geomembrana en el fondo del relleno, la posibilidad de migración de biogas a través de vías subterráneas también es reducida. Respecto al CO_2, existe una distancia suficiente entre su fuente generadora y el área residencial, lo cual es un objetivo anticipado de impacto por este CO_2.

Debe destacarse que la formación de biogas generalmente dura 15 años o más después de cerrado el sitio, dependiendo de la velocidad de descomposición de los residuos. Por lo tanto, **se mantienen buenas instalaciones para venteo y se realiza un monitoreo regular de la composición del gas.**

c. Agua Freática

El posible impacto ambiental en el agua freática es doble: cambios en el nivel del manto freático y cambios en la calidad del mismo.

c.1 Nivel del Manto Freático

Los cambios en el nivel del manto freático pueden tener implicaciones serias en las estructuras hidráulicas que posee la CNA en el área del antiguo lago de Texcoco.

Uno de los aspectos principales del diseño del relleno BP V es reducir el volumen de lixiviados al minimizar la infiltración del agua de lluvias. Como resultado, disminuirá la recarga de agua en el manto freático superior, por lo que disminuirá el nivel del mismo. Sin embargo, el sitio de relleno es sólo una porción pequeña de toda el área del ex algo de Texcoco, por lo que se sigue recargando el nivel freático.

Por lo tanto, la disminución en el nivel del agua será demasiado pequeña para influir en la hidrología del manto freático local, por lo que el impacto adverso es nulo.

c.2 Calidad del Agua Freática

Cuando el agua pasa a través de residuos que están en descomposición biológica, una serie de sustancias presentes en los residuos como metales pesados particularmente, se disuelve en el agua. Ya que la descomposición de residuos relativamente nuevos produce bióxido de carbono y ácidos orgánicos, el pH del agua cae y los componentes tóxicos, especialmente los metales pesados, se vuelven solubles inmediatamente. Se debe considerar el impacto de los lixiviados sobre el manto freático subyacente en cuanto a la calidad y cantidad del lixiviado que se filtró.

En general, el origen del agua (o lixiviado) proviene de los mismos residuos, la lluvia, los cuerpos de agua superficial o agua freática, pero en el primer caso es generalmente mínimo. En el caso actual de BP V, ni el agua superficial y el manto freático crearán lixiviados, ya que no existen cuerpos de agua superficiales cercanos y la infiltración de agua freática en el relleno se va evitar con la cubierta impermeable en el fondo del relleno. El único origen posible del lixiviado es la lluvia, pero su infiltración es demasiado pequeña. Esto se debe a que la cubierta de tierra superior y la intermedia actúan como una especie de impermeabilización. Por lo tanto, se puede controlar de primera instancia la cantidad de generación de lixiviados.

El lixiviado generado viaja hacia abajo hacia los residuos, alcanzando un sistema de permeabilización. Este sistema consiste en una membrana sintética con una permeabilidad de 10^{-13} cm/seg. y 1mm de grosor, y una formación arcillosa de cerca de 0.5 m de grosor, debajo de la cual está el manto freático. **Mientras la membrana funcione de manera normal**, este sistema será suficiente para evitar el flujo de lixiviados, y por tanto la contaminación del manto freático.

Se puede anticipar el funcionamiento anormal de la membrana en caso de que ésta se dañe por objetos punzocortantes o por la presión de los residuos y/o acumulación de lixiviado. El diseño propuesto se enfoca a proteger esta membrana de daños físicos con una capa de tepetate de 0.5 m de grosor sobre esta membrana, y controlar la acumulación de lixiviado por medio de su extracción. La carga de residuos no causará un hundimiento del terreno suficientemente grande como para dañar la membrana (ver arriba). Por lo tanto, la posibilidad de fuga de lixiviados es substancialmente pequeña.

En conclusión, la posibilidad de contaminación del manto freático será bastante baja.

El estudio de ABC (1993) señaló que los pozos abandonados en esa área pueden ser vías de migracion para el lixiviado. Esto representaría un problema únicamente si una cantidad importante de lixiviado con contaminantes importantes alcanzara uno de estos pozos. Sin embargo, debido a lo que se consideró arriba, en el punto b.3, tal evento es poco probable.

d. Flora y Fauna

La investigación de campo reveló que la flora del área no es particularmente interesante, mientras que su fauna incluye especies importantes que se les tiene que prestar atención. Se anticipa un impacto ambiental sobre esas especies.

Por lo tanto, estas especies con valor ecológico importante deben trasladarse fuera del sitio, para así evitar una disminución en su población.

e. Paisaje

Ya que el sitio para el proyecto es casi plano, la presencia del relleno de 24m de alto debe representar un cambio importante en la apariencia del área.

Al considerar el aspecto del paisaje, empero, no solo por la simple apariencia, sino su efecto de atracción hacia la gente es por lo que hay que tomarlo en cuenta.

Aunque este tema es muy subjetivo y no es fácil de tratar, una buena técnica sería realizar un fotomontaje para comparar el paisaje antes y después del proyecto. Los resultados se observan en la Manifestación de Impacto Ambiental del equipo de JICA. Se considera que ya que el área del antiguo Lago de Texcoco es vasta, el nivel de 24 m no es relevante. Por lo tanto, la vegetación que se desarrolla en el relleno mejorará el aspecto del área.

Ya que el relleno está a 2.2km del área habitacional más cercana, los habitantes de ésta probablemente sentirán una modificación en el paisaje que no se considerara significativa. Este relleno será más visible desde la autopista, por lo que los conductores y los pasajeros podrán percibir dicha perspectiva. Ya que el sitio no está considerado como un punto de interés paisajístico, se considera que cualquier impacto en los conductores y pasajeros por el cambio de paisaje será relativamente pequeño.

f. Contaminación del Aire

La contaminación del aire puede ser por dos factores: el tráfico y la operación del sitio.

f.1 Contaminación del Aire por Tráfico

Se sabe que el transporte en vehículos contamina la atmósfera debido a los gases de escape, que contienen SOx, NOx y CO. La presencia de éstos puede aumentar la incidencia de enfermedades respiratorias o irritación de los ojos en la población y daños a la vegetación.

Ya que la Etapa V se va a utilizar como una alternativa para la Etapa IV, los vehículos con residuos simplemente se desviarán de la vía de acceso actual a la autopista de cuota y hacia una nueva vía de acceso. Aunque la distancia de viaje aumentará en 10km para un viaje de ida y vuelta, el aumento en la emisión de contaminantes en zonas pobladas debido al proyecto será menor.

f.2 Contaminación del Aire por Operación

La contaminación del aire por la operación del relleno se atribuye a la generación de gases y polvo nocivos.

Respecto al primero, la preocupación es mayor. Una por los componentes del biogas, principalmente el metano y el bióxido de carbono, que se trataron anteriormente. Otro aspecto son otros gases con olor penetrante, que se verán por separado más adelante.

Respecto al problema del polvo en el sitio, se anticipa que éste se levantará en la parte frontal de descarga, de la cubierta de tierra y/o de los caminos internos por donde pasen vehículos (ya que el camino externo va a estar pavimentado, no causará polvo). Para el primer tema, será más o menos inevitable debido a la naturaleza de la operación, pero el problema es muy local y **se puede reducir el impacto con el uso apropiado de mascarillas por parte de los trabajadores.** El polvo de la cubierta de tierra será menor, ya que el proyecto propone **aspersar lixiviado sobre el relleno.** El

aspersado de lixiviados sobre el relleno y el control del movimiento de vehículos dentro del sitio limitará la formación de polvo en los caminos internos.

g. Contaminación del Agua

La contaminación del agua puede darse en el manto freático y agua superficial, y ya se trató el punto anterior.

Existen tres canales a lo largo de las partes oeste, este y sur de la Etapa V. Se podría ocasionar algún efecto por los siguientes motivos.

- el sobreflujo de lixiviados migra hacia la superficie y alcanza los canales.
- El lixiviado infiltrado migra hacia espacios de poros no saturados hacia los canales.
- El lixiviado infiltrado migra hacia el manto freático superficial , y esta agua freática contaminada alcanza el canal.

Por otro lado, el diseño del relleno Etapa V incluye **una membrana impermeable de PEAD al fondo del relleno y cubrir los residuos con una capa de tierra.** Por lo tanto, la generación de lixiviados dentro del relleno y su migración fuera del relleno estará bien controlado. Es poco probable que los lixiviados contaminen el agua superficial.

Sin embargo, se podría dar la contaminación del agua superficial por el ingreso de escurrimiento. No es probable que dicho escurrimiento se contamine con lixiviados o partículas de tierra para cubierta. Esto se debe en primer lugar a que esta agua de escurrimiento no tiene contacto con el lixiviado gracias a la cubierta de tierra, y en segundo lugar a que la cubierta final está compactada de manera firme para no erosionarse. Y debido a que hay poca precipitación en el área, el problema será sólo ocasional. Por lo tanto el impacto del escurrimiento superficial en los canales circundantes es mínimo.

h. Contaminación del Suelo

La contaminación del suelo es importante, porque si se presenta, se degradará el manto freático, el ecosistema del suelo se afectará y se restringirá el uso futuro del suelo.

La contaminación del suelo es probable únicamente si se introducen al suelo sustancias presentes en el lixiviado a partir de los residuos descargados . Sin embargo, **se tendrá la membrana PEAD** para confinar el lixiviado dentro del relleno, por lo que es muy improbable que el lixiviado encuentre la forma de salir hacia la tierra.

Respecto al uso de suelo, el sitio ya tiene restricciones debido a su alto nivel de sal. El desarrollo del relleno incluso puede mejorar las condiciones del terreno, ya que se introduciría vegetación al clausurarlo.

i. Olor

Aunque los residuos orgánicos generados en el sub - sistema van a ser recolectados por separado y entregados en la planta de compostaje, estos residuos orgánicos representaran una proporción todavía muy grande en los residuos que se va a disposición en la Etapa V. Por lo tanto, se anticipan olores penetrantes.

Sin embargo, se observa que el clima seco de la Ciudad de México ayuda a reducir estos olores. Incluso una vez que son descargados en el relleno, **los residuos se**

compactan y se cubren con tierra en intervalos cortos. Estas prácticas deben minimizar los problemas de olor.

También pueden resultar olores ofensivos de la producción de biogas. Sin embargo, este gas no debe representar un gran problema ya que será venteado de manera controlada y podrá recibir algún tratamiento.

H.6.3.3 Conclusión

La sección anterior describió las posibles causas y efectos sobre el ambiente causados por el relleno y la magnitud de los problemas. La Figura H-35 muestra esta discusión de manera esquemática.

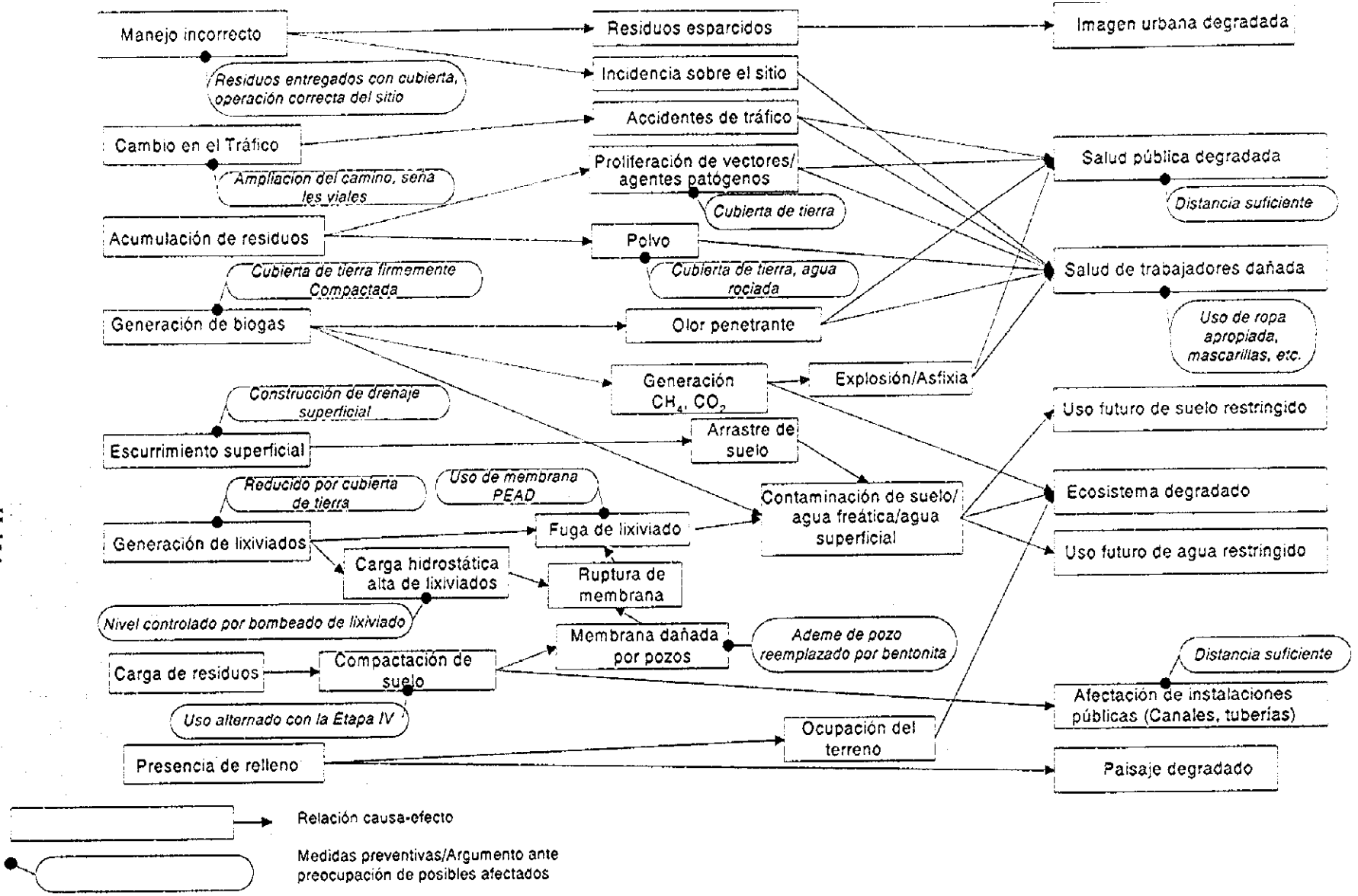


Figura H-35: Relación de Causa - Efecto (Proyecto de Relleno Etapa V)

