

# Manual

para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de  
los **Desastres**

Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
**CEPAL**

ORIGINAL: ESPAÑOL

El documento reproducido en esta publicación es de:  
CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 2003.

Manual para la evaluación del impacto  
socioeconómico y ambiental de los desastres  
LC/MEX/G.5  
LC/L.1874

Copyright © Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (El Banco Mundial), 2003.

Este material será reproducido para investigación, educación y propósitos académicos para los países miembros de ambas instituciones. El material está sujeto a revisión. Las opiniones e interpretaciones incluidas en este documento son exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones.

# Í N D I C E

---

## **TOMO I**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	v
---------------------------	---

### **PRIMERA PARTE**

ASPECTOS METODOLÓGICOS Y CONCEPTUALES .....	1
---	---

### **SEGUNDA PARTE**

SECTORES SOCIALES .....	29
I. Población afectada .....	29
II. Vivienda y asentamientos humanos .....	67
III. Educación y cultura .....	85
IV. Salud .....	102

## **TOMO II**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	v
---------------------------	---

### **TERCERA PARTE**

INFRAESTRUCTURA .....	1
I. Energía .....	1
II. Agua potable y saneamiento .....	18
III. Transporte y comunicaciones .....	43

## **TOMO III**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	v
---------------------------	---

### **CUARTA PARTE**

SECTORES ECONÓMICOS .....	1
I. Agropecuario .....	1
II. Industria y comercio .....	31
III. Turismo .....	52

## **TOMO IV**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	v
---------------------------	---

### **QUINTA PARTE**

EFECTOS GLOBALES DE LOS DAÑOS .....	1
I. Medio ambiente .....	1
II. Impacto de los desastres sobre las mujeres .....	45
III. Recapitulación de los daños .....	57
IV. Efectos macroeconómicos de los daños .....	71
V. Empleo e ingresos .....	110





# Introducción

## I. ANTECEDENTES

Los desastres tienen un efecto negativo sobre las condiciones de vida de la población, el desempeño económico de los países o regiones en que ocurren, además de que perjudican el acervo y los servicios ambientales. Las secuelas de los desastres se prolongan más allá del corto plazo y, en ocasiones, provocan cambios irreversibles tanto en las estructuras económicas y sociales como en el medio ambiente. En el caso de los países industrializados, los desastres afectan gravemente las considerables existencias de capital acumulado, en tanto que las pérdidas de vidas humanas son limitadas gracias, entre otros factores, a la disponibilidad de sistemas eficaces de alerta temprana y evacuación, así como a una mejor planificación del desarrollo urbano y a la aplicación de estándares y códigos de construcción más estrictos. En los países en desarrollo, en cambio, el número de muertes suele ser elevado debido a su mayor vulnerabilidad, uno de cuyos componentes es la ausencia o ineficacia de los sistemas de pronóstico y evacuación. Si bien en estos casos las pérdidas de capital son menores en términos absolutos comparadas con las de los países desarrollados, su peso relativo y su impacto económico general suelen ser muy significativos, e incluso afectan su sustentabilidad.<sup>1</sup>

Los desastres pueden ser de origen natural o antrópico, pero sus consecuencias reflejan la combinación de ambos procesos, es decir, de la interacción del ser humano con la naturaleza y de los ciclos o sistemas propios de ésta. La ocurrencia de desastres no sólo es muy frecuente en todo el mundo, sino que parecería que su incidencia e intensidad se han incrementado en años recientes. Las estimaciones realizadas por misiones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) indican que en las últimas tres décadas más de 150 millones de habitantes de la región han sido afectados por los desastres y que en el mismo período habrían perecido más de 108 000 personas y se habrían generado 12 millones de damnificados directos. Por otra parte, el monto total de los daños acumulados —sin que la estimación sea exhaustiva para toda la región— ascendería a más de 50 000 millones de dólares de 1998, pérdidas que se concentran en los países de menor tamaño y desarrollo relativo, particularmente en el área Andina, Centroamérica y el Caribe.<sup>2</sup> El gráfico 1 ilustra los efectos de los desastres evaluados en el cuatrienio 1998-2001.

---

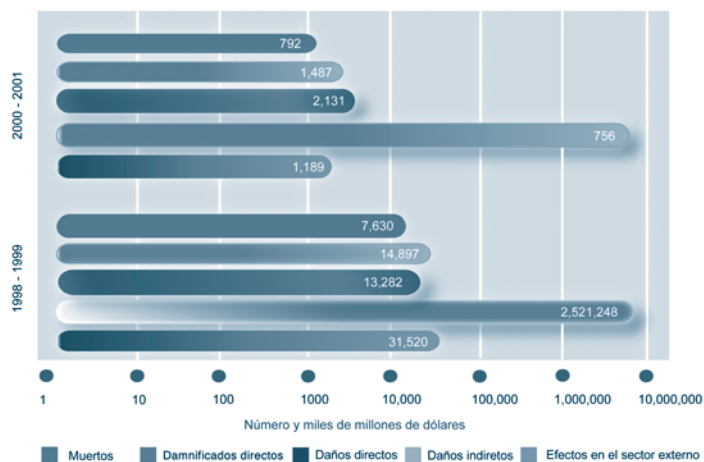
<sup>1</sup> Jovel, Roberto (1989), "Los desastres naturales y su incidencia económico-social", en la *Revista de la CEPAL* No. 38, Santiago de Chile.

<sup>2</sup> Al respecto, véase, por ejemplo, CEPAL y BID (2000), *Un tema de desarrollo: La reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres*, México y Washington.

Las estadísticas mundiales muestran que los desastres causan daños socialmente más significativos y en ocasiones irreversibles en los países en desarrollo, al concentrarse y afectar en mayor medida a los grupos de población más pobres y vulnerables. En el mundo desarrollado, en contraposición, gracias a la disponibilidad de recursos y tecnología, en el curso de los años se ha logrado un creciente y sustancial grado de protección contra desastres mediante la introducción de medidas efectivas de prevención, mitigación y planificación, junto con sistemas de reducción de la vulnerabilidad. Sin embargo, incluso en estos países los daños se han incrementado enormemente como resultado de la mayor densidad y el valor de las actividades desarrolladas por la sociedad.

En el caso de América Latina y el Caribe se han logrado algunos progresos en el campo de la planificación, prevención y mitigación, aunque amplios segmentos de la población todavía viven en condiciones precarias y de alta vulnerabilidad. En este sentido, se debe tener en cuenta que la mayoría de los países de la región se distribuyen en áreas propensas a la incidencia de fenómenos naturales tanto de origen hidrometeorológico como geológico. A ello obedece la conocida secuela de pérdidas de vidas humanas, fuerte daño a la infraestructura física y social, peor desempeño económico y deterioro ambiental en la región.

**Gráfico 1**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EFECTOS DE DESASTRES (1998-2001)**



vi

Los desastres pueden tener muchos efectos negativos: daños a la infraestructura económica y social, alteraciones ambientales, cambios en las prioridades de desarrollo —incluso, para poder reponer los acervos perdidos, a menudo se relegan proyectos que pretenden resolver carencias de larga data—, desequilibrios fiscales y del sector externo, incremento de precios y modificaciones en la estructura demográfica.

No obstante, el impacto más comprometedor es, sin duda, el deterioro de las condiciones de vida de la población, especialmente entre los estratos más pobres y vulnerables, como se mencionó anteriormente. Además, con frecuencia creciente los desastres no sólo afectan a la comunidad o el país donde ocurre el desastre, sino que sus consecuencias también se resienten en países vecinos o más distantes, a través de movimientos migratorios inesperados, transmisión de enfermedades, reducción de intercambios comerciales, o bien por alteraciones ambientales que se extienden más allá de las fronteras.

