



BOLETÍN 374 /

FACILITACIÓN,
COMERCIO Y LOGÍSTICA
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

La resiliencia de los servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe: un abordaje inicial

Antecedentes

La integridad física de obras de infraestructura siempre ha sido objeto de atención, pues estos activos están constantemente bajo estrés debido a su utilización. Sin embargo, los debates respecto a la continuidad de los servicios de infraestructura han adquirido mayor relevancia tras la eclosión de combinaciones más complejas de peligros, y el aumento de la frecuencia y magnitud de eventos extremos con grandes impactos sobre los sistemas de transporte, energía, viviendas y otras infraestructuras. En muchos casos, la infraestructura constituye la línea de frente de los peligros de origen natural y causados por el hombre (Ijjasz-Vasquez, 2017).



| | |
|---|----|
| Antecedentes | 1 |
| I. Resiliencia de la infraestructura: aspectos conceptuales | 2 |
| II. Infraestructura crítica: vulnerabilidades e interdependencias | 6 |
| III. La resiliencia de la infraestructura en América Latina y el Caribe | 7 |
| IV. Recomendaciones para tomadores/as de decisiones | 11 |
| V. Bibliografía | 14 |
| VI. Publicaciones de interés | 16 |

El presente *Boletín FAL* presenta los conceptos que se consideran centrales relacionados con la resiliencia de la infraestructura, así como los principales desafíos para promover la infraestructura resiliente para avanzar hacia el desarrollo de los países de América Latina y el Caribe. Para ello, plantea la adopción de un abordaje integrado no tan solo para la construcción de nueva infraestructura sino también para la resiliencia de los servicios y los usuarios de infraestructura.

Este documento fue elaborado por Fabio Weikert Bicalho, Oficial Asociado de Asuntos Económicos de la División de Comercio Internacional e Integración de la CEPAL. El autor agradece a Jun Rentschler y al Banco Mundial por proveer valiosa información estadística sobre las pérdidas experimentadas por empresas en América Latina y el Caribe como resultado de interrupciones de la infraestructura.

Este boletín es parte de un documento más extenso sobre resiliencia de la infraestructura, el que será publicado próximamente. Para comentarios, sugerencias y mayores antecedentes contactar a fabio.weikert@un.org.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.



CEPAL





En América Latina y el Caribe, hay motivos adicionales que hacen del debate acerca de la resiliencia un ejercicio fundamental para la elaboración e implementación de políticas de infraestructura. Problemas que afectan la región hace décadas, como la congestión, la brecha de la infraestructura y la concentración modal, están íntimamente relacionados con los obstáculos al desarrollo futuro, así como con la capacidad de respuesta y recuperación frente a peligros y amenazas.

Dado que los servicios logísticos se prestan sobre las redes de transporte y dependen de otros servicios de infraestructura, como la energía y las telecomunicaciones, el debate acerca de la resiliencia de la infraestructura resulta particularmente relevante para el comercio y la producción económica. La ausencia de servicios de infraestructura resilientes a shocks y estreses con causas naturales y/o antrópicas está asociada a altos costos de recuperación de infraestructuras, sobrecarga de activos y pérdidas de competitividad de empresas, sectores económicos y regiones. El surgimiento de las cadenas de valor, tanto globales como regionales, hace que los riesgos económicos de una infraestructura no resiliente sean aún más elevados.

En este contexto, en el presente documento se busca introducir la discusión sobre la resiliencia de los servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe. Para ello, después de algunos antecedentes en la sección I, en la siguiente sección se presentan los aspectos conceptuales que fundamentan el tema. A continuación, la sección III está dedicada a la infraestructura crítica y sus interdependencias. Luego, en la sección IV, se discuten algunos de los principales desafíos enfrentados por los países de América Latina y el Caribe en cuanto a la promoción de la resiliencia de sus servicios de infraestructura. Finalmente, en la sección V se presentan algunas recomendaciones para la consideración de la temática por los tomadores de decisión de la región.

I. Resiliencia de la infraestructura: aspectos conceptuales

Una de las definiciones más difundidas de resiliencia es la del Departamento de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgos de Desastre (UNDRR) que la expresa como “la capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas por conducto de la gestión de riesgos” (Naciones Unidas, 2016)¹.

¹ Teóricamente, es posible evaluar la resiliencia de distintos componentes de la infraestructura —desde un activo específico a un conjunto de redes y sistemas— a shocks y estreses de diversos tipos y orígenes, naturales o antrópicos. Sin embargo, es imprescindible definir el sistema que se desea evaluar y considerar su capacidad de hacer frente y reaccionar a determinada perturbación.