Aunque se tiene que completar el estudio, no se identifican efectos adversos mayores sobre el ambiente, excepto por el impacto sobre la fauna, que llama la atención. Sin embargo, hasta ahora la conclusión se basa en varias condiciones previas que deben instrumentarse al inicio del proyecto. En otras palabras, si no se cumplen algunas de las condiciones previas, no se puede garantizar la conclusión de la EIA que se presenta aquí. El Cuadro H-89 presenta dichas condiciones previas, su consecuencia en caso de no ser cumplidas, y los métodos para asegurar dichas condiciones previas.

Cuadro H-89: Condiciones Previas para Evitar Impactos Ambientales

Condiciones Previas	Consecuencia por su incumplimiento	Método de Control
A. Durante el transporte de residuos, éstos se cubren con una lona sobre el vehículo.	Los residuos pueden caer y se degradará la imagen urbana y la salud pública.	Revisión periódica de las lonas. Enseñar a todos los trabajadores a instalar las lonas.
B. Se controla eficientemente la descomposición aeróbica.	Se generará metano explosivo y gases con olor penetrante, lo cual pondrá en peligro a los habitantes adyacentes y a los trabajadores de la planta.	Se monitorea la descomposición aeróbica, midiendo el contenido de humedad y temperatura dentro de las pilas.
C. El sitio del proyecto es bien manejado durante la construcción.	Habrá accidentes/riesgos.	El manejo del sitio será monitoreado por personal experimentado.
D. No hay disposición de residuos industriales peligrosos u hospitalarios.	Contaminación del suelo y agua con sustancias tóxicas.	Instrucción completa a la gente de la industria y hospitales acerca del método de disposición.
E. Se revisan los residuos a su llegada al relleno.	Puede haber disposición de residuos peligrosos sin percatarse.	Se debe alentar la revisión regular de los residuos.
F. Los trabajadores están equipados con ropa y equipo apropiado (mascarillas, botas, guantes, tapones para oídos, etc.)	El material puntiagudo, el polvo, olor y ruido degradarán la salud de los trabajadores.	Se alentará el equipamiento con ropas y protectores apropiados .
G. El tráfico se controla en las intersecciones.	Aumentará el riesgo de accidentes de tráfico.	Debe estudiarse el cambio de tráfico y medidas preventivas, tales como la ampliación del camino y las señales de e instrumentarlas si es necesario.
H. Se elimina totalmente el ademe de los pozos.	Se dañará la cubierta impermeable.	Revisar los pozos después de quitar el ademe.
I. Se ventila el biogas durante períodos suficientes.	Escapará el biogas y causará problemas de explosión de metano, asfixia y olor.	Se debe vigilar el biogas e inspeccionar la función del venteo de gas.
J. Se coloca una membrana impermeable en el fondo del relleno.	El manto freático migrará y generará lixiviados. Éstos migrarán y contaminarán el manto freático y el suelo.	Se debe alentar un trabajo en el sitio apropiado para colocar, fijar y proteger la membrana correctamente.
K. Se mueven vehículos dentro del sitio de manera controlada.	Habrá accidentes/riesgos y problemas por el polvo.	Controlar el movimiento de vehículos con personal apropiado.

H.7 Evaluación del Proyecto

Se realizó la evaluación del proyecto a partir de perspectivas técnicas, institucionales, sociales, ambientales, financieras y económicas.

H.7.1 Evaluación Técnica

Los sistemas técnicos de los proyectos prioritarios comprenden lo siguiente:

- **La planta de compostaje que dará tratamiento a los residuos orgánicos separados a partir del subsistema.**
- **La expansión vertical de Bordo Poniente Etapa IV.**
- **La construcción de un nuevo sitio de disposición final (Bordo Poniente Etapa V)**

La evaluación técnica aquí expuesta proporciona una evaluación referente a las capacidades técnicas actuales de la DGSU, sin importar que estos proyectos prioritarios sean o no ejecutados.

a. Tratamiento para Compostaje

La Delegación Gustavo A. Madero operó una planta de compostaje para residuos sólidos municipales hasta 1993. Esta instalación se cerró principalmente debido a que los residuos municipales mixtos que se introducían a la planta deterioraban la calidad de la composta. Aunque este proyecto fracasó, dio la experiencia a la DGSU para la construcción y operación de una planta de este tipo, y aprendió que este tipo de instalaciones para compostaje deben recibir residuos orgánicos seleccionados para evitar este tipo de fallas.

Por otra parte, la DGSU opera actualmente una pequeña planta de compostaje de pilas para procesar los residuos de jardinería (la poda de ramas y pasto), y la composta tiene una calidad satisfactoria.

Por lo tanto, se considera que la DGSU cuenta con la capacidad técnica para la construcción y operación de la planta de compostaje. En otras palabras, no se prevén dificultades técnicas para construirla y operarla.

Los factores principales para definir el éxito o fracaso de una instalación de compostaje son:

- la calidad.
- demanda del mercado para la composta.

La planta de compostaje de la Delegación Gustavo A. Madero recibió residuos municipales mezclados, por lo que en consecuencia la composta era de menor calidad debido a que contenía muchas impurezas, además de que la demanda del mercado por esta composta de mala calidad era tan pequeña que finalmente se cerró.

Ya que la instalación de compostaje del estudio planea utilizar residuos orgánicos recolectados por separado, se espera producir una composta de buena calidad.

Aunque no se conoce lo suficiente la demanda de composta en el mercado en el DF, si este producto es de alta calidad, es posible que se utilice como acondicionador para:

- jardinería, en vez de la tierra fértil que se extrae de áreas forestales.
- repastización en el área del antiguo Lago de Texcoco, en el cual el alto nivel de salinidad del suelo impide el crecimiento de vegetación.
- repastización de los sitios de disposición final de Bordo Poniente.

Por lo tanto, la experiencia negativa de la planta de compostaje de la Delegación Gustavo A. Madero no se repetirá en este proyecto de la instalación de compostaje.

Por otro lado, se anticipa que la demanda de composta en el mercado pudiera disminuir de acuerdo con la temporada. Por lo tanto, algunas veces será necesario consumir la composta con menores costos, en lugar de un sobre - almacenaje de la misma. Si se busca el consumo de composta con costos reducidos, una alternativa sería utilizar composta madura antes del proceso de separación para utilizarla como cubierta para los rellenos (se ahorraría el costo de este proceso). En este sentido, será necesario investigar y desarrollar un mercado para lo siguiente:

- composta de baja calidad (sin importar que la composta madura haya pasado o no el proceso de separación, se podría utilizar como tierra de cubierta para los sitios de disposición final).

b. Expansión Vertical de Bordo Poniente Etapa IV

Este proyecto va de acuerdo con las técnicas actuales de la DGSU para la operación del relleno, y se añade únicamente un requerimiento adicional para recolección y aspersado del lixiviado. Por lo tanto, se considera que la DGSU cumple con los requisitos técnicos de este proyecto.

c. Construcción del Nuevo Sitio de Disposición Final (Bordo Poniente Etapa V)

Se propone la construcción de Bordo Poniente Etapa V con los mismos componentes técnicos, tal y como se emplean en el relleno actual (Etapa IV), y sólo se incluye un requisito técnico para la recolección y aspersado de lixiviados. Por lo tanto, no se prevén problemas técnicos.

H.7.2 Evaluación Institucional

Las alternativas institucionales para los proyectos prioritarios son las siguientes: "DGSU", "entidad paraestatal" o "entidad privada". Sin embargo, parece difícil la alternativa de que una "entidad privada" se encargue de los tres proyectos. Ya que todos los proyectos prioritarios se localizan en territorio federal manejado por la CNA, se necesita la garantía de protección ambiental a largo plazo por parte de un proponente aceptable (como el GDF). En otras palabras, la CNA no aceptará una negociación con dos partes (la CNA y una entidad privada) respecto a un proyecto de MRS en el que no participe la DGSU.

Por otro lado, en cualquier caso, las responsabilidades del proyecto deberán recaer siempre en la DGSU cuando intervengan tres partes en el proyecto (por ejemplo, el dueño del terreno - CNA -, un proponente de proyecto y la DGSU; que asume la responsabilidad de la frente a la CNA).

De hecho, se seleccionan los proyectos prioritarios conforme a la urgencia para su instauración; por lo tanto, una alternativa práctica apropiada sería que en primera instancia la DGSU se encargue de las inversiones del proyecto, mientras que la operación inicial del mismo sea directamente por la DGSU o por contratación.

Esta disposición institucionnal recomendada anteriormente va conforme al marco institucional actual que se practica en la DGSU. Se pueden utilizar de manera continua todos los recursos humanos y técnicos existentes de la DGSU. Por lo tanto, se juzga que esta alternativa institucional es razonable y funcional.

Empero, en virtud de la meta a mediano y largo plazo de la DGSU para mejorar la eficiencia en el MRS, se debe analizar cuidadosamente "mantener la disposición institucional original" o "cambiar a otras alternativas institucionales" en intervalos apropiados.

H.7.3 Evaluación Social de Proyectos Prioritarios

En la evaluación social de los tres proyectos prioritarios cuyos estudios de factibilidad se han realizado destacan los siguientes componentes:

a. Salud Pública

La construcción y operación de la Planta de Compostaje tendrá los siguientes efectos relacionados con la salud pública:

- La separación y procesamiento del material orgánico será beneficioso ya que reducirá significativamente la proliferación de vectores (moscas, cucarachas, mosquitos, roedores) transmisores de enfermedades.
- Beneficio, aunque menos significativo, será la reducción de tiraderos clandestinos.
- Dada la ubicación de la Planta, y considerando que será operada correctamente, no habrán impactos adversos por ruido ó malos olores, para las poblaciones vecinas.

En cuanto a la operación de Etapa IV y a la construcción de la Etapa V los efectos para la salud pública serán:

- Reducción significativa de proliferación de fauna nociva (vectores) transmisores de enfermedades.
- Reducción de tiraderos clandestinos.
- Ningún efecto negativo por ruido y malos olores.
- Algún efecto adverso de polvo, ruido, accidentes, por el intenso tráfico de camiones que conduce a tomar medidas para mitigar este efecto, mediante supervisión y control de transporte y educación pública.

b. Empleo

Planta de Compostaje:

- Se estima que habrá la oportunidad de 250 empleos durante la construcción de la Planta en el año 2001.
- Durante la operación de la Planta se estima que se crearán 80 nuevos empleos para el período 2002 y 2003, y se incrementará a 120 empleos para el período del 2004 al 2010.

Relleno sanitario (etapas IV y V):

- Se estima que habrá la oportunidad de 50 empleos durante la fase de planeación, diseño y construcción de la Etapa V en los años 2000 y 2001.
- Incremento muy limitado de empleo en la etapa de operación de los rellenos IV y V en el período del 2001 al 2010. Puesto que se trabajará alternativamente las etapas IV y V se estima que se operará con el mismo personal, con ligeros incrementos de aproximadamente 100 nuevos empleos.