Las acciones para reducir los efectos a largo plazo de los desastres se deben enfocar en dos frentes paralelos. En primer lugar, en previsión de un evento desastroso, la asignación de recursos para la prevención y mitigación del impacto como parte integral de una estrategia de desarrollo económico y social. Hay que considerar tales recursos como una inversión de alto retorno —en términos económicos, sociales y políticos— indispensable para asegurar el crecimiento en el largo plazo. En segundo lugar, una vez ocurrido un desastre, es imprescindible asegurarse de que las inversiones destinadas a la reconstrucción sean empleadas con miras a una reducción de la vulnerabilidad que garantice un desarrollo sostenible.

Cuando se produce un desastre, los encargados de evaluar los requerimientos para satisfacer las necesidades humanitarias durante la fase de emergencia son normalmente las entidades nacionales de emergencia, con el apoyo del Sistema de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales públicas y privadas. Actualmente es una práctica habitual que la comunidad o país afectado emprenda las acciones más urgentes para satisfacer las necesidades humanitarias que surgen de la emergencia. Además, países amigos y organizaciones internacionales —tanto directamente como a través de ONG— rápidamente proporcionan asistencia adicional. Los agentes privados y públicos participan en este esfuerzo, junto con muchas ONG o de asistencia social locales, regionales e internacionales.

vii

Aun así, la reconstrucción de los activos destruidos o dañados normalmente requiere recursos más allá de los disponibles durante la fase de emergencia o asistencia humanitaria, o inclusive de aquellos al alcance de los países afectados. Luego, en muchos casos la reconstrucción se lleva a cabo sin que se reduzca la vulnerabilidad. Dicho de una manera directa, la vulnerabilidad se reconstruye en vez de aminorarse.

A fin de evitar esta situación, inmediatamente después de superar la fase de emergencia, se debe practicar una evaluación de los efectos directos e indirectos del evento, así como de sus consecuencias para el bienestar social y el desempeño económico del país o la región afectada. Esta evaluación no debe necesariamente ser precisa en términos de cuantificación, pero sí es exigible que sea lo más completa posible en el sentido de abarcar el conjunto de efectos y su impacto sobre los diferentes sectores económicos y sociales, la infraestructura física y los acervos ambientales. Mediante tales estimaciones será posible determinar el monto necesario para la reconstrucción, tarea urgente ya que los afectados no pueden esperar mucho tiempo en las condiciones que suelen privar después del desastre.

Sin ese ejercicio es imposible definir y poner en práctica los programas y proyectos de reconstrucción, muchos de los cuales exigen la cooperación técnica y financiera internacional. Los programas y proyectos de reconstrucción deben diseñarse en el marco de una estrategia de mitigación y prevención como parte del proceso de desarrollo, si se pretende asegurar la reducción de la vulnerabilidad después del desastre.

Con ese propósito, se hace necesario un conjunto de herramientas de diagnóstico para medir la naturaleza y el monto de las pérdidas causadas por los diferentes tipos de desastre. En tal sentido, es aún reducido el número de metodologías útiles para la medición de los efectos sociales, económicos y ambientales de los desastres.

Apoyándose en la larga experiencia obtenida a partir de los años setenta en la evaluación de los principales desastres acaecidos en América Latina y el Caribe, la CEPAL desarrolló una metodología para la evaluación de los daños y las pérdidas causados por estos eventos, la cual se basa en el desarrollo y la ampliación de los conceptos presentados una década atrás por parte de la Oficina del Coordinador de la Ayuda en casos de Emergencia (UNDRO).<sup>3</sup>

viii

La metodología publicada entonces por la CEPAL permitió determinar los efectos de los desastres de origen natural, aunque también es aplicable a los de origen antrópico, como en el caso de ciertos conflictos armados en Centroamérica. En el manual de la CEPAL los efectos de los desastres se evalúan tanto en el nivel sectorial como el global, a la vez que se mide la capacidad del país o la región afectada para acometer la reconstrucción, así como se determinan los requerimientos de cooperación internacional para ésta. Por cierto, esta tarea está condicionada por la situación de insuficiente información cuantitativa confiable que prevalece en América Latina y el Caribe, cuya disponibilidad es aun más limitada tras un evento desastroso. Asimismo, el manual publicado en aquella ocasión no permitía estimar los daños sobre ciertos sectores económicos y sociales, el medio ambiente y grupos específicos de población.

Por esa razón, a partir de la evaluación de numerosos casos de desastre padecidos en la década de los noventa, y sobre la base de desarrollar nuevos conceptos complementarios, se presenta ahora una versión revisada y ampliada del mencionado manual, que se beneficia también del concurso y las aportaciones de distinguidos expertos y consultores latinoamericanos y caribeños, así como de otras regiones del mundo.

---

<sup>3</sup> CEPAL (1991), *Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales*, Santiago de Chile; UNDRO (1979), *Prevención y mitigación de desastres: Compendio de los conocimientos actuales*, Volumen 7, Aspectos económicos, Nueva York, Naciones Unidas.



En esta nueva versión se ha revisado y refinado la metodología para la evaluación de daños en varios sectores que ya aparecían en la publicación de 1991. Además, se incorporan nuevos y significativos cambios. En este sentido, ha sido relevante incluir temas transversales a todos los sectores (como el medio ambiente, el empleo y el ingreso), y ponderar los efectos diferenciales en las mujeres, cuya acción es esencial durante la reconstrucción y en la mitigación de futuros impactos de desastres. Se propone también el uso de los nuevos instrumentos disponibles para este tipo de análisis, en particular las bases de datos accesibles por Internet, el uso de sensores remotos y la sistematización de información georreferenciada. Por otra parte, se apuntan algunas de las dificultades analíticas asociadas al rezago en la compilación de información suficientemente desagregada —por ejemplo, por sexo, por grupos de ingreso o por zonas geográficas o políticas de un país— o la inexistencia de "líneas de base" que definan las situaciones "normales" antes de un desastre (diagnósticos de situación ambiental, indicadores de desarrollo humano y del tejido social).

## I I . C O N T E N I D O

En esta nueva versión del Manual de la CEPAL se describe la metodología para realizar la evaluación de los efectos económicos, sociales y ambientales de los desastres, que se clasifican en daños directos e indirectos, y en efectos macroeconómicos y globales. El manual no se ocupa de describir el origen de los desastres ni las acciones emprendidas durante la fase de la emergencia o asistencia humanitaria, por cuanto ello cae dentro de la esfera de acción de otros organismos y entidades. Se considera que esta segunda versión representa el avance de un esfuerzo inconcluso que continuará enriqueciéndose con la experiencia y los aportes de los usuarios del propio manual al aplicarlo a situaciones concretas, siempre cambiantes y novedosas.

ix

El manual aborda los aspectos conceptuales y metodológicos para la medición de los daños que el desastre ocasiona en los acervos de capital y los flujos de producción de bienes y servicios, además de estimar los efectos temporales que pueden generarse en las principales variables macroeconómicas. Se incluye en esta ocasión los daños y efectos sobre las condiciones de vida, el desempeño de las economías y el medio ambiente.

El manual es una herramienta que ayuda a los interesados en la identificación y cuantificación de los daños de un desastre, mediante una metodología uniforme y coherente ya probada a lo largo de tres décadas de aplicación. Asimismo, se brindan los elementos necesarios para identificar aquellos sectores sociales, económicos y ambientales, así como las regiones geográficas que han resultado más afectados y que exigen atención prioritaria en la fase de la reconstrucción. El grado de desagregación de los daños que se pueda alcanzar aplicando el manual dependerá, sin embargo, de la disponibilidad de información cuantitativa que exista en el país o región afectada. La metodología presentada posibilita evaluar los daños ocasionados por todo tipo de

desastres, sean éstos de origen natural o antrópico, intempestivos o de largo período de gestación. La aplicación de la metodología ayuda también a determinar si se dispone localmente de la capacidad suficiente para enfrentar las tareas de la reconstrucción exclusivamente con recursos propios o si, por el contrario, se requerirá el concurso de la cooperación internacional.

Si bien este manual proporciona la metodología para evaluar diferentes tipos de situación, no se pretende que sea exhaustiva. Se espera, sin embargo, que los conceptos y ejemplos expuestos permitan al analista disponer de las herramientas indispensables para examinar casos no necesariamente explicitados.

