

I. ENERGIA

A. INTRODUCCIÓN

Como en los demás sectores, los daños del sector eléctrico se presentan agrupados en directos e indirectos, a partir de los cuales se hace referencia a los efectos macroeconómicos. Los primeros se refieren al daño o destrucción sufrido por las obras de infraestructura física y por los inventarios disponibles durante la ocurrencia del desastre; y los indirectos cubren, 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 dejadas de percibir en dicho período los que a su vez se recogen, junto a otros efectos, al evaluar las implicaciones macroeconómicas globales.

En lo que concierne a la infraestructura dañada se deberán considerar los costos de reparación y/o reconstrucción que sean requeridos para que las instalaciones recuperen su capacidad operativa previa al desastre. Como en otros sectores, se plantea también en éste la disyuntiva de determinar si la capacidad operativa reemplazada debe corresponder a condiciones iguales a las que tenía antes del siniestro o si se deberían considerar más bien las especificaciones normales de eficiencia y seguridad para este tipo de instalaciones al momento de ser reparadas o reconstruidas. De hecho, se haría esto último cuando se requiera rehacer o reponer obras y equipos que hayan quedado en estado inservible. Como se ha expresado repetidamente, el criterio de valorización a costo de reposición actual -- que incorpora el cambio técnico que ha tenido lugar -- proveerá 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 y se basa en sus 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 en función de que produzcan resultados equivalentes o similares.

La cuantificación de los daños indirectos resulta de mayor complejidad dado que se basa, en mayor medida, en estimaciones. Por una parte, se requiere proyectar el comportamiento de la demanda y la oferta durante el período de rehabilitación; 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

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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 deberá realizar con miras a 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, los gastos en mano de obra y materiales. Cabe mencionar que en el renglón de personal se deberá incluir los pagos al personal de planta que ha quedado temporalmente cesante por diversas causas atribuibles al siniestro.

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 de proveer el 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 las empresas que manejan el sector, en sus respectivos departamentos de programación a corto y mediano plazo. 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 proveer el suministro interino así como los ingresos dejados 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 a 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 distantes de las vías principales de comunicación y su acceso puede resultar difícil, al menos en ciertas épocas del año. En dichos casos se deberán considerar dentro de los efectos directos los costos adicionales para proveer las vías de comunicación (que no deberían incluirse en el daño cuantificado por el sector de transporte para evitar doble contabilidad).

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 involucradas como son: los metros cúbicos de movimiento de tierra, incluyendo especificaciones sobre el tipo de material; las cantidades de hormigón, desglosadas por tipo y resistencia; la longitud y otras características de las obras de conducción; el 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.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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 la intervención de expertos(as) y la realización de investigaciones de campo que están fuera del ámbito de este manual. Sin embargo el/la especialista del sector deberá intentar realizar estimaciones sobre este particular con base en los costos promedios de la infraestructura de los pozos en el área considerada o en otros sitios que tengan características naturales similares, debidamente actualizados. 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. Estos difieren fundamentalmente entre las centrales hidroeléctricas y las que utilizan la energía calórica mediante calderas, tanques de presión, turbinas de vapor y gas, etc. Las primeras son diseñadas 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 base 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 (m³/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 clasificadas --según el combustible que utilizan-- 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 electro-mecánico que a partir del generador convierten las energías básicas --hidráulica, geotérmica y las que se derivan de los derivados del petróleo-- en electricidad. En términos generales dichos equipos son similares para los diversos tipos de plantas eléctricas. Sin embargo, pueden presentar variaciones según su grado de modernidad y según las funciones especializadas que realizan. Para la determinación de los costos de reemplazo se deberá recurrir en una primera instancia a las inversiones para la adquisición original --de manera especial si ésta se realizó en fechas no muy lejanas-- las que deberán ser actualizadas para tomar en cuenta la inflación internacional. Como segunda alternativa se podrá 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

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

instalaciones. Cuando se trate de daños de menor cuantía en que sólo se requiera efectuar reparaciones o rehabilitaciones, la estimación de los costos deberá ser precedida por una evaluación técnica de la magnitud de los daños y de sus 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 denominadas casa-plantas. La evaluación de los daños directos sería igual al de otras edificaciones, como se explica más 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 serían vehículos automotores cuando las líneas estén cercanas a las vías transitables, y avionetas o helicópteros cuando estas vayan 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 postera uniformemente distribuida solamente se requerirá disponer de los kilómetros de líneas afectas, indicando si los daños se limitan a los soportes o si incluyen también tramos importantes de cables. Además se deberán cuantificar los transformadores y otros equipos existentes a lo largo de las líneas de distribución que hayan sido afectados.