Recolección Separada:

- En la recolección contratada ó concesionada del subsistema se estima que se podría incrementar en aproximadamente 530 empleos a partir de 1999.
- En la recolección separada, contratada y/o concesionada, en las áreas servidas actualmente por las Delegaciones y que se propone se inicie paulatinamente a partir del 2002, con posible participación de los organismos de trabajadores actualmente vinculados al servicio, se estima que habrá un balance, sin perdida de empleo, ya que se desplazará el personal a fases más adelantadas de acopio, procesamiento, transporte y reciclaje del material separado. Todo el proceso antes indicado se estima que podría generar hasta el año 2010 mas de 11,000 nuevos empleos, que a su vez cubrirían con creces a los posibles desplazamientos del personal voluntario e informal (ver Cuadro II-90). Aunque debe advertirse que la estimación anterior de personal dedicado al reciclaje es teórica y está sujeta a varios factores que pueden disminuir la cifra indicada.

c. Salud Ocupacional

- Los efectos adversos del polvo y olores para los trabajadores de la planta del compostaje serán prevenidos y controlados mediante el cumplimiento de las normas y regulaciones sobre ambientes ocupacionales y de seguridad establecidas por la legislación laboral y de salud respectivas.
- En cuanto a los efectos adversos del polvo, olores, ruido, exposición a factores de riesgo por agentes dañinos contenidos en los residuos sólidos operados en las etapas IV y V del Relleno Sanitario, estos deberán ser controlados o mitigados por la supervisión y vigilancia ejercidos por el GDF a los operadores del Relleno para el cumplimiento de las regulaciones existentes sobre protección del personal de trabajadores.
- Igualmente supervisión y control en todo lo relacionado a la seguridad de los trabajadores en los frentes de descarga y en los caminos interiores del relleno, para evitar accidentes por la operación de equipo y vehículos pesados. Las

medidas anteriores serán medidas preventivas para evitar los efectos adversos que la operación incontrolada de equipo pesado podría ocasionar.

- Además todos los efectos adversos indicados serán mitigados por la capacitación que sobre la materia se impartan al personal del GDF y de los contratistas sobre aspectos de salud ocupacional y seguridad en el trabajo.

d. Continuidad del Servicio

La operación de un relleno sanitario no debe parar. Esto se hace aún mas crítico en el DF donde el relleno sanitario de Bordo Poniente es el único sitio de disposición final. No habiendo alternativa debe operar permanentemente, lo cual significa que los operadores (contratistas, concesionarios o entidad para-estatal) debe asegurar su ejecución durante todo el año. Ayudarán a este propósito contratos transparentes y claros donde queden señaladas las cláusulas punitivas por incumplimiento, las medidas a tomar en caso de que se presente una paralización del servicio e incluso la suscripción de pólizas de seguro para garantizar las operación continua del relleno.

Otros aspectos relacionados con la evaluación social de los tres proyectos se indican en el Cuadro H-91. En resumen la evaluación social de dichos proyectos no presenta problemas significativos y por el contrario se presentan beneficios como el incremento del empleo. Además es necesario señalar que los mayores problemas de salud y ambiente para la población urbana de los Municipios de Ecatepec y Neza surgen del canal abierto de aguas negras (Canal de Sales) que es contiguo a la mancha urbana a lo largo de 7 Km, y no provendrán de los tres proyectos prioritarios.

Cuadro H-90: Estimación de Empleos Requeridos para Procesamiento de Material Reciclable(1999-2010)

(Desde entrega de material seleccionado hasta presentación final del producto para consumo)

Elementos	% del Total	Días-hombres por Ton. Procesada[24]	Material Reciclable (1000 Ton/año)				Número de Empleos[23]			
			Actual 1998	Fase 1 1999-2001	Fase 2 2002-2004	Fase 3 2005-2010	Actual 1998	Fase 1 1999-2001	Fase 2 2002-2004	Fase 3 2005-2010
Papel/Cartón	46.0	3.0	83	83-103	127-175	188-272	800	800-1,000	1,300-1,800	1,900-2,700
Plásticos	21.0	16.0	38	38-47	58-80	86-124	2,000	2,000-2,500	3,100-4,300	4,600-6,600
Metal Ferroso	9.5	16.0	17	17-21	26-36	39-56	900	900-1,100	1,300-1,900	2,000-3,000
Aluminio	1.5	10.0[25]	3	3-3	4-6	6-9	100	100-100	200-300	300-300
Vidrio	19.0	11.0	34	34-43	53-72	78-112	1,300	1,300-1,600	1,900-2,600	2,900-4,100
Otros	3.0	9.0	6	6-7	9-11	12-18	200	200-200	300-300	400-500
Total	100.0		181	181-224	277-380	409-591	5,300	5,300-6,500	8,100-11,200	12,100-17,200

Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio en base a investigaciones efectuados.

[23] Se considera 300 días laborables por año

[24] Estimaciones preliminares

[25] Material exportado para su reciclaje en el extranjero

Cuadro H-91: Evaluación Social de Proyectos Pioritarios

Componentes Sociales	Planta de Compostaje	Relleno Sanitario (Etapa V)
Ubicación	Municipios de Texcoco y Netzahualcoyotl (Estado de México)	Municipios de Texcoco y Atenco (Estado de México)
Mancha Urbana	Mas cercana a 1 Km (Colonias Ciudad Lago del Municipio de Netzahualcoyotl) Edo de México	Más cercana a 2.1 Km (colonias La Glorieta y México Colonial del Municipio de Ecatepec). Edo. De México.
Actividad Productiva del Terreno	Ninguna	Ninguna
Tenencia de la tierra	Federal	Federal
Características viviendas mas cercanas	Ladrillo y concreto con servicios de agua, alcantarillado, electricidad, etc.	Ladrillo y concreto con servicios de agua, alcantarillado y electricidad, etc.
Uso de agua subterránea	En la mancha urbana a mas de 2 Km. De la P.C. se menciona (no comprobado) que hay pozos de abastecimiento de agua.	Id. se menciona que hay pozos para abastecimiento de agua en la mancha urbana del M. de Ecatepec.
Canal de las Sales	Canal de aguas negras contiguo a las viviendas, que representa un problema de salud y ambiente.	Canal de aguas negras contiguo a las viviendas que representa un problema de salud y ambiente. Canal a 2 Km de etapa V
Empleo	Se incrementarán 250 empleos durante la construcción en el año 2001. Durante la operación habrán 80 nuevos empleos en los años 2002 y 2003, y 120 empleos en los años 2004 al 2010	Se estima en 50 nuevos empleos en la etapa de construcción de la Etapa V en el año 2001. Y otros 100 empleos adicionales en la operación de las etapas IV y V en los años 2001 al 2010.
Salud de la Población en general	• Reducción de proliferación de vectores por separación y procesamiento de material orgánico. • Reducción de tiraderos clandestinos. • No habrán impactos adversos por ruidos y malos olores para las poblaciones vecinas	• Reducción de fauna nociva (transmisores de enfermedades) • Reducción de tiraderos clandestinos. • Ningún efecto negativo por ruido y malos olores. • Efecto nocivo por polvo, ruido y accidentes, por intenso tráfico de camiones, debe ser mitigado por supervisión y educación pública.

H.7.4 Evaluación Ambiental

Se estima que impactos ambientales adversos podrían ocurrir cuando y donde los proyectos prioritarios sean implementados. Sin embargo, se evalúa que todos los efectos negativos antes mencionados son mitigables/prevenibles con la adopción de medidas que se deben incorporar al diseño del proyecto, manera de operar u otros aspectos. Por lo tanto, se evalúa que todos los proyectos prioritarios son viables desde la perspectiva ambiental.

H.7.5 Evaluación Financiera

a. Notas de Introducción

En el análisis cuantitativo para tratar los temas principales de la sustentabilidad y viabilidad financiera del MRS utilizando el índice de la tasa de ganancia interna financiera (TGIF), se calcularán cuatro tipos de "beneficios"[26] mediante la estimación de los siguientes indicadores: (i) las transacciones de dinero actuales de beneficiarios a recolectores, (ii) la voluntad para pagar (VPP) que muestra actualmente la población en el DF, (iii) la VPP empírica , y (iv) el costo marginal a largo plazo (CMLP) del servicio. Al utilizar esta TGIF, el análisis mostrará en números la vulnerabilidad financiera inherente entre cada uno de los "beneficios" enumerados anteriormente. En la preparación del análisis de la TGIF, se investigaron los ingresos actuales de los hogares y las ganancias de las entidades en el DF, para proporcionar condiciones de base en la estimación de la VPP en términos monetarios.

Los detalles de la distribución del ingreso en hogares y las ganancias de entidades, su estimación en la Ciudad de México, así como los resultados del Sondeo de Opinión Pública que se realizó en 1998 e proporcionan en la sección de Datos M. Posteriormente se muestran los antecedentes teóricos y los cálculos *con tecnología de punta* del costo marginal a largo plazo (CMLP), tal y como se encuentran en la sección de datos M, para proporcionar un resumen del concepto económico subyacente y que permita la viabilidad financiera y la factibilidad económica, a partir de la TGIF y de la Tasa de Ganancia Interna Económica (TGIE).

b. Ingresos de los Hogares y Ganancias de las Entidades

Al preparar el cálculo de los beneficios del proyecto en términos de la voluntad para pagar (VPP) de las personas por el servicio público en cuestión, los ingresos actuales de los hogares y entidades en el DF se basan en el Sondeo de Opinión Pública (SOP) y en datos macroeconómicos, según sea el caso.

[26] Mientras tanto, hasta la fecha no se presenta aún el esquema de recuperación de costos para financiar el servicio de limpieza urbana en cuestión, ya que existen algunas dificultades en este momento para investigar la viabilidad financiera en términos de análisis de beneficio - costo respecto a este último (costos del plan de inversión prospecto) y los beneficios (las ganancias que emanan de las tarifas sobre el servicio público). En virtud de esto, debe notarse que el concepto "beneficios" que se utiliza posteriormente no tiene el sentido monetario de "ganancias" a partir de tarifas impuestas sobre beneficiarios directos, con la excepción tarifas para los productores a gran escala en el DF.

b.1 Ingresos de los Hogares

Distribución del Ingreso en México

La distribución del ingreso en México empeoró, tal y como muestran algunos indicadores económicos. Por ejemplo, el coeficiente de Gini para la distribución total de ingresos en México aumentó de 0.43 a 0.48 de la década de 1984 a 1994. Este deterioro tuvo lugar antes de la recesión inducida por la crisis de la moneda, que no puede atribuirse a los efectos de los ciclos de negocios. Por otro lado, el incremento en las diferencias de ingresos globales parece estar relacionado con una dispersión en los salarios de acuerdo con el nivel de escolaridad. Mientras que el salario promedio denotado por el ingreso monetario aumentó 8.1% en términos reales - de P.7.00 por hora a P. 7.57 por hora en el mismo período -, 83% de los trabajadores experimentaron una baja sensible en sus salarios.[27]

Estimación Conforme a la Información Macroeconómica

Las ganancias en 1997 por concepto de *Impuesto sobre la Nómina* en el DF se calcularon en P.2,434.9 millones[28] con 2 millones 833 mil contribuyentes registrados[29], lo que lleva a una estimación de impuesto sobre la nómina per capita de P. 859.7 en el año. Con esto, y en combinación con la tasa de impuesto sobre la nómina de 2%[30], la cantidad total en cheques de nómina que cada persona recibió en 1997 fue de P.42,973.8, ó P.3,581 al mes[31]. Si se considera también la población total del DF -8.62 millones -, la proporción de trabajadores en nómina del total de población en el DF es de 3.04. Si el promedio de personas por hogar fuera 4.75[32], el número de personas en nómina por hogar es de 1.56, , lo que lleva al cálculo del ingreso por hogar de P.5,586 al mes, o US$ 613.8 mensual.

Sondeo de Opinión Pública, (*SOP*)

De 388 respuestas efectivas, el promedio de ingreso mensual fue de P. 4,697.2, que equivale a US$ 516.2 por hogar y un promedio de 1.7 trabajadores con trabajo permanente por casa. Del ingreso bruto de los hogares, P.4,054.9, u 86.3% son los gastos actuales, asumiendo deducciones de 15% por concepto de impuestos y otros y que son razonables y concuerdan con este resultado. La distribución de los ingresos conforme a estas respuestas efectivas se ilustra en la Figura H-36[33]. Como se observa

---

[27] Referencia: Ulrich Lachler, *Educación e Inigualdad de Ingresos en México,* Documento de Investigación del Banco Mundial, 1949, 1998, p5

[28] Fuente: Informe dek Congreso, *Cuaderno Estadístico de las Finanzas Públicas del Distrito Federal,* 1997. Se proyectó la ganancia por impuestos en el DF en P.15,914 millones, de los cuales 15.3% provenían del impuesto sobre la nómina.