El manual se divide en cinco secciones. La primera se refiere a los aspectos conceptuales y metodológicos generales de las evaluaciones. La segunda sección describe los métodos para la estimación de los daños y las pérdidas en los sectores sociales, y se divide en los capítulos de vivienda y asentamientos humanos, educación y cultura, y salud. La tercera sección se concentra en la infraestructura de servicios, desglosados en acápite de transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento. La cuarta sección trata sobre los daños y las pérdidas entre sectores productivos y se separa en títulos que abordan los sectores agropecuario y pesquero, industrial, comercial y turístico. La quinta sección se enfoca en los efectos globales, efectos transversales a distintos sectores y efectos macroeconómicos, y se expone en capítulos dedicados a los daños ambientales, el efecto diferencial de los desastres entre las mujeres, el empleo y el ingreso; se presenta una recapitulación de los daños que proporciona un procedimiento para la agregación de los daños directos e indirectos totales y para la medición de los efectos sobre los principales agregados macroeconómicos.

x

La recapitulación es de especial relevancia ya que, al expresar el daño total en comparación con el tamaño de la economía u otras variables generales, permite dimensionar la magnitud del desastre y sus impactos globales. El análisis para medir los efectos del desastre sobre el posible comportamiento de las principales variables o indicadores macroeconómicos se refiere a un período de tiempo futuro que varía entre uno y dos años posteriores al evento, pero que puede ampliarse —dependiendo de la magnitud del daño— hasta cinco años.

Además del marco conceptual descrito en cada capítulo, también se incluyen, como anexos a cada sector, ejemplos prácticos de casos reales analizados por la Secretaría de la CEPAL. Se ha procurado, en la medida de lo posible, que los ejemplos reflejen tanto la variedad de eventos (climáticos, geológicos, de corta duración y de desarrollo lento, susceptibles de alerta temprana y prevención o súbitos) como la diversa composición de los daños y su peso relativo. Se ha intentado reflejar las experiencias de países geográficamente diversos, y en condiciones especiales de vulnerabilidad, como las que se enfrentan en los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID). Asimismo se abordan eventos recurrentes o estacionales y fenómenos con ciclos de incidencia más largos o menos previsible.

El manual se presenta en un formato de fácil manejo para aquellas personas especializadas en la evaluación de sectores específicos, ya que cada uno de éstos aparece de forma separada y acompañado por los aspectos conceptuales que le son propios. El manual estará disponible en formato electrónico de CD-ROM, que adicionalmente incluye ejemplos de evaluaciones de casos llevadas a cabo recientemente usando la metodología revisada, y también se puede obtener en la página web de la CEPAL. Se confía en que esta segunda versión será no sólo más completa sino más "amigable" para el usuario.

Se espera que sus lectores y usuarios aporten su experiencia para enriquecerlo y mejorarlo en futuras ediciones. Se propone asimismo usarlo como herramienta de capacitación e instrumento de difusión en procesos de educación sobre riesgos y para la promoción de una mayor cultura de la prevención.

### III. EL MOMENTO MÁS ADECUADO PARA LLEVAR A CABO LA EVALUACIÓN

xi

No es posible definir ni generalizar de antemano la ocasión que ameritaría el uso de la presente metodología para realizar una evaluación, pues ello dependerá de cada caso en función del tipo de fenómeno que origina el desastre, su magnitud y su alcance geográfico. En general, la experiencia indica que no conviene iniciar una evaluación sino hasta que ya esté bien avanzada la fase de atención de la emergencia, tanto para no interferir con las actividades de rescate y salvamento como para asegurar la disponibilidad de suficiente información cuantitativa sobre los daños y efectos (directos, indirectos y macroeconómicos). Dado que siempre se requiere el concurso del personal sustantivo nacional y de las zonas afectadas como contraparte del equipo evaluador, deberá fijarse el momento para iniciar la evaluación cuando tales contrapartes ya no estén involucradas en las labores de socorro y ayuda humanitaria o, como suele ocurrir, no estén ellas mismas o sus familias en condición de damnificadas.

No obstante, tampoco es recomendable demorarse excesivamente en dar inicio a la evaluación, ya que los resultados que arroje podrían ser determinantes para concitar el apoyo interno y externo en las labores de reconstrucción. Al respecto, tómese en cuenta que la atención de la comunidad internacional podría desviarse hacia otras catástrofes que ocurrieran en otra parte del mundo con posterioridad al desastre en referencia, restando así posibilidades de cooperación para la reconstrucción en este último.

Tampoco se puede definir de antemano el orden y la secuencia de los temas que habrán de abordarse en cada una de las evaluaciones, por cuanto ello depende del tipo y la magnitud del evento de que se trate. Aun así, en términos generales, el análisis suele iniciar con una apreciación de la magnitud de la población que ha sido impactada; luego se definen los diversos grados de afectación, procurando visualizar el impacto diferencial entre hombres y mujeres, así como los aportes de unos y otras durante la emergencia y los procesos de rehabilitación y reconstrucción. A continuación se identifican y analizan los daños y efectos sufridos por los diferentes sectores sociales en lo que respecta a vivienda y asentamientos humanos, educación y cultura, y salud, destacando la situación de los grupos más vulnerables. En seguida se abordan los sectores económicos —agropecuario y pesquero, industrial y comercial—, así como servicios e infraestructura. El análisis de los efectos del desastre sobre el patrimonio y los servicios ambientales puede emprenderse de manera simultánea.

El desglose y la profundidad con que se realiza el análisis —como puede observarse en los más recientes documentos elaborados por la Secretaría de la CEPAL— depende del tipo de fenómeno y de la disponibilidad de información para estimar los daños y pérdidas. Así, en algunos casos resulta recomendable efectuar un recuento pormenorizado de los daños y efectos que abarque a los grupos vulnerables, las municipalidades y las comunidades locales afectadas dentro de un país.

## xii IV. RECONOCIMIENTOS

El Gobierno de Italia —que ya había hecho posible la primera versión publicada en 1991— proporcionó apoyo financiero para esta segunda versión del manual. Del gobierno de los Países Bajos también se recibió apoyo adicional, canalizado a través de su programa de cooperación técnica con la CEPAL.

Adicionalmente, se dispuso de la cooperación técnica de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) para la preparación de los capítulos sobre salud, agua y saneamiento, así como de la Secretaría Técnica de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), orientada especialmente a los temas de su competencia.

El Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se mantuvieron cercanos durante la elaboración de la versión revisada del manual, el cual enriquecieron en las reuniones de revisión con valiosos comentarios. Además el Banco Mundial suministró insumos y apoyo financiero para la revisión de este Manual. Los recursos adicionales para este esfuerzo fueron aportados bajo la cobertura del *ProVention Consortium*, con el apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores del Gobierno del Reino de Noruega y de la Secretaría para el Desarrollo Internacional del Gobierno del Reino Unido a través de su Departamento de Conflictos y Asuntos Humanitarios.

La CEPAL agradece profundamente este apoyo y reconoce también lo valioso que fue para este ejercicio la interacción con numerosos funcionarios, académicos y personas en general que en el curso de las misiones de evaluación realizadas en países de la región emitieron opiniones y aportaron sus conocimientos para mejorar y perfeccionar el trabajo.

## V. AUTORÍA

La CEPAL encargó a Ricardo Zapata Martí, funcionario de la Sede Subregional en México, se ocupase de dirigir la elaboración de esta versión del Manual. Roberto Jovel, responsable de dirigir la elaboración de la primera versión, fue contratado como consultor externo para orientar y supervisar la actual, así como para redactar algunas secciones.

Las siguientes personas –pertenecientes a la planta permanente y en un esfuerzo de colaboración interdivisional de la CEPAL o fungiendo como consultores (externos o de alguna organización)– tuvieron a su cargo la elaboración de las diversas secciones del manual:

*Población afectada:* Jose Miguel Guzmán con el apoyo del Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), Alejandra Silva, Serge Poulard, y Roberto Jovel.