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 las informaciones disponibles en las empresas eléctricas afectadas o las existentes en áreas circunvecinas. Como se trata de datos que se utilizan con relativa frecuencia, es de esperar 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 ser reemplazadas totalmente, también se aplican a las obras de transmisión y distribución del fluido eléctrico.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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, solo pueden realizar expertos(as) en la materia.

Los daños en los edificios para la administración de la empresa, así como en otras instalaciones que resulten afectadas por un desastre, pueden ser evaluados con relativa facilidad 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, etc.

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 dejados de percibir por las empresas eléctricas durante dicho período.

a) Suministro provisional de electricidad

Para el cálculo del costo adicional en que será necesario incurrir para proveer energía eléctrica en forma provisional 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 ser determinada al evaluar los daños directos antes referidos. Luego se deberá estimar la demanda efectiva de energía eléctrica en el período en referencia. Para determinar la cuantía y características de dicha demanda es menester tomar en consideración la incidencia del desastre en los principales sectores consumidores de la empresa (entre estos se encuentran normalmente la industria, el comercio y el sector residencial). Como paso inicial se proyectarán las perspectivas de los principales consumos, a base de los siguientes criterios: la demanda residencial en función del número de viviendas que no han sido afectadas; los requerimientos industriales, a base de las plantas correspondientes a dicho sector que estén en condiciones de seguir

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

operando así como en el comportamiento esperado de la demanda de los productos que estas elaboren; 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 estimará la magnitud y características de los requerimientos globales de energía eléctrica.

Luego el/la especialista en el sector eléctrico examinará los medios alternativos de atender las demandas interinas estimadas que, como se mencionó anteriormente, serán generalmente menores que las que se hubiesen dado de no ocurrir el desastre, aunque excepcionalmente podrían resultar mayores. Para la provisión 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 pueden obtener con relativa facilidad en catálogos especializados o con base en la experiencia reciente sobre las compras 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.

Los costos de operación se pueden estimar sobre la base 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 cercanos posibles 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 obtener energía provisional pueden ser estimados 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 de 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 en todas las alternativas consideradas deberá restarse cualquier reducción que se produzca en los costos de operación en relación a 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.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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. A base de 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.

Luego se estimarán los ingresos netos bajo la hipótesis de que no hubiese 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 es utilizado normalmente por 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 superávit dejado de percibir por el desastre-- se calcularían por la diferencia algebraica de los ingresos netos calculados para el escenario normal, sin desastre, y el correspondiente en la situación real estimada, que incluye los costos adicionales de proveer el servicio eléctrico durante el período de rehabilitación. Cabe recalcar que cuando los ingresos netos en este último escenario sean negativos estos deberán sumarse a los ingresos netos estimados en el escenario normal, para 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 el balance 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 en gastos correspondientes a los sectores públicos y privado, por la otra. En lo que concierne a costos directos, todo el equipo, materiales y mano de obra especializada no

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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, solo se daría en lo relativo a los gastos para suplir interinamente la demanda eléctrica, en función de los equipos y materiales que deberá importarse para tales fines. De igual forma se incluirán los costos de importar electricidad de otros países si ello fuese 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. Adicionalmente cuando el gobierno es el que provee 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.

C. SECTOR PETROLERO

1. Daños directos

a) Obras de producción

La producción de petróleo se lleva a cabo mediante el desarrollo de pozos ubicados en tierra firme o en el mar y la consiguiente extracción de crudo. Las fases siguientes de transporte, almacenamiento 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 multiplicidad de tuberías y equipo para el manejo de los flujos que se producen. La evaluación de daños en lo concerniente a la accesibilidad del recurso bajo tierra o agua así como a la capacidad de producción de los pozos en funcionamiento por la ocurrencia de un desastre natural requiere de expertos(as) especializados(as), que deberán realizar las investigaciones y trabajo de campo pertinentes.