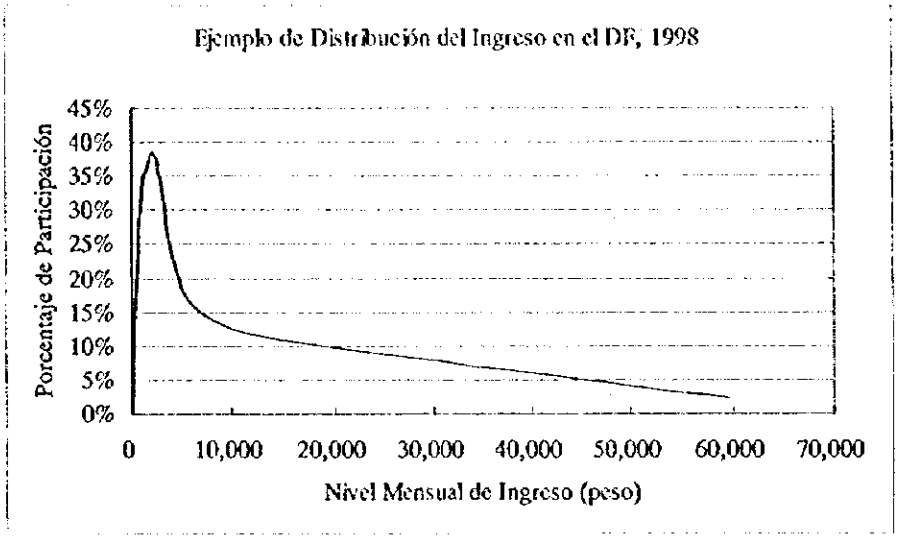
[29] El número de trabajadores en nómina del sector público y privado en el DF está calculado en 2 millones 765 mil personas en 1994, con un crecimiento proporcional al crecimiento anual de la población de 0.6% en el DF. (Fuente: INEGI, *XIV Censo Industrial, XI Comercial y XI Censo de Servicios, Censos Económicos 1994 DF*, p.6). En total, la población económicamente activa en México es aproximadamente de 36 millones en 1997.

[30] Fuente: CALIDAD ISEF, *Código Financiero del Distrito Federal 98*, p.85.

[31] Esta estimación es casi 20 a 25% menor para la gente de nivel administrativo en el sector público. (Referencia: entrevista con la Asesora Financiera del Gobierno del DF, 1998)

[32] Fuente: *SOP* realizado por el equipo de JICA en 1998

[33] Obviamente a la luz de la escolástica, la estimación de ejemplo del ingreso promedio no puede utilizarse como una referencia para observar los parámetros de la población, simplemente porque este grupo de habitantes interrogados no está distribuido de manera uniforme, contrario a lo expuesto en la *Fig. 8.7.5.xx*. Tampoco lo son las estadísticas no paramétricas o sin distribución, en las que las teorías



Datos: *SOP*, 1998

Figura H-36: Ejemplo de Distribución del Ingreso en el DF, 1998

b.2 Ingresos de las Empresas

Actualmente, en el DF no existen datos estadísticos disponibles sobre la posición financiera de las empresas en el DF. Con esto en mente, se utiliza alternadamente los datos macroeconómicos para calcular los ingresos brutos y por unidad operacional/no operacional de las empresas dentro del DF. El producto regional bruto de 1997 (PRB) en el DF fue de US$ 97 mil millones, aproximadamente una cuarta parte del PIB. Si se deduce la depreciación y los impuestos indirectos del PRB, el ingreso regional está calculado en 80% de la producción global de bienes y servicios en el DF, del cual la proporción de ganancia a los factores de producción - o agencias económicas - correspondientes al sector de negocios/empresas privadas es de 45%. Con esto, y en combinación con las 330,000 entidades registradas en el DF, los ingresos brutos y por unidad de las entidades están calculados en US$ 34,920 millones y US$ 0.105 millones por año, respectivamente. Dado que 35% de los ingresos gravables están sujetos al impuesto corporativo y a otros pagos indispensables por descuentos, los ingresos disponibles o ganancias netas propios son de US$ 22,698 millones y US$0.068 millones al año para las empresas en conjunto y por unidad, respectivamente.

grupo de habitantes interrogados no está distribuido de manera uniforme, contrario a lo expuesto en la *Fig. 8.7.5.xx*. Tampoco lo son las estadísticas no paramétricas o sin distribución, en las que las teorías sobre la población - con excepción de la continuidad de una variable al azar - no especifican cifras o estimación de parámetros. Conforme a las condiciones existentes en la actualidad, la estimación de ejemplo se podrían entender mejor como una especie de marca del nivel de ingreso o información de soporte para la estimación previa, derivada de datos macroeconómicos.

c. Voluntad Para Pagar (VPP) – El *"Precio de Oferta"* de la Población por el Servicio

En primer lugar se compilan una serie de "precio de oferta" que proporcionaron los beneficiarios directos (divididos en hogares y entidades a partir de este punto) en el DF por los servicios públicos en cuestión, como un índice aproximado de su voluntad para pagar[34]. Posteriormente, se proporciona la VPP teórica utilizada actualmente por las instituciones internacionales de préstamo y agencias de cooperación para sus análisis, en un intento por delinear la diferencia entre la percepción mundial y la VPP actual en la Ciudad de México.

c.1 Resultados del *SOP* – VPP Revelada y Dinero Transferido

Con los resultados del *SOP* recabados, la voluntad de cada uno de los hogares y entidades - fábricas, oficinas, mercados y escuelas - de pago por el servicio resultó ser respectivamente de P.12.5 semanales (US$59.4/año), P.0.016 por kilogramo, P.0.047 por kilogramo, P.0.024 por kilogramo y P.0.03 por kilo; por otro lado, las *propinas* y *fincas* que se pagaban eran de P.7.07 a la semana (US$33.6/año), P.0.018/kg, P.0.012/kg, P.0.051/kg, y P.0.458/kg[35], en ese orden. En total, la voluntad de los hogares de pago y la transferencia real dio las cifras de US$ 123.2 millones y US$ 69.7 millones anuales. Además, la VPP promedio[36] y las transacciones de dinero que tienen lugar para las entidades en conjunto en el DF son de P.0.03/kg y P.0.02/kg, o US$ 3.4 y US$ 2.2 por tonelada, combinando los globales de US$ 7.6 millones y US$ 5.0 millones por año, respectivamente.

Con lo anterior, y en combinación con las observaciones respecto a las estimaciones del ingreso disponible, la VPP y la transferencia monetaria que tienen lugar en los hogares representa 1.22% y 0.69%, respectivamente. En lo concerniente a las entidades en conjunto, las proporciones son marcadamente inferiores, con un nivel de 0.03% y 0.02%, siendo 53.8% del total de 4,169,000 toneladas de residuos (es decir, 2,243,000 ton) generadas por las entidades en el área.

Los resultados se resumen en el Cuadro H-92 y Cuadro H-93.

Cuadro H-92: Ingreso Bruto y Disponible por Beneficiario

	Ingreso bruto	Ingreso disponible
Promedio de hogares (US$/año)	6,194 (ó 516.2/mes)	5,347 (ó 445.6/mes)
Entidades en conjunto (US$ millones/año)	34,920	22,698
Entidades por unidad US$ millones/año)	0.105	0.068

[34] La VPP en teoría demuestra el juicio normativo de la población en términos de la cantidad máxima a pagar por los servicios en cuestión, suponiendo que los beneficiarios deciden qué porcentaje asignar de sus recursos, conforme a sus limitantes y preferencias. Dicho de otra forma, la VPP es el "precio de oferta" por los servicios del manejo de residuos sólidos que las personas revelan, para maximizar su bienestar sin enfrentar dificultades económicas.

[35] Esta "extraordinaria" estadística aparece en una de las escuelas y universidades muestreadas en la Delegación Gustavo A. Madero. Parece que el valor cambió la media de la voluntad de las entidades a un nivel un poco más alto, por lo que se excluye para las estimaciones posteriores.

[36] La VPP y las *fincas* atribuidas a fábricas, oficinas, mercados y escuelas se calcula entre el número de sondeos, que fueron respectivamente 20, 40, 40, y 40, dando un total de 140 entidades.

Cuadro H-93: VPP y Transferencia Reales de Dinero por Beneficiario

	Voluntad para pagar (VPP)		Transacciones reales	
	Cantidad	Proporción del ingreso disponible (%)	Cantidad	Proporción del ingreso disponible (%)
Hogares por unidad (US$/año)	65.3	1.22	36.9	0.69
Hogares en total (US$ mil/año) 1/	123.2	1.22	69.7	0.69
Entidades en total (US$ mil/año) 2/	7.6	0.03	5.0	0.02
Precio de oferta de las entidades (US$/ton)	3.4	0.014	2.2	0.009

1/ Se calculan 1.9 millones de hogares en el DF, con una población total de 8.6 millones y un promedio de 4.7 miembros por casa.

2/ Se calcula un promedio de. 2,243,000 ton de residuos generados anualmente por las entidades.

Visto lo anterior, los promedios de *propinas* y *fincas* revelados como VPP y que realmente se pagan en el DF resultaron de US$ 61.5 millones y US$ 34.9 millones por año en términos generales, utilizando la cantidad de residuos generados por cada uno de los beneficiarios.

c.2 VPP Hipotética – Suposición de Gastos Incrementados

Sería útil calcular aquí la capacidad de pago de la población. En este sentido, las instituciones internacionales de préstamo calculan, como una especies de gasto adicional, que el porcentaje del ingreso disponible de los hogares para el servicio del MRS es de alrededor de 2%, junto con otros servicios importantes como el agua, limpieza (drenaje, limpieza de calles) y transporte urbano, con niveles de 4%, 1% y 3-8%, respectivamente.[37]

Con esto, los gastos adicionales para los hogares y entidades en el DF se calculan en US$ 211.6 millones y US$ 499.4 millones anuales en bruto, y US$ 111.4 y US$ 1,496 al año por unidad para los hogares y entidades en el DF, respectivamente. Una vez que se dividen entre los residuos generados por cada categoría de beneficiarios, el promedio de VPP es de US$ 366.4 millones en general y US$ 856.2 anuales por unidad. Se resumen los totales de VPP revelada, transferencias reales de dinero y la VPP hipotética, calculados a partir de sondeos estadísticos en el DF en 1998 en el Cuadro H-94.

Cuadro H-94: Totales de VPP Revelada, Transferencia Real de Dinero y VPP Hipotética en el DF, 1998

Todos los beneficiarios en el DF, 1998	VPP revelada	Transferencia	VPP hipotética
Promedio (US$ millones)	61.5	34.9	366.4

d. Beneficios Calculados Mediante el Costo Marginal a Lago Plazo (CMLP)

Para que el análisis proporcione una sustentabilidad financiera que corresponda de manera directa con la asignación eficiente de recursos escasos en la sociedad, se calculan los beneficios del proyecto mediante el costo marginal a largo plazo. A diferencia de los datos financieros de apoyo que conllevan los costos del proyecto de

[37] Fuente: Banco Mundial, *Institutionalization of Integrated Urban Development*, 1994, p.9

cada uno de los componentes del mismo, se calculan los costos marginales (costos anualizados nivelados de construcción y mantenimiento) de nuevas unidades e instalaciones.

En resumen, el Cuadro H-95 muestra los costos marginales asociados con cada uno de los componentes del proyecto por marco institucional.

Cuadro H-95: CMLP por Componente del Proyecto y Marco Institucional

	Relleno Sanitario	Planta de Compostaje	BP E-IV		BP E-V		Planta de Compostaje		Total	
			FRC	CMLP	FRC	CMLP	FRC	CMLP	FRC	CMLP
Alternative 1	Case 1	Case 1	0.33	7.4	0.33	7.6	0.28	4.6	0.24	17.4
Alternative 2	Case 1	Case 2	0.33	7.4	0.33	7.6	0.28	4.6	0.24	17.7
Alternative 3	Case 2	Case 1	0.33	6.2	0.33	7.6	0.28	4.6	0.24	17.7
Alternative 4	Case 2	Case 2	0.33	6.2	0.33	7.6	0.28	4.6	0.24	18.0

Notas:
Caso 1: Incorporado de la DGSU
Caso 2: Construcción por parte de la DGSU y operado bajo contrato por el sector privado
Duración: 12 años Tasa de descuento social 20.0%
FRC: Foactor de recuperación del capital
CMLP: Costo Marginal a Lago Plago (US$ millón/año)

e. Análisis de la Tasa de Ganancia Interna Financiera (TGIF) y Evaluación Financiera

Se muestran a continuación los resultados en números junto con las variaciones de los "*beneficios*" considerados, que iniciaron con la visión del marco analítico e hipótesis expuestas anteriormente. Posteriormente, se realizará el análisis de sensibilidad para visualizar simular la viabilidad financiera con los cambios en las variables principales del modelo.