*Educación y cultura:* Teresa Guevara consultora de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

*Salud:* Marcel Clodión consultor de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) y Claudio Osorio (OPS/OMS).

*Vivienda y asentamientos humanos:* Daniela Simioni, de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos (DMAAH) de la CEPAL, con el apoyo de Mauricio Faciolince, Ricardo Bascuñan y Silvio Griguolo (consultores).

xiii

*Energía:* Roberto Jovel, con base en el trabajo previo de Ricardo Arosamena (consultor).

*Agua y saneamiento:* Claudio Osorio (OPS/OMS).

*Transporte y comunicaciones:* Ian Thomson Jefe de la Unidad de Transportes de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL, con la colaboración de David Smith (consultor).

*Sector agropecuario y pesca:* Antonio Tapia (consultor), con apoyo de Roberto Jovel.

*Industria y comercio:* Daniel Bitrán consultor y funcionario del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de México.

*Turismo:* Françoise Carner (consultora), José Javier Gómez (DMAAH) y Erik Blommestein, de la Sede Subregional de la CEPAL para el Caribe, Puerto España, Trinidad y Tabago.

*Medio ambiente:* José Javier Gómez (DMAAH), Erik Blommestein, Roberto Jovel, Alfonso Mata, Cesare Dosi, con contribuciones de David Smith, Leonard Nurse e Ivor Jackson (consultores).

*Impacto sobre las mujeres:* Roberto Jovel, con base en el informe elaborado por Angeles Arenas (consultora) y con contribuciones de Asha Kambon y Roberta Clarke de la Sede Subregional de la CEPAL para el Caribe, Puerto España, Trinidad y Tabago, así como de Sarah Bradshaw y Fredericka Deare (consultoras).

*Recapitulación de los daños:* Roberto Jovel.

*Efectos macroeconómicos:* Ricardo Zapata y René Hernández, de la Sede Subregional de la CEPAL en México.

Las siguientes personas de la CEPAL leyeron el borrador del documento y proporcionaron valiosas sugerencias que han permitido el enriquecimiento del manual:

Nieves Rico, Unidad Mujer y Desarrollo (Sede Chile), Pilar Vidal, Unidad Mujer y Desarrollo (Sede Subregional México), Esteban Pérez, (Sede Subregional para el Caribe, Puerto España, Trinidad y Tabago).

# Tercera Parte

## Infraestructura

### I. ENERGÍA

#### A. INTRODUCCIÓN



Como en los demás sectores, los daños en el sector eléctrico se presentan agrupados en directos e indirectos, lo cual facilita el análisis de los efectos macroeconómicos. Los primeros se refieren al daño o destrucción que sufren las obras de infraestructura física, así como los inventarios disponibles durante la ocurrencia del desastre; los indirectos incluyen, por una parte, los costos de suplir la demanda de electricidad durante el período de rehabilitación y, por la otra, los ingresos netos o utilidades que se dejaron de percibir en dicho período, que a su vez sirven, junto con otros efectos, para evaluar las implicaciones macroeconómicas globales.

En lo que concierne a la infraestructura dañada se deberán considerar los costos de reparación y/o reconstrucción para que las instalaciones recuperen su capacidad operativa previa al desastre. Como en otros sectores, aquí se plantea también la disyuntiva de si la capacidad operativa reemplazada debe corresponder a condiciones iguales a las que tenía antes del siniestro o si se deberían considerar las especificaciones normales de eficiencia y seguridad para este tipo de instalaciones al momento de ser reparadas o reconstruidas. De hecho, se hace esto último cuando hay que rehacer o reponer obras y equipos que quedaron en estado inservible. Como se ha expresado repetidamente, el criterio de valorización a costo de reposición actual —que incorpora los adelantos técnicos que hayan tenido lugar— proporcionará resultados más representativos del costo de los trabajos que se tendrán que realizar en la práctica y de los recursos financieros que se requerirán.

Cabe mencionar que la estimación de costos debe incluir una apreciación del período de tiempo que se necesitará para la realización de las obras, el que servirá a su vez de base para la cuantificación de los costos para suplir las demandas transitorias, como se explica más adelante en el acápite sobre daños indirectos.

La estimación de las existencias de equipos, materiales y materias primas afectados o destruidos por el desastre resulta mucho más sencilla si se basa en los costos de reposición de acuerdo con los precios de mercado vigentes. De no haber productos iguales disponibles al momento de la evaluación, se utilizarán los más similares.

La cuantificación de los daños indirectos resulta de mayor complejidad dado que por lo regular se basa en estimaciones. Por una parte, se debe proyectar el comportamiento de la demanda y la oferta durante el período de rehabilitación, y por la otra, contrastar los resultados financieros que se alcanzarán realmente en dicho período con aquellos que se hubiesen obtenido de no haber ocurrido el desastre. En la proyección de lo que ocurrirá "después del desastre" se tendrá seguramente una magnitud menor que la prevista de no haber ocurrido éste, ya que consumidores importantes ven reducidas sus necesidades o su poder de compra. También, aunque con menor probabilidad, se puede producir un incremento sobre la demanda normal cuando se requiera energía en cantidades extraordinarias para los trabajos de rehabilitación. De hecho, ambas situaciones pueden darse paralelamente, en cuyo caso es necesario realizar una cuantificación de los resultados netos.

Una vez establecida la demanda después del desastre —que puede ser igual, menor o mayor que la normal—, se procederá a identificar los medios para suplirla adecuadamente. Como criterio general se considerará que la provisión de energéticos requerida se hará con el objeto de lograr resultados oportunos y confiables. Luego se estimarán los costos de capital y de operación, estos últimos calculados con base en la duración del período requerido para la rehabilitación de las instalaciones. Los costos de capital cubren básicamente la adquisición de equipos; los de operación, gastos en mano de obra y materiales. Cabe mencionar que en el renglón de personal se deberán incluir los pagos al personal de planta que ha quedado temporalmente cesante por diversas causas atribuibles al siniestro.

## 2

Finalmente, se hará la estimación de los daños indirectos. Para ello se estimarán, en primer lugar, los ingresos netos que se podrán obtener durante el período requerido para la rehabilitación. Al respecto se restarán de los ingresos estimados por ventas de energía en el período de rehabilitación posterior al desastre, los costos del suministro provisional antes comentado, además de los costos normales correspondientes a la operación de la empresa durante ese lapso. Cabe mencionar que el ingreso neto anterior puede resultar negativo en mayor o menor medida en función del poder de compra que tendrán los consumidores permanentes después del desastre. En segundo lugar, se estimarán los ingresos netos que se hubiesen obtenido de no haber ocurrido el siniestro, restando los costos totales de los ingresos brutos, al igual que para la alternativa anterior. Esta información suele estar disponible en los registros de los departamentos de programación a corto y mediano plazo de las empresas que manejan el sector. La diferencia algebraica —aplicable en casos de ingreso real negativo— entre los dos ingresos netos anteriores representaría el monto de los daños indirectos totales. Cabe recalcar que en dichos daños estarían debidamente considerados los costos adicionales de suministro temporal así como los ingresos que se dejaron de percibir por causa del desastre.

Las estimaciones anteriores sobre costos por concepto de daños directos e indirectos se desglosarán, por una parte, en sus componentes en moneda local y extranjera para los cálculos globales sobre balanza de pagos. Por la otra, se dividirán en los correspondientes al sector público y a las empresas privadas, con miras a su uso en la estimación de las cuentas nacionales para el cálculo de los efectos macroeconómicos.

A continuación se describe por separado la metodología de evaluación aplicable a los sectores de electricidad y petróleo.



## B. SECTOR ELECTRICIDAD

### 1. Daños directos

Los daños directos en el sector eléctrico se presentan agrupados en tres grandes categorías: obras de generación, sistemas de transmisión y distribución, y centros de despacho.

#### a) Obras de generación

La generación de energía eléctrica comprende, por una parte, los complejos hidroeléctricos y geotérmicos y, por la otra, las centrales térmicas convencionales a vapor, diesel y gas. Para los propósitos de este manual se considerarán en primer término las obras civiles para la concentración de la energía hidráulica y geotérmica correspondientes a dichos tipos de generación —en vista de sus características especiales— y, en segundo lugar, las propias centrales generadoras donde se hallan los equipos para la transformación de la energía primaria en electricidad.