En general, estas actividades rebasan el ámbito de este manual, que se refiere mas bien a estimaciones que puedan realizarse en el corto plazo. En caso de destrucción total de una explotación determinada, una primera aproximación acerca de los daños directos sería el monto de las inversiones ya realizadas, actualizado a la fecha del siniestro; y de los indirectos sería 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 daños a instalaciones tales como torres, máquinas perforadoras y equipo auxiliar.

Cuando se requiera reemplazarlas totalmente, dichas estimaciones se podrían hacer utilizando costos típicos (actualizados) generalmente disponibles en los archivos de la empresa. También se podrían obtener información sobre costos en los catálogos de los fabricantes en lo que se refiere al equipamiento industrial. Adicionalmente se podría recurrir a contratistas con experiencia pertinente. De requerirse solo 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 solo podría ser realizada por técnicos calificados con amplia experiencia en labores de rehabilitación y mantenimiento y de preferencia familiarizados con las instalaciones afectadas.

b) Obras de refinación

Las plantas para la transformación del petróleo en productos derivados pueden ser de tipo sencillo, cuando cubren solamente las etapas de destilación primaria, o más complejas, a medida que incorporan

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

equipos más sofisticados para el reprocesamiento de algunos productos o para la remoción de substancias 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 en referencia 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 como sigue: 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. Las primeras corresponden en esencia al sector de los transportes o 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, los ingresos netos dejados de percibir durante dicho lapso, incluyendo los costos adicionales también mencionados antes.

a) Suministro provisorio de petróleo y derivados

La estimación de los costos para suministrar hidrocarburos provisionalmente deberá basarse en la magnitud y características de los daños sufridos y en la duración de los trabajos de rehabilitación. Estos dos factores habrán sido ya determinados cuando se hizo la evaluación de los daños directos antes comentada. 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 la incidencia del desastre en los principales consumidores como serían: las residencias,

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

comercios e industrias que seguirán requiriendo gas doméstico; los 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.

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-tanques; para distancias mayores se podrían usar tuberías previamente instaladas para envíos inter regiones o se procederá a la construcción de tramos cuya inversión pueda justificarse. Finalmente, se utilizarían los transportes navieros, que son los más comúnmente empleados para la comercialización del petróleo y sus derivados en el mundo. Para esto último se requerirán condiciones y equipo portuario adecuado; en caso de no existir éstos, será necesario recurrir a las instalaciones provisionales que se utilizan 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 estos se comercializan a precios internacionales conocidos, su estimación no tendrá 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 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 dejadas de percibir por la empresa por causa del desastre ocurrido.

3. Desglose de los daños directos e indirectos

Se hace referencia a lo comentado en el acápite respectivo del sector eléctrico que en resumen explica que los costos directos e indirectos se desglosan como sigue: por una parte, en moneda nacional y

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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, caso en que el análisis de los efectos indirectos y macroeconómicos habrá de ser mucho más minucioso por parte del o de la especialista en energía, en estrecha cooperación con el/la 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 inversiones en maquinaria y equipos. En este ámbito, por tanto, los desastres tienen una baja repercusión en las reducciones de 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 de la evaluación del sector energía con el sector ambiental son las siguientes (ver capítulo de medio ambiente):

1. Existen diversos cambios ambientales de los recursos hídricos que afectan la producción hidroeléctrica. Dejando aparte 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 disminuyendo 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 de 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.

2. El petróleo es un recurso natural no renovable que constituye una parte del capital natural de los 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

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

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 sub-suelo, presenta complicaciones metodológicas. Por ello será necesario acudir a estimaciones ya existentes¹. Con el fin de evitar problemas de doble contabilidad estos daños no se incluyen en la agregación final de daños.

3. 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 asociados a la ocurrencia de terremotos, por ejemplo. También pueden producirse liberaciones 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 puede 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 periodo 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 serán recogidos en 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 de los gastos para resolver el problema². Existen casos en que los daños afectan a áreas naturales. La contabilización de estos daños corresponderá probablemente al o a la especialista ambiental. El método a utilizar preferentemente será el del costo de restauración (ver capítulo de medio ambiente).

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

¹ Ver, por ejemplo, (Kunte *et al*, 1998) *Estimating National Wealth: Methodology and Results*; Documento para discusión del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial.