A diferencia de la configuración del modelo y los parámetros de la sección de Datos M, la estimación de la TGIF sólo fue posible cuando se contabilizaron los beneficios con la VPP hipotética, la fijación de costos marginales y los precios de mercado para el compostaje. Los resultados se resumen en el Cuadro H-96.

Cuadro H-96: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 1

unidad: %

	BP E-IV	BP E-V	Compostaje	Global
VPP – Pagada (i)	No calculable 1/	No calculable	NA 2/	No calculable
VPP – Revelada (ii)	No calculable	No calculable	NA	No calculable
VPP – Hipotética (iii)	47.5	82.0	NA	67.5 3/
Fijación de CM (iv)	15.5	19.7	37.4	23.3
Precio de mercado (v)	NA	NA	17.5	NA

Cuadro H-97: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 2

unidad: %

	BP E-IV	BP E-V	Compostaje	Global
VPP – Pagada (i)	No calculable 1/	No calculable	NA 2/	No calculable
VPP – Revelada (ii)	No calculable	No calculable	NA	No calculable
VPP – Hipotética (iii)	47.5	82.0	NA	67.5 3/
Fijación de CM (iv)	15.5	19.7	42.4	23.8
Precio de mercado (v)	NA	NA	19.3	NA

Cuadro H-98: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 3

unidad: %

	BP E-IV	BP E-V	Compostaje	Global
VPP – Pagada (i)	No calculable 1/	No calculable	NA 2/	No calculable
VPP – Revelada (ii)	No calculable	No calculable	NA	No calculable
VPP – Hipotética (iii)	58.2	71.7	NA	72.2 3/
Fijación de CM (iv)	19.5	22.4	42.4	26.4
Precio de mercado (v)	NA	NA	30.8	NA

Cuadro H-99: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 4

unidad: %

	BP E-IV	BP E-V	Compostaje	Global
VPP – Pagada (i)	No calculable 1/	No calculable	NA 2/	No calculable
VPP – Revelada (ii)	No calculable	No calculable	NA	No calculable
VPP – Hipotética (iii)	58.2	71.7	NA	72.2 3/
Fijación de CM (iv)	19.5	22.4	37.3	27.2
Precio de mercado (v)	NA	NA	19.3	NA

1/ No calculable – No se calculó matemáticamente la TGIF debido a que las cifras son demasiado bajas en el flujo neto de efectivo.

2/ NA – La TGIF no es apropiada para ser calculada para la sustentabilidad financiera, debido a la naturaleza de sus subcomponentes.

3/ Sin incluir el subcomponente de la planta de compostaje

(i) Considerando las transacciones de dinero actuales de beneficios a recolectores como beneficio.

(ii) Considerando la voluntad para pagar (VPP) que manifiesta actualmente la población en el DF como beneficio.

(iii) Considerando la VPP empírica como beneficio.

(iv) Considerando el costo marginal a largo plazo del servicio como beneficio.

(v) Obteniendo beneficios de la venta de composta a 700 pesos por tonelada.

Si se compara con el nivel de incremento de precios que se paga por el servicio, ambas alternativas con la transacción real de dinero y la VPP revelada como beneficios del proyecto, mostraron la capacidad de pago de la población y la sustentabilidad financiera, con todos los costos lejos de la línea base. No se pudo calcular la TGIF debido a los perfiles tan bajos de los beneficios -"ingresos" atribuibles a los casos. Con esto y en conjunción con los costos progresivos y adicionales de la disposición de residuos, la DGSU podría enfrentar dificultades en cuanto a vulnerabilidad financiera y debilidad en el manejo estable de este servicio público en el futuro. Toda la carga financiera la lleva - y la llevará - la DGSU, a menos que se inicie una política alternativa.

El Cuadro H-100 resume los flujos netos de efectivo para todo el proyecto y por subproyectos.

Cuadro H-100: Resumen de Costos Financieros por Alternativa

US$ millones

Alternativa 1

Cuadro de Costo Inicial Investment Cost Table

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno					0.23	0.23		0.10	0.10		0.33	0.33
Diseño & Supervisión	0.35	0.49	0.84	0.03	0.30	0.33		0.38	0.38	0.38	1.17	1.55
projecto piloto												
Obra civil & Construcción	1.42	4.91	6.32	0.29	2.97	3.25	0.00	0.02	0.02	2.51	7.89	9.60
Equipo	2.22		2.22					3.48	3.48	0.80	3.48	5.70
Renta de equipo												
Impuestos y Derechos	0.80	0.54	1.34	0.06	0.35	0.41	0.61	0.39	1.00	1.16	1.28	2.75
Costo de Base	4.79	5.91	10.72	0.38	3.84	4.22	3.69	4.36	8.05	9.33	14.14	22.99
Conting. Fís.	0.48	0.59	1.07	0.04	0.38	0.42	0.37	0.44	0.80	0.74	1.41	2.30
Costo de Base	5.27	6.53	11.80	0.42	4.23	4.65	4.06	4.80	8.85	5.05	15.55	25.29
Costo de Base + Conting. Fís.	0.33	1.22	1.55	0.04	1.22	1.26	0.41	1.64	2.05	6.63	4.08	4.86
IDC	0.58	1.55	2.13	0.03	1.09	1.12	0.31	1.34	1.65	5.94	3.98	4.90
Costo Total	6.2	9.3	15.5	0.5	6.5	7.0	4.8	7.8	12.5	17.6	23.6	35.1
Costos Totales s/IDC	5.6	7.8	13.3	0.5	5.5	5.9	4.5	6.4	10.9	11.7	19.6	30.2

Flujo Efectivo de Imversion para Operación & Mantenimiento del Proyecto Subcomponentes

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001	0.09	2.65	2.74							0.09	2.65	2.74
2002	0.07	0.44	0.51	1.60	5.17	6.77	0.13	0.56	0.70	1.80	6.18	7.98
2003		0.44	0.44	1.55	5.03	6.57	0.16	0.69	0.85	1.71	6.16	7.87
2004	0.07	0.44	0.51	1.58	4.89	6.47	0.16	0.69	0.85	1.81	6.02	7.84
2005	0.09	2.42	2.51		0.01	0.01	0.16	0.69	0.85	0.25	3.12	3.37
2006	0.16	2.42	2.58	0.05	0.01	0.06	0.16	0.69	0.85	0.37	3.12	3.49
2007		0.44	0.44	2.96	3.31	6.27	0.16	0.69	0.85	3.12	4.44	7.56
2008	0.07	0.44	0.51	0.13	2.34	2.47	2.61	0.69	3.29	2.81	3.47	6.28
2009	0.09	2.34	2.43		0.01	0.01	0.68	0.69	1.37	0.77	3.04	3.81
2010	0.16	2.14	2.30	0.05	0.01	0.06	0.16	0.69	0.85	0.37	2.84	3.21
Total	0.8	14.2	15.0	7.9	20.8	28.7	4.4	6.1	10.5	13.1	41.0	54.1

Flujo de Efective General para el Proyecto

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.05	0.06	0.11	0.00	0.04	0.04	0.00	0.07	0.07	0.05	0.17	0.22
2000	5.22	6.47	11.69	0.02	0.18	0.20	0.003	0.21	0.21	5.24	6.86	12.10
2001	0.09	2.65	2.74	0.39	4.01	4.41	3.36	3.08	6.44	3.84	9.74	13.59
2002	0.07	0.44	0.51	1.60	5.17	6.77	0.82	1.28	2.10	2.49	6.89	9.38
2003		0.44	0.44	1.55	5.03	6.57	0.16	1.41	1.57	1.71	6.87	8.59
2004	0.07	0.44	0.51	1.58	4.89	6.47	0.16	0.69	0.85	1.81	6.02	7.84
2005	0.09	2.42	2.51		0.01	0.01	0.16	0.69	0.85	0.25	3.12	3.37
2006	0.16	2.42	2.58	0.05	0.01	0.06	0.16	0.69	0.85	0.37	3.12	3.49
2007		0.44	0.44	2.96	3.31	6.27	0.16	0.69	0.85	3.12	4.44	7.56
2008	0.07	0.44	0.51	0.13	2.34	2.47	2.61	0.69	3.29	2.81	3.47	6.28
2009	0.09	2.34	2.43		0.01	0.01	0.68	0.69	1.37	0.77	3.04	3.81
2010	0.16	2.14	2.30	0.05	0.01	0.06	0.16	0.69	0.85	0.37	2.84	3.21
Total	6.1	20.7	26.8	8.3	25.0	33.3	8.5	10.9	19.3	22.8	56.6	79.4

Alternativa 2

Cuadro de Costo de Inversión Inicial Total

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno					0.23	0.23		0.10	0.10		0.33	0.33
Diseño & Supervisión	0.35	0.49	0.84	0.03	0.30	0.33		0.36	0.36	0.38	1.15	1.53
projecto piloto							0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02
Obra civil & Construcción	1.42	4.91	6.32	0.29	2.97	3.25		3.48	3.48	1.70	11.35	13.05
Equipo	2.22		2.22				1.44		1.44	3.66		3.66
Renta de equipo								0.98	0.98		0.98	0.98
Impuestos y Derechos	0.80	0.54	1.34	0.06	0.35	0.41	0.29	0.49	0.78	1.15	1.38	2.53
Costo de Base	4.79	5.94	10.72	0.38	3.84	4.22	1.73	5.43	7.16	6.90	15.21	22.10
Conting. Fís.	0.48	0.59	1.07	0.04	0.38	0.42	0.17	0.44	0.62	0.69	1.42	2.11
Costo de Base	5.27	6.53	11.80	0.42	4.23	4.65	1.90	5.87	7.77	7.58	16.63	24.21
Costo de Base + Conting. Fís.	0.33	1.22	1.55	0.01	1.22	1.26	0.19	2.17	2.37	0.56	4.62	5.18
IDC	0.58	1.55	2.13	0.03	1.09	1.12	0.14	1.66	1.80	0.75	4.30	5.05
Costo Total	6.2	9.3	15.5	0.5	6.5	7.0	2.2	9.7	11.9	8.9	25.5	34.4
Costos Totales s/IDC	5.6	7.8	13.3	0.5	5.5	5.9	2.1	8.0	10.1	8.1	21.2	29.4

Flujo Efectivo de Inversion para Operación & Mantenimiento del Proyecto Subcomponentes

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001	0.09	2.65	2.74							0.09	2.65	2.74
2002	0.07	0.44	0.51	1.60	5.17	6.77	0.13	0.56	0.70	1.80	6.18	7.98
2003		0.44	0.44	1.55	5.03	6.57	0.16	0.69	0.85	1.71	6.16	7.87
2004	0.07	0.44	0.51	1.58	4.89	6.47	0.16	1.18	1.34	1.81	6.51	8.33
2005	0.09	2.42	2.51		0.01	0.01	0.16	1.18	1.34	0.25	3.61	3.86
2006	0.16	2.42	2.58	0.05	0.01	0.06	0.16	1.18	1.34	0.37	3.61	3.98
2007		0.44	0.44	2.96	3.31	6.27	0.16	1.18	1.34	3.12	4.93	8.05
2008	0.07	0.44	0.51	0.13	2.34	2.47	1.31	1.18	2.49	1.51	3.96	5.47
2009	0.09	2.34	2.43		0.01	0.01	0.34	1.18	1.52	0.43	3.53	3.96
2010	0.16	2.14	2.30	0.05	0.01	0.06	0.16	1.18	1.34	0.37	3.33	3.70
Total	0.8	14.2	15.0	7.9	20.8	28.7	2.8	9.5	12.3	11.5	44.5	55.9