En lo que concierne a la generación hidroeléctrica, el manejo del recurso hídrico puede incluir toda una gama de obras tales como presas de derivación y almacenamiento, canales, túneles, tanques de oscilación, tuberías forzadas, etc. Al respecto debe tenerse presente que los daños a estas instalaciones deberán ser subsanados en forma tal que se recupere el control sobre los caudales de agua requeridos para la generación de electricidad, dado que, de otra manera, la central permanecerá sin operar, con la consiguiente pérdida para el sistema en su conjunto. Con frecuencia las obras en referencia se encuentran alejadas de las vías principales de comunicación y su acceso puede resultar difícil, al menos en ciertas épocas del año. En dicho caso se deberán considerar dentro de los efectos directos los costos adicionales para proveer las vías de comunicación (que, para evitar doble contabilidad, no deberían incluirse en el daño cuantificado por el sector de transporte).

3

Para la evaluación de los costos de rehabilitación y/o reconstrucción de las instalaciones afectadas se requerirá, en primer término, una estimación de las magnitudes que supondrá dicha obra, como son: metros cúbicos de movimiento de tierra, incluyendo especificaciones sobre el tipo de material; las cantidades de hormigón, desglosadas por tipo y resistencia; longitud y otras características de las obras de conducción; listado de los componentes mecánicos principales y de las instalaciones especiales. Luego se deberá proceder a realizar una estimación de los costos con base en valores unitarios vigentes para este tipo de obras. Alternativamente, y en función de la información básica disponible, se puede seguir un procedimiento más detallado que consideraría las necesidades de mano de obra por especialidad, las cantidades de materias primas, el tiempo de uso de equipos de construcción, así como los costos unitarios correspondientes a cada uno de estos consumos. Cabe mencionar que, en ambas alternativas, el tipo de daño que ha recibido la obra, la accesibilidad de los recursos naturales básicos —tierra, arena y grava—, así como la disponibilidad de mano de obra común, tanto no calificada como especializada, tienen una alta incidencia en la estimación de los costos directos. Una fuente valiosa de información a este respecto la constituyen las estimaciones y cotizaciones de contratistas con experiencia reciente en la localidad o en regiones con condiciones similares.

En lo referente a la generación geotérmica, la extracción y manejo del recurso incluye pozos de suministro, tuberías de conducción y equipos especializados para el procesamiento y concentración del vapor de agua. La estimación de los daños relacionados con la disponibilidad y accesibilidad del recurso yacente en el subsuelo requerirá de la intervención de expertos y la realización de investigaciones de campo que están fuera del ámbito de este manual. Sin embargo, el especialista del sector deberá intentar realizar estimaciones sobre este particular con base en los costos promedio, debidamente actualizadas, de la infraestructura de los pozos en el área considerada, o en otros sitios que tengan características naturales similares. Para el resto de las instalaciones se seguirían los procedimientos alternativos ya explicados para las obras hidroeléctricas.

El resto de los componentes de la infraestructura para la producción de electricidad está constituido por las propias centrales generadoras, que comprenden el edificio de la casa-planta y toda una variedad de equipo mecánico, eléctrico y electrónico. Se considerarán en primer término los equipos que proveen la fuerza motriz al generador. Éstos difieren fundamentalmente de las centrales hidroeléctricas y las que utilizan energía calórica de calderas, tanques de presión, turbinas de vapor y gas, etc. Las primeras se diseñan individualmente en función de las características de los sitios de aprovechamiento hidroeléctrico y su reemplazo requiere de igual consideración. Sin embargo, los costos respectivos pueden ser estimados actualizando las inversiones originales a partir de índices que reflejen la tendencia de los precios internacionales de equipos similares. También puede recurrirse a estadísticas y catálogos de fabricantes relativos a costos de equipos para la concentración de la energía hidráulica en centrales hidroeléctricas por rangos de altura de agua (metros) y flujo ( $\text{m}^3/\text{seg}$ ) del recurso hídrico utilizado.

El equipo para el manejo mecánico de la energía calórica proveniente del vapor de agua y de la combustión de derivados del petróleo, aunque tiene características específicas, de acuerdo con la magnitud y tipo de instalación, presenta una mayor uniformidad. En él se incluyen las centrales geotérmicas así como las de tipo convencional, y se clasifican —según el combustible que utilicen— en plantas a vapor, a diesel y a gas.

La determinación de los costos de reemplazo puede hacerse siguiendo los procedimientos generales antes comentados para las centrales hidroeléctricas, que generalmente resultan menos difíciles de estimar por tratarse de equipo más normalizado. Las centrales cuentan con toda una gama de equipo, principalmente electromecánico, que a partir del generador convierten las energías básicas —hidráulica, geotérmica y las que se extraen de los derivados del petróleo— en electricidad. En términos generales, dichos equipos, aun empleados por los diversos tipos de plantas eléctricas, presentan grandes similitudes. Sin embargo, a veces varían según su grado de modernidad y las funciones especializadas que realicen. Para la determinación de los costos de reemplazo se deberá recurrir en una primera instancia a las inversiones que se hicieron para la adquisición original —de manera especial si ésta se realizó en fechas no muy lejanas—, las que deberán actualizarse tomando en cuenta la inflación internacional. Como segunda alternativa, se podrán consultar catálogos de costos elaborados por los fabricantes de estos equipos o estadísticas de costos disponibles sobre este tipo de equipamiento en publicaciones especializadas.

Los comentarios anteriores se refieren a los casos en que resulta necesario el reemplazo total de las instalaciones. Cuando se trate de daños de menor cuantía, que sólo se requieran reparaciones o rehabilitación, la estimación de los costos deberá hacerse después de una evaluación técnica de la magnitud de los daños y las posibilidades reales de compostura. Esta labor requerirá de la participación de personal especializado con amplia experiencia en reparación y mantenimiento de este tipo de equipos. Para obtener estimaciones más precisas se requerirán pruebas de laboratorio de los equipos afectados, situación que quedaría fuera de los períodos relativamente cortos de que dispondrá el evaluador para completar la evaluación de daños directos en casos de desastre.

Finalmente están las edificaciones que albergan los equipos de generación y que se denominan casas-planta. La evaluación de los daños directos sería igual al de otras edificaciones, como se explica mas adelante.

#### b) Sistemas de transmisión y distribución

Se incluyen en este acápite las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución así como las subestaciones de todo tipo que están directamente relacionadas con el transporte de la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los consumidores finales.

Se considerarán en primer término las líneas de alto voltaje que utilizan torres grandes y costosas. Para la evaluación de los daños se requerirán inspecciones visuales utilizando medios de locomoción expeditos, como vehículos automotores, cuando las líneas estén cercanas a las vías transitables, y avionetas o helicópteros cuando aquéllas se extiendan a campo traviesa. Se procederá a contar el número de torres averiadas, a especificar los diferentes tipos de torre y a estimar luego el kilometraje de los cables afectados. Para el resto de las líneas que se apoyan en postería uniformemente distribuida, solamente se requerirá disponer de los kilómetros de líneas afectadas, e indicar si los daños se limitan a los soportes o si incluyen también tramos importantes de cable. Además se deberán cuantificar los transformadores y otros equipos existentes a lo largo de las líneas de distribución, que hayan sido afectados.

5

Luego se hará un listado de las subestaciones averiadas indicando, lo más precisamente que sea posible, los equipos que hayan sufrido algún daño, incluyendo las instalaciones a la intemperie y los equipos bajo techo que forman parte de las subestaciones principales.

Con base en los resultados que se obtengan de la inspección de las instalaciones mencionadas se harán las estimaciones de los costos correspondientes. Se utilizará para ello la información disponible en las empresas eléctricas afectadas o la existente en áreas circunvecinas. Como se trata de datos que se utilizan con relativa frecuencia, es probable que la información requerida pueda obtenerse sin mayores contratiempos. También se podrá recurrir —al igual que para las obras de generación— a costos globales o desglosados que pudieran tener los contratistas de obras con experiencia aplicable a la localidad, y también a estadísticas y catálogos de costos de equipos.