² Si bien el/la especialista puede haber recogido los daños directos e indirectos de su sector, las medidas de restauración pueden ser responsabilidad de instituciones no relacionadas directamente con el sector afectado. Cuando este es el caso, y especialmente cuando la resolución del problema es competencia de las autoridades ambientales, es probable que estos gastos no hayan sido contabilizados.

ANEXO VII

ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR EL TERREMOTO DE MARZO DE 1987 EN ECUADOR, SOBRE EL SECTOR ENERGÉTICO³

En marzo de 1987 se produjo en el Ecuador un desastre de grandes proporciones originado por una serie de sismos cuyo epicentro estuvo ubicado en la región nororiental del país. El desastre afectó negativamente las condiciones de vida de un grupo poblacional de bajos ingresos, destruyendo sus viviendas y servicios básicos. Todavía más grave fueron los daños en la infraestructura de transporte para sectores vitales de la economía, con lo que se comprometió la capacidad para exportar y generar divisas del país.

1. Sector eléctrico

Los temblores, las avalanchas y las crecidas de los ríos originaron daños directos en algunas centrales de generación eléctrica, las líneas de transmisión del sistema interconectado nacional, y en dos campamentos de centrales hidroeléctricas que se encontraban en construcción. Además, indujeron daños o efectos indirectos por cuanto fue necesario suspender temporalmente el suministro de electricidad en algunas ciudades, sustituir la generación de plantas hidroeléctricas con generación de mayor costo en plantas térmicas, y se aumentaron los costos de generación en algunas centrales termoeléctricas debido al aumento en el costo de transporte del combustible para motores diesel.

La reparación de los daños en las centrales generadoras y en los sistemas de transmisión de electricidad fueron estimados con base en los costos de las empresas que los operan, lo mismo que los costos de reparación y reconstrucción de los campamentos de las centrales en construcción. El costo directo total se estimó en los 3.5 millones de dólares.

Como daños indirectos se estimaron aquellos referidos a los mayores costos en las obras que se encontraban en construcción, mayores costos en la producción de electricidad al utilizarse plantas termoeléctricas, y las pérdidas de ingresos de la empresa eléctrica. El monto total de los daños indirectos se estimó en los 0.3 millones de dólares.

Por lo tanto, el daño total sufrido por el sector eléctrico como resultado del desastre se estimó en los 3.8 millones de dólares. En la reconstrucción, debido a que la mayor parte de los equipos y materiales por reponer no son producidos al nivel nacional, habrá un efecto negativo sobre el balance de pagos por una cifra de 2.2 millones de dólares. (Véase el cuadro siguiente).

³ CEPAL, *El desastre natural de marzo de 1987 en el Ecuador y sus repercusiones sobre el desarrollo económico y social*, México, abril de 1987.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

Rubro	Daños, millones de US\$			Efecto sobre el balance de pagos ⁴
	Total	Directos	Indirectos	
Total	3.80	3.51	0.29	2.18
Infraestructura de producción	0.13	0.13	--	...
Líneas y subestaciones	0.12	0.12	--	...
Campamentos de obras en construcción	3.26	3.26	--	2.18
Mayores costos de generación y menores ingresos por facturación	0.29	--	0.29	--

Fuente: CEPAL, con base en cifras oficiales.

2. Sector de hidrocarburos

Si bien no se detectaron daños en los pozos productores de petróleo, las avalanchas y crecidas de los ríos cortaron el oleoducto transecuatoriano, que une la zona de producción ubicada en Lago Agrio con la refinería y el terminal de exportación de petróleo y derivados ubicado en Esmeraldas. Se interrumpió el flujo del crudo procedente de la zona oriental, que genera el 99.6% de la producción nacional, y se derramó un volumen cercano a los 100,000 barriles de crudo. Los cortes en el oleoducto, de diferentes diámetros, abarcaron longitudes cercanas a los 78 kilómetros en total, y se dañaron las obras civiles de algunas estaciones de bombeo.

Los daños directos de los ductos y las obras conexas y el valor del petróleo derramado se estima tuvieron un costo de 120 millones de dólares. Al suspenderse operaciones para la reconstrucción del oleoducto, siguiendo el mismo trazado que el anterior para facilitar las obras, por un período de 4 meses se produjeron pérdidas indirectas de importancia para el país muy superiores al valor del daño directo. (véase el cuadro 2).