Flujo de Efective General para el Proyecto

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.05	0.06	0.11	0.00	0.04	0.04	0.00	0.06	0.06	0.05	0.15	0.21
2000	5.22	6.47	11.69	0.02	0.18	0.20	0.002	0.20	0.20	5.24	6.85	12.09
2001	0.09	2.65	2.74	0.39	4.01	4.41	1.52	2.98	4.50	2.00	9.65	11.64
2002	0.07	0.44	0.51	1.60	5.17	6.77	0.51	1.88	2.39	2.18	7.49	9.67
2003		0.44	0.44	1.55	5.03	6.57	0.16	2.00	2.17	1.71	7.47	9.18
2004	0.07	0.44	0.51	1.58	4.89	6.47	0.16	1.18	1.34	1.81	6.51	8.33
2005	0.09	2.42	2.51		0.01	0.01	0.16	1.18	1.34	0.25	3.61	3.86
2006	0.16	2.42	2.58	0.05	0.01	0.06	0.16	1.18	1.34	0.37	3.61	3.98
2007		0.44	0.44	2.96	3.31	6.27	0.16	1.18	1.34	3.12	4.93	8.05
2008	0.07	0.44	0.51	0.13	2.34	2.47	1.31	1.18	2.49	1.51	3.96	5.47
2009	0.09	2.34	2.43		0.01	0.01	0.34	1.18	1.52	0.43	3.53	3.96
2010	0.16	2.14	2.30	0.05	0.01	0.06	0.16	1.18	1.34	0.37	3.33	3.70
Total	6.1	20.7	26.8	8.3	25.0	33.3	4.7	15.4	20.0	19.0	61.1	80.1

Alternative 3

Cuadro de Costo de Inversión Inicial Total

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno								0.10	0.10		0.10	0.10
Diseño & Supervisión	0.13	0.49	0.62	0.13	0.49	0.62		0.38	0.38	0.26	1.36	1.62
projecto piloto							0.00	0.02		0.00	0.02	
Obra civil & Construcción	1.42	4.90	6.32	1.42	4.90	6.32		3.48	3.48	2.83	13.28	16.11
Equipo							3.07		3.07	3.07		3.07
Renta de equipo												
Impuestos y Derechos	0.31	0.54	0.85	0.31	0.54	0.85	0.61	0.40	1.01	1.23	1.48	2.71
Costo de Base	1.86	5.93	7.79	1.86	5.93	7.79	3.69	4.37	8.06	7.40	16.23	23.63
Conting. Fís.	0.19	0.59	0.78	0.19	0.59	0.78	0.37	0.44	0.81	0.74	1.62	2.36
Costo de Base	2.04	6.52	8.56	2.04	6.53	8.57	4.06	4.81	8.86	8.14	17.86	26.00
Costo de Base+Conting. Fís.	0.13	1.23	1.35	0.19	1.88	2.07	0.41	1.64	2.05	0.73	4.75	5.48
IDC	0.22	1.55	1.77	0.15	1.68	1.84	0.31	1.35	1.65	0.69	4.58	5.26
Costo Total	2.4	9.3	11.7	2.4	10.1	12.5	4.8	7.8	12.6	9.6	27.2	36.7
Costos Totales s/IDC	2.2	7.7	9.9	2.2	8.4	10.6	4.5	6.4	10.9	8.9	22.6	31.5

Flujo Efectivo de Inversion para Operación & Mantenimiento del Proyecto Subcomponentes

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001		0.92	0.92								0.92	0.92
2002	0.07	0.44	0.51	1.51	5.89	7.40	0.13	0.56	0.70	1.71	6.90	8.61
2003		0.44	0.44	1.46	5.75	7.21	0.16	0.69	0.85	1.62	6.88	8.50
2004	0.07	0.44	0.51	1.49	5.61	7.10	0.16	0.69	0.85	1.73	6.74	8.47
2005		2.72	2.72		0.24	0.24	0.16	0.69	0.85	0.16	3.65	3.81
2006	0.07	2.22	2.29	0.05	0.24	0.29	0.16	0.69	0.85	0.28	3.15	3.43
2007		0.44	0.44	0.54	4.03	4.57	0.16	0.69	0.85	0.70	5.16	5.86
2008	0.07	0.44	0.51	0.05	3.06	3.10	2.61	0.69	3.29	2.72	4.19	6.90
2009		3.06	3.06		0.24	0.24	0.68	0.69	1.37	0.68	3.99	4.67
2010	0.07	2.86	2.93	0.05	0.24	0.29	0.16	0.69	0.85	0.28	3.79	4.07
Total	0.4	14.0	14.4	5.1	25.3	30.4	4.4	6.1	10.5	9.9	45.4	55.2

Flujo de Efective General para el Proyecto

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.02	0.06	0.08	0.02	0.06	0.08	0.003	0.07	0.07	0.04	0.19	0.22
2000	2.02	6.50	8.53	0.09	0.30	0.39	0.00	0.21	0.21	2.12	7.01	9.13
2001		0.92	0.92	1.93	6.17	8.10	3.36	3.09	6.45	5.29	10.18	15.47
2002	0.07	0.44	0.51	1.51	5.89	7.40	0.82	1.28	2.10	2.40	7.62	10.01
2003		0.44	0.44	1.46	5.75	7.21	0.16	1.41	1.57	1.62	7.60	9.22
2004	0.07	0.44	0.51	1.49	5.61	7.10	0.16	0.69	0.85	1.73	6.74	8.46
2005		2.72	2.72		0.24	0.24	0.16	0.69	0.85	0.16	3.65	3.81
2006	0.07	2.22	2.29	0.05	0.24	0.29	0.16	0.69	0.85	0.28	3.15	3.43
2007		0.44	0.44	0.54	4.03	4.57	0.16	0.69	0.85	0.70	5.16	5.86
2008	0.07	0.44	0.51	0.05	3.06	3.10	2.61	0.69	3.29	2.72	4.19	6.90
2009		3.06	3.06		0.24	0.24	0.68	0.69	1.37	0.68	3.99	4.67
2010	0.07	2.86	2.93	0.05	0.24	0.29	0.16	0.69	0.85	0.28	3.76	4.04
Total	2.4	20.5	22.9	7.2	31.8	39.0	8.5	10.9	19.3	18.0	63.2	81.2

Alternative 4

Cuadro de Costo de I.I Investment Cost Table

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno								0.10	0.10		0.10	0.10
Diseño & Supervisión	0.13	0.49	0.62	0.13	0.49	0.62		0.36	0.36	0.26	1.34	1.60
projecto piloto							0.00	0.02				
Obra civil & Construcción	1.42	4.90	6.32	1.42	4.90	6.32		3.48	3.48	2.83	13.29	16.12
Equipo							1.43		1.43	1.43		1.43
Renta de equipo								0.98				
Impuestos y Derechos	0.31	0.54	0.85	0.31	0.54	0.85	0.29	0.49	0.78	0.90	1.57	2.48
Costo de Base	1.86	5.93	7.79	1.86	5.93	7.79	1.72	5.43	7.15	5.43	17.30	22.73
Conting. Fís.	0.19	0.59	0.78	0.19	0.59	0.78	0.17	0.44	0.61	0.54	1.63	2.17
Costo de Base	2.04	6.53	8.57	2.04	6.53	8.57	1.89	5.87	7.76	5.97	18.93	24.90
Costo de Base+Conting. Fís.	0.13	1.22	1.35	0.19	1.88	2.07	0.19	2.17	2.37	0.51	5.28	5.79
IDC	0.22	1.55	1.77	0.15	1.68	1.84	0.14	1.66	1.80	0.52	4.89	5.41
Costo Total	2.4	9.3	11.7	2.4	10.1	12.5	2.2	9.7	11.9	7.0	29.1	36.1
Costos Totales s/IDC	2.2	7.7	9.9	2.2	8.4	10.6	2.1	8.0	10.1	6.5	24.2	30.7

Flujo Efectivo de Inversion para Operación & Mantenimiento del Proyecto Subcomponentes

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001		0.92	0.92							0.13	0.92	0.92
2002	0.07	0.44	0.51	1.51	5.89	7.40	0.13	0.56	0.70	1.74	6.90	8.61
2003		0.44	0.44	1.46	5.75	7.21	0.16	0.69	0.85	1.62	6.88	8.50
2004	0.07	0.44	0.51	1.49	5.61	7.10	0.16	1.18	1.34	1.73	7.23	8.95
2005		2.72	2.72		0.24	0.24	0.16	1.18	1.34	0.16	4.14	4.30
2006	0.07	2.22	2.29	0.05	0.24	0.29	0.16	1.18	1.34	0.28	3.64	3.92
2007		0.44	0.44	0.54	4.03	4.57	0.16	1.18	1.34	1.85	5.65	6.35
2008	0.07	0.44	0.51	0.05	3.06	3.10	1.31	1.18	2.48	0.46	4.68	6.09
2009		3.06	3.06		0.24	0.24	0.34	1.18	1.52	0.16	4.48	4.82
2010	0.07	2.86	2.93	0.05	0.24	0.29	0.16	1.18	1.34	0.28	4.28	4.56
Total	0.4	14.0	14.4	5.1	25.3	30.4	2.8	9.5	12.3	8.3	48.8	57.0

Flujo de Efective General para el Proyecto

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.02	0.06	0.08	0.02	0.06	0.08	0.00	0.06	0.06	0.04	0.18	0.22
2000	2.02	6.47	8.49	0.09	0.30	0.39	0.002	0.20	0.20	2.12	6.97	9.08
2001		0.92	0.92	1.93	6.17	8.10	1.51	2.98	4.49	3.57	10.07	13.51
2002	0.07	0.44	0.51	1.51	5.89	7.40	0.51	1.88	2.39	2.12	8.21	10.30
2003		0.44	0.44	1.46	5.75	7.21	0.16	2.00	2.17	1.62	8.19	9.82
2004	0.07	0.44	0.51	1.49	5.61	7.10	0.16	1.18	1.34	1.73	7.23	8.95
2005		2.72	2.72		0.24	0.24	0.16	1.18	1.34	0.16	4.14	4.30
2006	0.07	2.22	2.29	0.05	0.24	0.29	0.16	1.18	1.34	0.28	3.64	3.92
2007		0.44	0.44	0.54	4.03	4.57	0.16	1.18	1.34	1.85	5.65	6.35
2008	0.07	0.44	0.51	0.05	3.06	3.10	1.31	1.18	2.48	0.46	4.68	6.09
2009		3.06	3.06		0.24	0.24	0.34	1.18	1.52	0.16	4.48	4.82
2010	0.07	2.86	2.93	0.05	0.24	0.29	0.16	1.18	1.34	0.28	4.28	4.56
Total	2.4	20.5	22.9	7.2	31.8	39.0	4.7	15.4	20.0	14.4	67.7	81.9

H.7.6 Evaluación Económica

H.7.6.1 Propuesta

Se realizó el análisis económico del proyecto de inversión propuesto para el MRS utilizando los costos y beneficios, calculados en términos de limitación de recursos y eficiencia en la asignación de los mismos a nivel nacional. Respecto al índice para evaluar la factibilidad económica, se llevó a cabo por medio de la revisión del Valor Presente Neto Económico (VPNE) para compararlo a partir de un nivel cero y mostrar su superioridad numérica. En la estimación de los beneficios económicos, se utilizó como referencia el costo que pudiera haberse acumulado, a menos de que se hubiera realizado el plan de inversión propuesto (*costo ahorrado*). En la práctica, es el costo del plan de inversión prospecto para el nuevo sitio de disposición final, que debe establecerse lo más pronto posible. Se volvió a evaluar el costo económico a partir de

los costos económicos sin incluir sus imperfecciones innatas debido a la fijación de precios no competitivos, exterioridad de la economía y los intrincados factores fiscales, tales como los impuestos y otros derechos sobre bienes y servicios en los mercados. De manera específica, el Factor de Conversión Estándar (FCE) para este análisis fue de 0.95, tomando en cuenta los bajos aranceles a las importaciones y subsidios a las exportaciones, así como aquellos que se aplican de manera reciente para los proyectos de inversión en México bajo los auspicios del Banco Mundial. Si se toma en cuenta la cuantificación de costos y beneficios acumulados en términos de la moneda local, el tipo de cambio aparente ronda el nivel de 1.05[38].

Los conceptos básicos, directrices y parámetros aplicados aquí se ven de manera más completa en la sección de Datos M.