Los comentarios anteriores sobre la estimación de daños en instalaciones parcialmente averiadas, en contraposición con las que deberán reemplazarse totalmente, también valen para las obras de transmisión y distribución del fluido eléctrico.

### c) Centros de despacho y otras obras

Otras instalaciones importantes de las empresas eléctricas son los centros de medición y despacho de la electricidad y las edificaciones para las oficinas administrativas. Los primeros consisten en edificios que albergan toda una gama de equipos que realizan el monitoreo y control de los flujos de la energía eléctrica entre las centrales generadoras y las áreas de consumo. Los hay desde los más elementales, que utilizan controles manuales, hasta los más complejos, dotados de modernos sistemas de telemedición y computación electrónica que alcanzan un alto grado de automatización y optimización de sus funciones básicas. Para la evaluación de los daños, en el caso que se requiera la reconstrucción total de estas instalaciones, conviene utilizar costos globales aplicables según el tipo de centro de despacho. Cuando se trate de equipos y estructuras parcialmente averiadas se requerirá de un inventario de las partes respectivas y una estimación de la extensión y magnitud de los daños, labor que, en lo que concierne al equipamiento especializado, sólo pueden realizar expertos en la materia.

6 La evaluación de los daños en edificios administrativos de la empresa, así como en otras instalaciones que resulten afectadas por un desastre, es relativamente fácil por tratarse de estructuras y construcciones de características bien conocidas. Para su cuantificación se deberá recurrir en una primera instancia a precios globales promedio por unidad de área de piso o cobertura horizontal. Para una estimación más precisa se deberán utilizar precios unitarios correspondientes a los principales elementos que integran las obras, tales como losas, paredes, techos, ventanales, etcétera.

## 2. Daños indirectos

Como se mencionó anteriormente, los daños indirectos comprenden, por una parte, el costo adicional de suplir las necesidades energéticas en forma interina durante el período de rehabilitación de las instalaciones afectadas y, por la otra, los ingresos netos o superávit que dejaron de percibir las empresas eléctricas durante dicho período.

### a) Suministro provisional de electricidad

Para el cálculo del costo adicional en que será necesario incurrir para el suministro provisional de energía eléctrica, se deberá estimar, en primer término, el período que durará la rehabilitación o puesta en condiciones normales de funcionamiento de la infraestructura dañada. La extensión del mismo dependerá básicamente de la amplitud y magnitud del desastre y deberá determinarse al evaluar los daños directos antes referidos. Luego se deberá estimar la demanda efectiva de energía eléctrica en dicho período. Para determinar la cantidad y las características de dicha demanda es menester tomar en consideración la incidencia del desastre en los principales sectores consumidores de la empresa (entre éstos se encuentran normalmente la industria, el comercio y el sector residencial).

Como paso inicial se proyectarán las perspectivas de los principales consumos, con base en los siguientes criterios: la demanda residencial en función del número de viviendas que no han sido afectadas; los requerimientos industriales, con base en las plantas correspondientes a dicho sector que estén en condiciones de seguir operando, así como en el comportamiento esperado de la demanda de los productos que éstas elaboren; y la demanda comercial, tomando en cuenta la capacidad operativa de los establecimientos de la zona afectada. En todos los sectores se deberán formular conjeturas acerca del poder adquisitivo de los clientes en el período posterior al desastre, el que, lógicamente, influirá en su demanda. Sobre las bases anteriores se estimarán la magnitud y las características de los requerimientos globales de energía eléctrica.

Luego el especialista en el sector eléctrico examinará los medios alternativos para atender las demandas temporales estimadas, que, como se mencionó anteriormente, serán generalmente menores que las que se hubiesen dado de no haber ocurrido el desastre, aunque excepcionalmente podrían resultar mayores. Para el suministro de la energía eléctrica requerida se considerarán soluciones que aseguren un rápido restablecimiento del servicio.

En el caso de sistemas aislados se considerarán los equipos tipo "paquete" que puedan movilizarse e instalarse con celeridad en los principales centros de carga. Los costos de capital se obtienen con relativa facilidad en catálogos especializados o sobre la base de experiencias recientes en la compra de este tipo de equipo para necesidades especiales, como serían las plantas de reserva para centros industriales o para suplir las necesidades de poblaciones aisladas del sistema eléctrico integrado nacional.

7

Los costos de operación se pueden estimar a partir de los consumos específicos de combustible y de su costo puesto en el área seleccionada para las instalaciones provisionales, que deberán ubicarse de preferencia en sitios lo más cercano posible a los centros de gravedad de las cargas de mayor magnitud. Se completaría la estimación de los costos de operación al añadir los gastos por concepto de mano de obra y materiales, que pueden obtenerse generalmente de la contabilidad de costos que llevan las empresas eléctricas sobre la operación de equipos iguales o similares a los contemplados en el caso en referencia.

Cuando se trate de sistemas no interconectados, aunque relativamente cercanos a sistemas vecinos, los costos de la energía provisional se calculan con relativa facilidad. Se procederá a investigar si el o los sistemas aledaños están en capacidad de suministrar la energía y potencia requeridas. Luego se calcularán los costos para hacer efectiva la interconexión, lo que puede requerir en algunos casos la realización de nuevas inversiones, tales como tramos de líneas de transmisión, equipo de subestación, etc. Luego se determinarán las tarifas a las que podrá obtenerse la energía eléctrica requerida. De no haber convenios establecidos para este tipo de emergencias, se estimará una tarifa razonable con base en los costos adicionales de operación que tendrá el sistema escogido para proveer el servicio eléctrico interino. También puede darse el caso de que solamente parte de los requerimientos puedan ser atendidos por los sistemas aledaños. En esta situación se seguirán los procedimientos antes indicados para las alternativas de sistemas aislados y sistemas integrados, en proporción al grado de contribución de cada uno.

Cabe destacar que, como se trata de establecer los costos adicionales del servicio interino, a las estimaciones anteriores y a todas las alternativas consideradas deberá restarse cualquier reducción que se produzca en los costos de operación en relación con los costos que tiene la empresa en tiempos normales, como serían los gastos variables de unidades de generación que dejen de operar a causa del siniestro.

#### b) Otros daños indirectos

Las utilidades dejadas de percibir por la empresa eléctrica durante el período que dure la rehabilitación de las instalaciones y la normalización de la demanda constituyen también daños indirectos. Es lógico suponer que durante este lapso los consumidores que requieren de la energía eléctrica para acelerar la recuperación de su actividad (o al menos una parte de ellos) tendrán una capacidad de pago disminuida por efectos de la merma de sus ingresos normales. Tomando en cuenta este factor, y en los casos en que ello ocurra, es probable que se establezca provisionalmente una tarifa más reducida. Con base en ella se procederá a estimar los ingresos brutos, así como las demandas reales estimadas a las que se hizo mención en el acápite anterior. De los ingresos brutos así calculados se restarán los costos totales durante el período interino, que incluyen los cargos adicionales que implica el servicio provisional antes aludido, y los costos de la empresa en tiempos normales. Se obtendrán así los ingresos netos durante el período en referencia, que podrían resultar negativos al producirse un incremento en los gastos paralelamente a una reducción en los ingresos.

### 8

Luego se estimarán los ingresos netos que se habrían generado de no haber acontecido el desastre. Se considerarán, por una parte, los ingresos esperados mediante la aplicación del ingreso medio estimado a la proyección normal de la demanda eléctrica. Por la otra, se hará una estimación de los costos anticipados con base en su comportamiento histórico reciente, incluyendo costos directos e indirectos, llegándose así a calcular los ingresos netos para una situación normal. Cabe mencionar que este superávit lo utilizan normalmente las empresas eléctricas como un componente esencial para sufragar las inversiones de capital requeridas para suplir en forma adecuada y oportuna las demandas futuras. Cualquier merma significativa implicaría la necesidad de recurrir a nuevos préstamos, que a su vez se conceden en función de que la empresa respectiva sea rentable. Las estimaciones para este segundo escenario se encuentran normalmente disponibles en las empresas eléctricas dado el carácter de esta actividad, que requiere de una planificación a corto y mediano plazo permanentemente actualizada.