Tales daños indirectos tuvieron repercusiones tanto internas como externas para el desempeño económico del país. Ello incluyó el descenso de los ingresos de divisas por concepto de exportaciones petroleras a lo largo del período de reconstrucción, y mayores costos para poder satisfacer la demanda interna de derivados del petróleo.

En cuanto al frente interno, fue preciso enfrentar mayores costos para el suministro de gas licuado para Quito, la ciudad capital, debido a la ruptura del gasoducto, al emplearse rutas y medios alternos de más elevado costo de operación. Además, la demanda interna de derivados de petróleo hubo de atenderse mediante la combinación de un préstamo de tales productos proveniente de Venezuela y fue necesario construir y utilizar un oleoducto alternativo hacia

⁴ Valor de los componentes que será necesario importar por no existir producción nacional de los mismos.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

Colombia, para poder extraer cantidades limitadas de petróleo que luego se transportó por barco hasta la refinería ecuatoriana en Esmeraldas.

En relación con las exportaciones de crudo fue necesario suspenderlas hasta que se reconstruyera el oleoducto, aun cuando se obtuvieron sendos préstamos de Venezuela y de Nigeria para poder cumplir con al menos parte de los compromisos en el exterior. Ello permitió amortiguar las pérdidas, al distribuir las a lo largo de un período de mayor duración que el necesario para reconstruir el oleoducto.

Además de lo anterior, la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE) acusó pérdidas debido a la caída en el consumo interno de gasolina, y las refinerías (privadas y estatal) procesaron un menor volumen de crudo en sus instalaciones. Este lucro cesante vino a incrementar las pérdidas indirectas ocasionadas por el desastre.

Resumiendo, el terremoto ocasionó daños directos a la infraestructura del sector por un monto de 121.7 millones de dólares, además de efectos indirectos por valor de 766.7 millones más, lo que situó el total de daños en los 888.4 millones de dólares. Además, esos daños tuvieron repercusiones negativas sobre el balance de pagos del país, por un monto de alrededor de los 815 millones de dólares, ocasionado por la disminución de exportaciones petroleras y por el aumento en importaciones requeridas para su consumo interno. (Véase el cuadro siguiente).

Rubro	Daños, millones de dólares			Efecto sobre el balance de pagos ⁵
	Total	Directos	Indirecto s	
Totales	888.42	121.67	766.89	815.6
Reconstrucción de ductos, estaciones de bombeo y costo del petróleo derramado	121.67	121.67	--	66.0
Mayores costos para el abastecimiento interno	90.17	--	90.17	87.3
- Inversión en oleoducto a Colombia	17.05		17.05	
- Mayores costos de transporte	15.69		15.69	
- Costo crudo de reposición	54.56		54.56	
- Mayores costos transporte gas licuado	0.87		0.87	
- Mayores costos transporte derivados a Oriente	2.00		2.00	
Pérdidas de exportación	662.30	--	662.30	662.3
- Exportaciones perdidas	64.27		64.27	
- Flete de petróleo prestado	19.60		19.60	

⁵ Menores exportaciones que se realizaron y mayores importaciones de equipo, maquinaria y materiales.

TERCERA PARTE: INFRAESTRUCTURA

Rubro	Daños, millones de dólares			Efecto sobre el balance de pagos ⁵
	Total	Directos	Indirectos	
Lucro cesante	14.28	--	14.28	--
- Menor consumo	5.27		5.27	
- Menor procesamiento en refinerías	9.01		9.01	

Fuente: CEPAL con base en cifras oficiales

Como podrá observarse, el terremoto de marzo de 1987 ocasionó daños totales al Ecuador, en el sector energía, por un monto estimado en los 892 millones de dólares. De ello, solamente el 14% correspondieron a daños directos sobre la infraestructura del sector, en tanto el 86% restante fueron daños o pérdidas indirectas. Además, el desastre generó un efecto negativo sobre el balance de pagos por un monto estimado de 818 millones debido principalmente a la imposibilidad de cumplir con los compromisos de venta de crudo en el exterior. Ello vino a agravar la situación económica prevaeciente en el país en aquella ocasión, derivada en gran medida por una caída previa en los precios internacionales del petróleo.