H.7.6.2 Hallazgos

La factibilidad económica del plan de inversión prospecto a partir del VPNE se estimó de acuerdo con los principios directrices previos y los parámetros operacionales que a continuación se muestran. La evaluación económica para el VPNE se ha llevado a cabo para el componente del proyecto de sitios de disposición final, fundamentalmente la Etapa IV y V, porque ciertamente el/los sitio/s de disposición final se/son necesario/s si existen o no sistemas de procesamiento intermedios.

a. Beneficio Económico

El beneficio reemplazado por el costo que se ahorra es e teoría el costo no pagado que se hubiera acumulado de otra manera a la construcción del nuevo sitio de disposición final, que se ubicará más alejado de los otros. Aunque de manera indicativa, se prevé que el costo de inversión prospecto alcanzará US$ 70 millones[39], con un desembolso para inversión de capital de 28.6%, 42.8% y nuevamente 28.6% durante tres años, a partir de 1999. En términos de moneda, los beneficios directos son de US$ 20.0 millones, US$ 30 millones y US$ 20.0 millones durante el mismo período inicial de inversión.

b. Costo Económico

Los costos económicos totales de la inversión inicial acumulados para el manejo de una tonelada adicional para el manejo de residuos sólidos y su disposición en años venideros hasta el año 2010 están calculados en US$ 21.9 millones, US$ 21.0 millones, US$ 22.2 millones y US$ 20.8 millones para las Alternativas 1, 2, 3, y 4, respectivamente. De lo anterior, los costos económicos de los sitios de disposición final utilizados para la estimación de la factibilidad económica son de 14.4 millones y

[38] Como se puede ver, el tipo de cambio aparente (TCA) se expresa numéricamente como lo inverso al FCE.

[39] Se estima que se necesitan US$ 70 millones de la inversión inicial para la construcción de un nuevo relleno en Ixtapaluca, cuyo sitio fue evaluado como un sitio candidato probable siguiente al BP-V en el "Anexo D, Evaluación Comparativa de Sitios Candidatos par la Disposición Final de Residuos Sólidos". Para el 2010 se requerirán disponer aproximadamente 35 millones de residuos. El sitio de Ixtapaluca se localiza en una ladera y el acuífero bajo el sitio tiene buena calidad de agua subterránea. Por consiguiente, en la construcción del nuevo relleno será necesario considerar la construcción y tratamiento de lixiviados, y proteger que las aguas subterráneas se contaminen. El equipo del estudio asumió que el costo inicial de dicho relleno en $2 dólares por tonelada de residuo, siendo por lo tanto, 35 millones de toneladas de residuos multiplicado por $2 dólares igual a US$ 70 millones.

US$ 14.1 millones para las Alternativas 1,2 (Caso 1) y las Alternativas 3,4 (Caso 2), representando 65% para ambos casos. Los costos económicos de operación y mantenimiento también se convierten a partir del costo financiero al económico, lo que refleja el valor verdadero de los bienes y servicios que se emplearon en el proyecto. Estos costos económicos recurrentes son de US$ 52.1 millones, US$ 53.7 millones, US$ 52.6 millones y US$ 54.2 millones para las Alternativas 1, 2, 3, y 4, respectivamente.

En conjunto, los costos económicos acumulados al proyecto como un todo resultaron de US$ 74.0 millones, US$ 74.7 millones, US$ 75.2 millones y US$ 76.6 millones para las Alternativas 1, 2, 3 y 4, respectivamente. De esto, los costos económicos en cuestión para el estudio de factibilidad económica, es decir, la Etapa IV y Etapa V, alcanzaron niveles de US$ 56.3 millones y US$ 57.5 millones para el Caso 1 y Caso 2, representando aproximadamente 75% del total para ambos casos.

c. Valor Presente Neto Económico (VPNE)

Se calculó el Valor Presente Neto Económico (VPNE) con base en los nuevos costos y en el incremento de los mismos, así como de los beneficios asociados con los desembolsos en inversión propuestos durante un período máximo de 3 años, iniciando en 1999. Todos los costos son aparentes, ajustados a precio de mercado y expresados en términos de unidad monetaria fronteriza (dólar de EU).

Con la metodología y las hipótesis numéricas expresadas anteriormente, el VPNE de los sitios de disposición final se calcularon en US$ 26.2 millones y US$ 26.5 millones conforme al nivel de precios de 1998 para las Alternativas 1,2 (Caso 1) y las Alternativas 3,4 (Caso 2), con una tasa social de descuento de 20% durante los 12 años de duración del proyecto. Con esto, el desempeño general de los proyectos en términos de eficiencia en la asignación en la economía demostraron ser preferibles y substancialmente factibles.

Los resultados de los cálculos estimados anteriormente se resumen en el Cuadro H-103. El Cuadro H-101 detalla el desglose de la inversión de capital y los costos recurrentes para las Alternativas. Posteriormente, el Cuadro H-102 resume los flujos de efectivo para los sitios de disposición final en conjunto y por componente.

Cuadro H-101: Resumen de Costos Económicos

US$ millones

Alternativa 1

Costos económicos totales de la Inversión Inicial

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno					0.22	0.22		0.09	0.09		0.31	0.31
Diseño & Supervisión	0.35	0.47	0.82	0.03	0.29	0.31		0.38	0.38	0.38	1.13	1.51
projecto piloto												
Obra civil & Construcción	1.42	4.66	6.07	0.29	3.14	3.42	0.00	0.02	0.02	2.51	7.00	9.51
Equipo	2.22		2.22					3.33	3.33	2.22	3.33	5.55
Renta de equipo												
Impuestos y Derechos												
Costo de Base	3.99	5.12	9.11	0.32	3.64	3.95	3.07	3.81	6.89	7.78	12.58	19.95
Conting. fís.	0.40	0.51	0.91	0.03	0.36	0.40	0.31	0.38	0.69	0.34	1.26	1.90
Costo de Base	4.39	5.63	10.02	0.35	4.00	4.35	3.38	4.20	7.57	3.73	13.83	21.95
Costo de Base+Conting. Fís.												
IDC												
Costo Total	4.4	5.6	10.0	0.3	4.0	4.3	3.4	4.2	7.6	3.7	13.8	21.9

Flujo de Efectivo de Inversión para Operación & Mantenimiento del Proyecto por Subcomponentes (Costo de Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001	0.09	2.52	2.61							0.09	2.52	2.61
2002	0.07	0.42	0.49	1.60	4.91	6.51	0.13	0.54	0.67	1.80	5.87	7.67
2003		0.42	0.42	1.55	4.78	6.32	0.16	0.65	0.82	1.71	5.85	7.56
2004	0.07	0.42	0.49	1.58	4.65	6.23	0.16	0.65	0.82	1.81	5.72	7.54
2005	0.09	2.30	2.39		0.01	0.01	0.16	0.65	0.82	0.25	2.96	3.21
2006	0.16	2.30	2.46	0.05	0.01	0.06	0.16	0.65	0.82	0.37	2.96	3.33
2007		0.42	0.42	2.96	3.15	6.10	0.16	0.65	0.82	3.12	4.22	7.34
2008	0.07	0.42	0.49	0.13	2.22	2.35	2.61	0.65	3.26	2.81	3.29	6.10
2009	0.09	2.22	2.31		0.01	0.01	0.68	0.65	1.34	0.77	2.89	3.66
2010	0.16	2.03	2.19	0.05	0.01	0.06	0.16	0.65	0.82	0.37	2.70	3.07
Total	0.8	13.5	14.3	7.9	19.7	27.6	4.4	5.8	10.2	13.1	39.0	52.1

Flujo General de Efectivo para el Proyecto (Inv. Inci'CB+Cont. fis., O/M-Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.04	0.05	0.09	0.004	0.03	0.04	0.002	0.06	0.06	0.04	0.15	0.19
2000	4.35	5.58	9.93	0.02	0.17	0.19	0.002	0.18	0.19	4.37	5.94	10.31
2001	0.09	2.52	2.61	0.33	3.80	4.13	2.80	2.69	5.50	3.22	9.01	12.23
2002	0.07	0.42	0.49	1.60	4.91	6.51	0.71	1.16	1.87	2.37	6.50	8.87
2003		0.42	0.42	1.55	4.78	6.32	0.16	1.28	1.45	1.71	6.48	8.19
2004	0.07	0.42	0.49	1.58	4.65	6.23	0.16	0.65	0.82	1.81	5.72	7.54
2005	0.09	2.30	2.39		0.01	0.01	0.16	0.65	0.82	0.25	2.96	3.21
2006	0.16	2.30	2.46	0.05	0.01	0.06	0.16	0.65	0.82	0.37	2.96	3.33
2007		0.42	0.42	2.96	3.15	6.10	0.16	0.65	0.82	3.12	4.22	7.34
2008	0.07	0.42	0.49	0.13	2.22	2.35	2.61	0.65	3.26	2.81	3.29	6.10
2009	0.09	2.22	2.31		0.01	0.01	0.68	0.65	1.34	0.77	2.89	3.66
2010	0.16	2.03	2.19	0.05	0.01	0.06	0.16	0.65	0.82	0.37	2.70	3.07
Total	5.2	19.1	24.3	8.2	23.7	32.0	7.8	10.0	17.8	21.2	52.8	74.0

Alternativa 2

Cuadro del Costo Inicial de Inversión Global

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno					0.22	0.22		0.09	0.09		0.31	0.31
Diseño & Supervisión	0.35	0.49	0.84	0.03	0.28	0.31		0.34	0.34	0.38	1.12	1.50
projecto piloto							0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02
Obra civil & Construcción	1.42	4.91	6.32	0.29	2.82	3.11		3.30	3.30	1.70	11.03	12.73
Equipo	2.22		2.22				1.44		1.44	3.66		3.66
Renta de equipo								0.93	0.93		0.93	0.93
Impuestos y Derechos												
Costo de Base	3.99	5.40	9.39	0.32	3.32	3.64	1.44	4.69	6.13	5.75	13.40	19.15
Conting. Fis.	0.40	0.54	0.94	0.03	0.33	0.36	0.14	0.37	0.52	0.57	1.25	1.82
Costo de Base	4.39	5.94	10.32	0.35	3.65	4.00	1.58	5.06	6.65	6.32	14.65	20.97
Costo de Base + Conting. Fis.												
IDC												
Costo Total	4.4	5.9	10.3	0.3	3.7	4.0	1.6	5.1	6.6	6.3	14.7	21.0

Flujo de Efectivo de Inversión para Operación & Mantenimiento del Proyecto por Subcomponentes (Costo de Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001	0.09	2.52	2.61							0.09	2.52	2.61
2002	0.07	0.42	0.49	1.60	4.91	6.51	0.13	0.54	0.67	1.80	5.87	7.67
2003		0.42	0.42	1.55	4.78	6.32	0.16	0.65	0.82	1.71	5.85	7.56
2004	0.07	0.42	0.49	1.58	4.65	6.23	0.16	1.12	1.28	1.81	6.19	8.00
2005	0.09	2.30	2.39		0.01	0.01	0.16	1.12	1.28	0.25	3.43	3.68
2006	0.16	2.30	2.46	0.05	0.01	0.06	0.16	1.12	1.28	0.37	3.43	3.80
2007		0.42	0.42	2.96	3.15	6.10	0.16	1.12	1.28	3.12	4.69	7.81
2008	0.07	0.42	0.49	0.13	2.22	2.35	1.31	1.12	2.43	1.51	3.76	5.27
2009	0.09	2.22	2.31		0.01	0.01	0.34	1.12	1.46	0.43	3.35	3.78
2010	0.16	2.03	2.19	0.05	0.01	0.06	0.16	1.12	1.28	0.37	3.16	3.53
Total	0.8	13.5	14.3	7.9	19.7	27.6	2.8	9.0	11.8	11.5	42.2	53.7

Flujo General de Efectivo para el Proyecto (Inv. Inci'CB+Cont. fis., O/M-Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.04	0.05	0.09	0.004	0.03	0.03	0.002	0.05	0.05	0.04	0.14	0.18
2000	4.35	5.88	10.23	0.02	0.16	0.17	0.002	0.17	0.17	4.37	6.21	10.58
2001	0.09	2.52	2.61	0.33	3.47	3.79	1.27	2.57	3.84	1.68	8.55	10.24
2002	0.07	0.42	0.49	1.60	4.91	6.51	0.45	1.67	2.12	2.12	7.00	9.12
2003		0.42	0.42	1.55	4.78	6.32	0.16	1.79	1.95	1.71	6.98	8.70
2004	0.07	0.42	0.49	1.58	4.65	6.23	0.16	1.12	1.28	1.81	6.19	8.00
2005	0.09	2.30	2.39		0.01	0.01	0.16	1.12	1.28	0.25	3.43	3.68
2006	0.16	2.30	2.46	0.05	0.01	0.06	0.16	1.12	1.28	0.37	3.43	3.80
2007		0.42	0.42	2.96	3.15	6.10	0.16	1.12	1.28	3.12	4.69	7.81
2008	0.07	0.42	0.49	0.13	2.22	2.35	1.31	1.12	2.43	1.51	3.76	5.27
2009	0.09	2.22	2.31		0.01	0.01	0.34	1.12	1.46	0.43	3.35	3.78
2010	0.16	2.03	2.19	0.05	0.01	0.06	0.16	1.12	1.28	0.37	3.16	3.53
Total	5.2	19.4	24.6	8.2	23.4	31.6	4.3	14.1	18.4	17.8	56.9	74.7