Los daños indirectos —que en este caso equivaldrían a los beneficios o al superávit que se dejó de percibir debido al desastre— se calcularían por la diferencia algebraica de los ingresos netos calculados para el escenario normal, sin desastre, y los correspondientes a la situación real, que incluye los costos adicionales de suministro del servicio eléctrico durante el período de rehabilitación. Cabe recalcar que, cuando los ingresos netos en este último escenario sean negativos, se deberán sumar a los ingresos netos estimados para el escenario normal, a fin de obtener la merma total en las utilidades a causa del siniestro.

### 3. Contenido importado y desglose de los costos

Con el fin de apreciar los efectos del desastre sobre la balanza de pagos así como sobre la contabilidad nacional, resulta necesario desglosar los costos directos e indirectos entre gastos en divisas y en moneda nacional, por una parte, y gastos correspondientes a los sectores público y privado, por la otra. En lo que concierne a costos directos, todo el equipo, materiales y mano de obra especializada no disponibles en el país que deberán importarse para la rehabilitación de las obras corresponderían a gastos en moneda extranjera.

Los gastos locales cubrirán principalmente los costos de construcción y reparación, tales como labores de agrimensura, movimiento de tierra, construcción de estructuras, etc. Sin embargo, estos últimos también pueden incluir componentes significativos de gastos en divisas por concepto de equipos especializados, tractores, camiones, grúas, etc., que no están disponibles localmente y que sea necesario importar. Para su estimación se deberá recurrir a los registros de contabilidad de costos disponibles en las empresas eléctricas o a los archivos de contratistas con experiencia reciente en este tipo de trabajos en el área.

En lo que se refiere al componente en divisas de los costos indirectos, sólo se daría en lo relativo a los gastos para suplir interinamente la demanda eléctrica, en función de los equipos y materiales que deberán importarse para tales fines. De igual forma se incluirán los costos de importar electricidad de otros países, si se diera el caso.

La determinación o desglose de costos entre públicos y privados depende básicamente de la ubicación de la empresa eléctrica afectada en el sector oficial o privado. Además, cuando el gobierno es el que proporciona los servicios de electricidad, se deberá considerar la posible participación de empresarios privados en las actividades que se realizan, que generalmente se refieren a contratos para la reconstrucción o reparación de las instalaciones afectadas.

9

## C. SECTOR PETROLERO

### 1. Daños directos

#### a) Obras de producción

La producción de petróleo se lleva a cabo mediante extracción de crudo de pozos ubicados en tierra firme o en el mar. Las fases siguientes —transporte, almacenamiento del crudo para su refinación local o para la exportación— se incluyen más bien en el campo del transporte especializado y deben tomarse en cuenta en la evaluación sectorial respectiva.

Para el desarrollo y control de los pozos en producción se utilizan estructuras, equipos e instalaciones diseñados en gran parte a la medida de las necesidades y características del entorno geográfico. Entre ellos se destacan las torres para el control de las excavaciones, las perforadoras de gran profundidad, las plataformas marinas y una gran cantidad de tuberías y equipo para el manejo de los flujos que se producen.

La evaluación de los daños que causa un desastre natural en lo que toca a la accesibilidad del recurso bajo tierra o agua, así como a la capacidad de producción de los pozos en funcionamiento, requiere expertos, que deberán realizar las investigaciones y trabajo de campo pertinentes.

En general, estas actividades rebasan el ámbito de este manual, que se refiere más bien a estimaciones que pueden realizarse en el corto plazo. En caso de destrucción total de una explotación determinada, una primera aproximación para evaluar los daños directos sería la obtención del monto de las inversiones ya realizadas, actualizado a la fecha del siniestro, y para los indirectos, el valor comercial neto de la producción que se dejará de percibir durante el lapso que dure la rehabilitación. Luego podrán precisarse más estas apreciaciones mediante la estimación de los daños a instalaciones tales como torres, máquinas perforadoras y equipo auxiliar.

Cuando tales instalaciones requieran de un reemplazo total, dichas estimaciones se podrían hacer utilizando costos típicos (actualizados), generalmente disponibles en los archivos de la empresa. También se podría obtener información sobre costos en los catálogos de los fabricantes de equipo industrial. Además, se podría recurrir a contratistas con experiencia en casos similares. De requerirse sólo la reparación de estructuras y equipo parcialmente averiado, se deberá contar con una evaluación previa de la magnitud y extensión de los daños. Esta labor sólo pueden realizarla técnicos calificados con amplia experiencia en labores de rehabilitación y mantenimiento, y de preferencia familiarizados con el tipo de instalaciones afectadas.

## 10

### b) Obras de refinación

Las plantas para la transformación del petróleo en productos derivados son de tipo sencillo, cuando cubren solamente las etapas de destilación primaria, o más complejas, a medida que incorporan equipos más sofisticados para el reprocesamiento de algunos productos o para la remoción de sustancias nocivas como el azufre. En términos generales, las refinerías incluyen: torres de procesamiento de diversos tipos, tanques de almacenamiento, multiplicidad de tuberías metálicas de varios tamaños, y válvulas y otros enseres para el manejo y control de fluidos. La evaluación de daños en casos de desastre puede seguir procedimientos iguales o similares a los mencionados en el apartado anterior en relación con las centrales térmicas que generan electricidad. Ello porque en ambos casos gran parte de los elementos que integran las plantas son iguales o similares a los que se utilizan en otras instalaciones de tipo industrial.

### c) Obras de distribución

La distribución y venta de los productos derivados del petróleo se puede desglosar según los principales sectores usuarios: combustibles gaseosos para uso doméstico-industrial; combustibles líquidos para uso del transporte carretero, naviero y aéreo, y los residuos bituminosos que se utilizan generalmente en la construcción de caminos. Las instalaciones básicas consisten por una parte en poliductos, tanques de almacenamiento, centros de bombeo, etc. Por la otra, en las estaciones típicas para el abastecimiento de los vehículos automotores y pequeñas embarcaciones que se surten en forma individual. Estas últimas corresponden en esencia al sector de los transportes y aquéllas al industrial. Para la evaluación de daños en el caso mencionado en segundo lugar se seguirían los procedimientos ya enunciados anteriormente para este tipo de instalaciones.



#### d) Otras obras

Correspondería incluir en este acápite los edificios para las labores administrativas de la empresa y los centros de esparcimiento para el personal de la misma. Este tipo de estructuras, como se mencionó anteriormente, son comunes a todos los sectores y en consecuencia la evaluación de daños en casos de desastre se haría empleando las técnicas ya mencionadas con respecto a destrucción de viviendas.

### 2. Daños indirectos

Los daños indirectos comprenden, por una parte, el costo adicional de suministrar petróleo o sus derivados para satisfacer los requerimientos energéticos durante el tiempo que dure la reconstrucción o la rehabilitación de las obras afectadas; por la otra, corresponden los ingresos netos que se dejaron de percibir durante dicho lapso, incluyendo los costos adicionales también mencionados antes.

#### a) Suministro provisional de petróleo y derivados

La estimación de los costos del suministro provisional de hidrocarburos deberá basarse en la magnitud y características de los daños sufridos y en la duración de los trabajos de rehabilitación. Estos dos factores deberán haber sido ya determinados en el momento en que se haga la evaluación de los daños directos. Luego se estimará la demanda de petróleo y derivados que se deberá abastecer para suplir la capacidad de producción perdida y para el proceso de reconstrucción. Para ello se tomará en cuenta el efecto del desastre en los principales consumidores: residencias, comercios e industrias, que seguirán requiriendo gas doméstico; vehículos automotores y de otro tipo que permanezcan en funcionamiento; los kilómetros de caminos que deberán construirse o rehabilitarse con material bituminoso, etc. Con base en lo anterior, y la debida consideración del poder de compra de los consumidores afectados, se completará la estimación de la nueva situación de mercado en términos de necesidades y por tipo de producto requerido.