Alternativa 3

Cuadro de Costos Iniciales de Inversión Totales

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno								0.09	0.09		0.09	0.09
Diseño & Supervisión	0.13	0.47	0.60	0.13	0.47	0.60		0.36	0.36	0.26	1.29	1.55
projecto piloto							0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02
Obra civil & Construcción	1.42	4.66	6.07	1.42	4.66	6.07		3.30	3.30	2.83	12.62	15.45
Equipo							3.07		3.07	3.07		3.07
Renta de equipo												
Impuestos y Derechos												
Costo de Base	1.55	5.12	6.67	1.55	5.13	6.67	3.07	3.77	6.85	6.17	14.02	20.19
Conting. Fis.	0.15	0.51	0.67	0.15	0.51	0.67	0.31	0.38	0.68	0.62	1.40	2.02
Costo de Base	1.70	5.63	7.34	1.70	5.64	7.34	3.38	4.15	7.53	6.78	15.42	22.20
Costo de Base+Conting. Fis.												
IDC												
Costo Total	1.7	5.6	7.3	1.7	5.6	7.3	3.4	4.2	7.5	6.8	15.4	22.2

Flujo de Efectivo de Inversión para Operación & Maintenimiento del Proyecto por Subcomponentes (Costo de Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001		0.87	0.87								0.87	0.87
2002	0.07	0.42	0.49	1.51	5.60	7.10	0.13	0.54	0.67	1.71	6.55	8.26
2003		0.42	0.42	1.46	5.46	6.92	0.16	0.65	0.82	1.62	6.53	8.16
2004	0.07	0.42	0.49	1.49	5.33	6.82	0.16	0.65	0.82	1.73	6.41	8.14
2005		2.58	2.58		0.23	0.23	0.16	0.65	0.82	0.16	3.47	3.63
2006	0.07	2.11	2.18	0.05	0.23	0.27	0.16	0.65	0.82	0.28	2.99	3.27
2007		0.42	0.42	0.54	3.83	4.37	0.16	0.65	0.82	0.70	4.90	5.61
2008	0.07	0.42	0.49	0.05	2.90	2.95	2.61	0.65	3.26	2.72	3.98	6.70
2009		2.91	2.91		0.23	0.23	0.68	0.65	1.34	0.68	3.79	4.47
2010	0.07	2.72	2.79	0.05	0.23	0.27	0.16	0.65	0.82	0.28	3.60	3.88
Total	0.4	13.3	13.7	5.1	24.0	29.2	4.4	5.8	10.2	9.9	43.1	53.0

Flujo General de Efectivo para el Proyecto (Inv. Inci'CB+Cont. fis., O,M-Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.01	0.02	0.03	0.016	0.05	0.07	0.002	0.06	0.06	0.03	0.13	0.16
2000	1.69	5.62	7.30	0.08	0.26	0.33	0.002	0.18	0.18	1.77	6.06	7.82
2001		0.87	0.87	1.61	5.33	6.94	2.80	2.67	5.47	4.41	8.87	13.28
2002	0.07	0.42	0.49	1.51	5.60	7.10	0.71	1.16	1.86	2.29	7.17	9.46
2003		0.42	0.42	1.46	5.46	6.92	0.16	1.27	1.44	1.62	7.15	8.78
2004	0.07	0.42	0.49	1.49	5.33	6.82	0.16	0.65	0.82	1.73	6.41	8.14
2005		2.58	2.58		0.23	0.23	0.16	0.65	0.82	0.16	3.47	3.63
2006	0.07	2.11	2.18	0.05	0.23	0.27	0.16	0.65	0.82	0.28	2.99	3.27
2007		0.42	0.42	0.54	3.83	4.37	0.16	0.65	0.82	0.70	4.90	5.61
2008	0.07	0.42	0.49	0.05	2.90	2.95	2.61	0.65	3.26	2.72	3.98	6.70
2009		2.91	2.91		0.23	0.23	0.68	0.65	1.34	0.68	3.79	4.47
2010	0.07	2.72	2.79	0.05	0.23	0.27	0.16	0.65	0.82	0.28	3.60	3.88
Total	2.1	18.9	21.0	6.8	29.7	36.5	7.8	9.9	17.7	16.7	58.5	75.2

Alternativa 4

Cuadro de Costos Iniciales de Inversión Totales

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
Arrendamiento de terreno		0.47	0.47					0.09	0.09		0.56	0.56
Diseño & Supervisión	0.13	4.66	4.79	0.13	0.47	0.60		0.34	0.34	0.26	5.47	5.73
projecto piloto							0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02
Obra civil & Construcción	1.42		1.42	1.42	4.66	6.07		3.30	3.30	2.83	7.96	10.79
Equipo							1.43		1.43	1.43		1.43
Renta de equipo								0.93				
Impuestos y Derechos												
Costo de Base	1.55	4.66	6.21	1.55	5.13	6.67	1.43	4.69	6.12	4.52	14.47	19.00
Conting. Fis.	0.15	0.51	0.67	0.15	0.51	0.67	0.14	0.37	0.52	0.45	1.40	1.85
Costo de Base	1.70	5.17	6.87	1.70	5.64	7.34	1.57	5.06	6.64	4.98	15.87	20.85
Costo de Base+Conting. Fis.												
IDC												
Costo Total	1.7	5.2	6.9	1.7	5.6	7.3	1.6	5.1	6.6	5.0	15.9	20.8

Flujo de Efectivo de Inversión para Operación & Mantenimiento del Proyecto por Subcomponentes (Costo de Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999												
2000												
2001		0.87	0.87								0.87	0.87
2002	0.07	0.42	0.49	1.51	5.60	7.10	0.13	0.54	0.67	1.74	6.55	8.29
2003		0.42	0.42	1.46	5.46	6.92	0.16	0.65	0.82	1.62	6.53	8.16
2004	0.07	0.42	0.49	1.49	5.33	6.82	0.16	1.12	1.28	1.73	6.87	8.60
2005		2.58	2.58		0.23	0.23	0.16	1.12	1.28	0.16	3.93	4.10
2006	0.07	2.11	2.18	0.05	0.23	0.27	0.16	1.12	1.28	0.28	3.46	3.74
2007		0.42	0.42	0.54	3.83	4.37	0.16	1.12	1.28	1.85	5.37	7.22
2008	0.07	0.42	0.49	0.05	2.90	2.95	1.31	1.12	2.43	1.43	4.44	5.87
2009		2.91	2.91		0.23	0.23	0.34	1.12	1.46	0.16	4.25	4.59
2010	0.07	2.72	2.79	0.05	0.23	0.27	0.16	1.12	1.28	0.28	4.07	4.35
Total	0.4	13.3	13.7	5.1	24.0	29.2	2.8	9.0	11.8	9.25	46.4	55.7

Flujo General de Efectivo para el Proyecto (Inv. Inci'CB+Cont. fis., O,M-Base)

	BP ETAPA IV			BP ETAPA V			Planta de Compostaje			GLOBAL		
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total
1999	0.01	0.05	0.06	0.016	0.05	0.07	0.002	0.05	0.05	0.03	0.15	0.18
2000	1.69	5.12	6.81	0.08	0.26	0.33	0.002	0.17	0.17	1.77	5.55	7.32
2001		0.87	0.87	1.61	5.33	6.94	1.26	2.57	3.83	3.00	8.77	11.64
2002	0.07	0.42	0.49	1.51	5.60	7.10	0.44	1.67	2.12	2.06	7.69	9.75
2003		0.42	0.42	1.46	5.46	6.92	0.16	1.79	1.95	1.62	7.67	9.29
2004	0.07	0.42	0.49	1.49	5.33	6.82	0.16	1.12	1.28	1.73	6.87	8.60
2005		2.58	2.58		0.23	0.23	0.16	1.12	1.28	0.16	3.93	4.10
2006	0.07	2.11	2.18	0.05	0.23	0.27	0.16	1.12	1.28	0.28	3.46	3.74
2007		0.42	0.42	0.54	3.83	4.37	0.16	1.12	1.28	1.43	5.37	7.22
2008	0.07	0.42	0.49	0.05	2.90	2.95	1.31	1.12	2.43	0.46	4.44	5.87
2009		2.91	2.91		0.23	0.23	0.34	1.12	1.46	0.16	4.25	4.59
2010	0.07	2.72	2.79	0.05	0.23	0.27	0.16	1.12	1.28	0.28	4.07	4.35
Total	2.1	18.5	20.6	6.8	29.7	36.5	4.3	14.1	18.4	14.4	62.2	76.6

Cuadro H-102: Resumen del Flujo Neto de Efectivo para el VPNE

US$ millones

Alternativa 1&2 (Caso 1)
Flujo de Efectivo General para el Proyecto (Inv. Ini.-CB+Cont. fis., O.M-Base)

	BP ETAPA IV			BP-ETAPA V			Aggregate				Flujo Neto
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Beneficio	de Efectivo
1999	0.04	0.05	0.09	0.004	0.03	0.04	0.04	0.08	0.13	20.00	19.87
2000	4.35	5.58	9.93	0.02	0.17	0.19	4.37	5.75	10.12	30.00	19.88
2001	0.09	2.52	2.61	0.33	3.80	4.13	0.41	6.32	6.73	20.00	13.27
2002	0.07	0.42	0.49	1.60	4.91	6.51	1.67	5.33	7.00		-7.00
2003	0.00	0.42	0.42	1.55	4.78	6.32	1.55	5.20	6.74		-6.74
2004	0.07	0.42	0.49	1.58	4.65	6.23	1.65	5.07	6.72		-6.72
2005	0.09	2.30	2.39	0.00	0.01	0.01	0.09	2.31	2.40		-2.40
2006	0.16	2.30	2.46	0.05	0.01	0.06	0.21	2.31	2.51		-2.51
2007	0.00	0.42	0.42	2.96	3.15	6.10	2.96	3.57	6.52		-6.52
2008	0.07	0.42	0.49	0.13	2.22	2.35	0.20	2.64	2.84		-2.84
2009	0.09	2.22	2.31	0.00	0.01	0.01	0.09	2.23	2.32		-2.32
2010	0.16	2.03	2.19	0.05	0.01	0.06	0.21	2.04	2.25		-2.25
Total	5.2	19.4	24.3	8.2	23.7	32.0	13.4	42.8	56.3	70.0	
	ENPV=	26.2 US$ million									

Alternativa 3&4 (Caso 2)
Flujo de Efectivo General para el Proyecto (Inv. Ini.-CB+Cont. fis., O.M-Base)

	BP ETAPA IV			BP-ETAPA V			Aggregate				Flujo Neto
	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Foráneo	Local	Total	Beneficio	de Efectivo
1999	0.01	0.02	0.03	0.016	0.05	0.07	0.03	0.07	0.10	20.00	19.90
2000	1.69	5.62	7.30	0.08	0.26	0.33	1.76	5.87	7.64	30.00	22.36
2001	0.00	0.87	0.87	1.61	5.33	6.94	1.61	6.20	7.81	20.00	12.19
2002	0.07	0.42	0.49	1.51	5.60	7.10	1.58	6.02	7.60		-7.60
2003	0.00	0.42	0.42	1.46	5.46	6.92	1.46	5.88	7.34		-7.34
2004	0.07	0.42	0.49	1.49	5.33	6.82	1.56	5.75	7.31		-7.31
2005	0.00	2.58	2.58	0.00	0.23	0.23	0.00	2.81	2.81		-2.81
2006	0.07	2.11	2.18	0.05	0.23	0.27	0.12	2.34	2.46		-2.46
2007	0.00	0.42	0.42	0.54	3.83	4.37	0.54	4.25	4.79		-4.79
2008	0.07	0.42	0.49	0.05	2.90	2.95	0.12	3.32	3.44		-3.44
2009	0.00	2.91	2.91	0.00	0.23	0.23	0.00	3.13	3.13		-3.13
2010	0.07	2.72	2.79	0.05	0.23	0.27	0.12	2.95	3.07		-3.07
Total	2.1	18.9	20.6	6.8	29.7	36.5	8.9	48.6	57.5	70.0	
	ENPV=	26.5 US$ million									

Cuadro H-103: Resumen de Factibilidad Económica por Componentes e Índices de Medición

	Sitios de Disp. Final	
	Caso 1	Caso 2
VPNE (US$ millones)	26.2	26.5

H.7.7 Evaluación Total

A manera de evaluación total, se concluyó que la implementación de los proyectos prioritarios es factible desde la perspectiva técnica, institucional, ambiental, financiera, y económica.