11

Luego se analizarán las alternativas para suplir las demandas así determinadas. Se pueden presentar a este respecto varias posibilidades, en función de la disponibilidad y ubicación de los recursos existentes y de las instalaciones disponibles para su transporte y transvase. Para suministros cercanos y cantidades menores se utilizarán carros-tanque; para distancias mayores se podrían usar tuberías previamente instaladas para envíos interregionales o se procederá a la construcción de tramos cuya inversión pueda justificarse. Finalmente, se utilizarían los transportes navieros, que son los más comúnmente empleados en el mundo para la comercialización del petróleo y sus derivados. Para esto último se requerirán condiciones y equipo portuario adecuados; en caso de no existir éstos, será necesario recurrir a las instalaciones provisionales que se utilicen en situaciones de emergencia.

A partir de las consideraciones anteriores, y una vez seleccionada la alternativa que resulte más económica y viable, se estimarán los costos correspondientes. En todo caso, el tipo de actividad referido corresponde más bien al sector transporte, por lo que se deberá cubrir en el capítulo respectivo. Se obtendrían entonces los costos de capital y de operación, incluyendo el de los hidrocarburos adquiridos. Dado que éstos se comercializan a precios internacionales conocidos, su estimación no tendría mayores problemas.

#### b) Otros daños indirectos

Como se explica en mayor detalle en el acápite referente al sector eléctrico, los daños indirectos por concepto de pérdidas de ingreso se pueden cuantificar como sigue. Se determinan los ingresos netos correspondientes al escenario real que se estime ocurrirá en el período posterior al desastre. Al respecto cabe recalcar que es de esperar que los ingresos brutos se reduzcan mientras que los costos se incrementen al incluir el mayor costo del suministro interino. Es muy probable que los resultados presenten cifras negativas. Luego se establecen los ingresos netos que hubiese obtenido la empresa de no haber ocurrido el siniestro, información que podrá derivarse de los archivos o las proyecciones de la propia empresa. En el caso extremo de que los registros hayan sido destruidos, se procederá a hacer su estimación con base en otras empresas de características básicas similares. La diferencia algebraica del ingreso neto en condiciones normales menos el correspondiente a la situación real luego del desastre daría el total de los daños indirectos, que equivalen a las utilidades que la empresa dejó de percibir por causa del desastre.

### 3. Desglose de los daños directos e indirectos

12 Como se explica en detalle en el acápite referente al sector eléctrico, los costos directos e indirectos se desglosan como sigue: por una parte, en moneda nacional y divisas para propósitos de la balanza de pagos; y por la otra, en costos gubernamentales y privados, para propósitos de las cuentas nacionales. En el caso del sector de hidrocarburos, los efectos macroeconómicos pueden ser de significación, especialmente para aquellos casos en que el país afectado es exportador neto de petróleo y/o derivados, en cuyo caso el análisis de los efectos indirectos y macroeconómicos habrá de ser mucho más minucioso por parte del especialista en energía, quien deberá trabajar en estrecha cooperación con el especialista en macroeconomía.

### 4. Efectos en el empleo y en las mujeres

Los sectores eléctrico y petrolero generalmente no emplean un número elevado de trabajadores, ya que sus actividades dependen en gran medida de maquinaria y equipos. En este ámbito, por tanto, los desastres tienen una baja repercusión en los ingresos laborales. Por la misma razón, en estos sectores no se debe esperar un impacto diferencial significativo en las mujeres.

## 5. Impacto en el medio ambiente

En el ámbito de la evaluación de daños causados por desastres, las principales vinculaciones del sector energía con el sector ambiental son las siguientes (véase también el capítulo de medio ambiente):

a) Diversos cambios ambientales que tienen que ver con los recursos hídricos afectan la producción hidroeléctrica. Aparte de las sequías, cuyas consecuencias son evidentes, otros desastres, como inundaciones y deslizamientos de tierra, también afectan la disponibilidad y calidad del agua. Así, los deslizamientos de tierra pueden provocar obstrucciones o cambios en los cursos de agua que alimentan embalses, lo que afecta la disponibilidad del recurso para la producción eléctrica. Las inundaciones provocan el arrastre de sedimentos, que se depositan en el fondo de los embalses y disminuyen su capacidad de almacenamiento y, por tanto, su vida útil.

En el caso de los cambios de curso de agua pueden ser necesarias obras de drenaje, cuyos gastos se contabilizan como daños indirectos en el sector energía. Cuando estas obras no se llevan a cabo, por razones técnicas o financieras, y disminuye la capacidad de producción energética en el futuro, el daño se considera directo y su estimación se realiza como el valor presente de la diferencia de los flujos de ingresos netos que se produce como consecuencia del desastre. En el caso de disminución de la vida útil, el enfoque es similar, y el daño se calcula como el valor presente del flujo de ingresos netos correspondiente a los años que se pierden de producción. Se debe señalar, no obstante, que la estimación del volumen de sedimentos y, por tanto, de la reducción de vida útil del embalse requiere de trabajo de campo, por lo que esa información puede no estar disponible en el momento de la evaluación.

13

b) El petróleo es un recurso natural no renovable que constituye una parte del capital natural de algunos países. Cuando se produce un derrame de proporciones significativas, se contabiliza como daño directo en el sector energía a partir de su precio de mercado. En la evaluación ambiental se trata de identificar la parte de estos daños que corresponde a contribución del capital natural separadamente de la que corresponde a la contribución del capital humano y de otros activos, como infraestructura y equipos. El cálculo de esta contribución se realiza a partir del concepto de renta económica que, en el caso de los recursos del subsuelo, presenta complicaciones metodológicas. Por ello será necesario acudir a estimaciones ya existentes.<sup>1</sup> Con el fin de evitar problemas de doble contabilidad, estos daños no se incluyen en la agregación final de daños.

---

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo, Kunte y otros (1998), *Estimating National Wealth: Methodology and Results*, Documento para discusión del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial.

c) Uno de los efectos que se produce con cierta frecuencia como consecuencia de un desastre y que se relaciona con el sector energético es la liberación de petróleo y otras sustancias tóxicas al medio ambiente. La ruptura de oleoductos es uno de los principales riesgos en casos, por ejemplo, de terremotos. También puede producirse la liberación de sustancias tóxicas como consecuencia de un desastre. Es el caso, por ejemplo, de los compuestos de azufre asociados a la producción geotérmica, cuando como consecuencia de un desastre se produce una ruptura del sistema de recolección de estas sustancias.

Los daños ambientales que se pueden producir son de diversa gravedad dependiendo de la magnitud del evento, de su localización y del tipo de desastre. En ocasiones será difícil identificar su impacto en el medio ambiente, especialmente en un período de tiempo corto. Las consecuencias de estos daños ambientales pueden alcanzar, directamente o a través de efectos en cadena, activos y flujos de bienes y servicios de diversos sectores.

En general, los daños directos e indirectos los abordan los sectores de energía o transporte. La persona responsable de la evaluación medioambiental deberá coordinarse con los otros miembros del equipo evaluador para asegurar la contabilización de los daños, especialmente los gastos para resolver el problema.<sup>2</sup> Existen casos en que los daños afectan áreas naturales. La contabilización de estos daños corresponderá probablemente al especialista en medio ambiente. El método más recomendable será el del costo de restauración (véase el capítulo de medio ambiente).

**14**

En el anexo VII se presenta un ejemplo de cómo debe realizarse la evaluación del sector energético.

---

<sup>2</sup> Si bien el especialista puede haber recogido los daños directos e indirectos de su sector, las medidas de restauración, por lo general recaen en instituciones no relacionadas directamente con el sector afectado. Cuando éste es el caso, y especialmente cuando la resolución del problema es competencia de las autoridades ambientales, es probable que dichos gastos no se contabilicen.