El concepto de resiliencia se puede aplicar a diferentes escalas de riesgo, como individuos, domicilios, comunidades, instituciones, e incluso a los Estados. En todos estos casos, se requiere identificar el sujeto (la resiliencia de qué o quién) y el objeto (la resiliencia a qué) del análisis; en otras palabras, es necesario determinar el sistema de análisis y el tipo de perturbación a qué está expuesto y a cuyos efectos debe reaccionar. La adopción del concepto de resiliencia exige además que se identifiquen las capacidades, habilidades y tiempos de respuesta del sistema a determinada amenaza (Gallego-Lopez y Essex, 2016).

El Diagrama 1 siguiente es una representación holística del concepto de la resiliencia y de las relaciones entre sus elementos centrales.

Diagrama 1

Representación de la perspectiva holística de la resiliencia



Fuente: Traducido y adaptado de DFID (2011).

Tal como indican Gallego-Lopez y Essex (2016), la relación entre resiliencia e infraestructura en el contexto del desarrollo se puede comprender bajo dos perspectivas: la primera corresponde a la resiliencia de la infraestructura en sí misma; es decir, la capacidad de los sistemas de infraestructura de resistir a interrupciones mientras mantienen sus funcionalidades críticas, y como ello aporta beneficios más amplios a los usuarios de los servicios de infraestructura. La segunda es cómo la infraestructura —y sus atributos, como calidad, diseño y operación— afecta la resiliencia de otros sistemas (de infraestructura o no) y las opciones de medios de subsistencia de las personas, los hogares y las comunidades.

Según el esquema representado en la Diagrama 1, la primera perspectiva correspondería a asumir que determinado sistema de infraestructura fuera el contexto de análisis, o el sistema/proceso de interés. El segundo enfoque corresponde a comprender sus efectos sobre la capacidad de un sistema de hacer frente a las perturbaciones y reaccionar a ellas. Bajo esta perspectiva, por lo tanto, la infraestructura es uno de los factores que influyen sobre la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de otros sistemas, y determina, en alguna medida, el estado de esos sistemas tras la ocurrencia de un evento disruptivo.

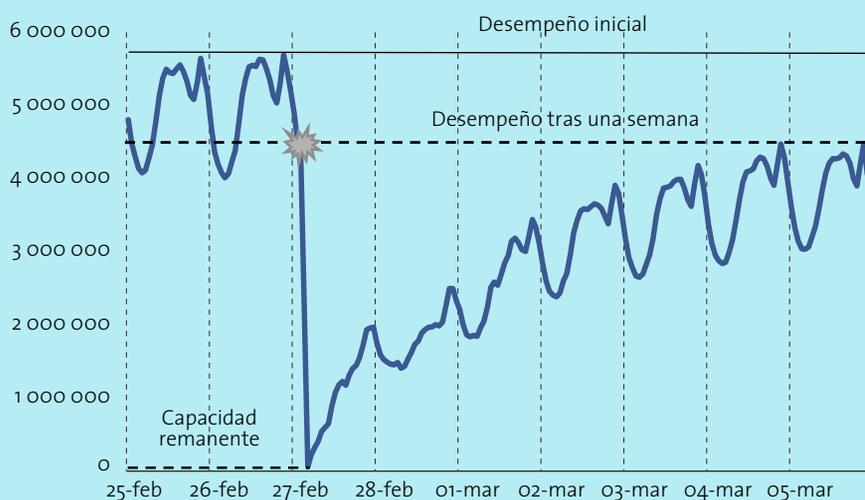
Predominantemente, las discusiones sobre infraestructura y resiliencia han adoptado el primer abordaje (Gallego-Lopez y Essex, 2016). Además, la atención históricamente dedicada por los gobiernos a las vulnerabilidades de las infraestructuras se ha enfocado en la protección de los activos que la componen. No obstante, cómo recalcan Fisher y Gamper (2017), los crecientes costos de los desastres y el aumento de la frecuencia de ataques cibernéticos y de atentados terroristas en el principio del siglo XXI han llevado a la adopción de un enfoque más orientado a la resiliencia de las infraestructuras críticas. Por ejemplo, los sistemas considerados esenciales



Gráfico 1

Desempeño del Sistema Eléctrico Nacional de Chile tras el terremoto del 27 de febrero de 2010

(En kW despachados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Coordinador Eléctrico Nacional (2019).

En este sentido, Gay (2016) resalta que la infraestructura resiliente no es la que nunca falla; más bien es la que, habiendo sufrido un evento de falla con causa natural o antropogénica, es capaz de sostener un nivel mínimo de servicio y recuperar su funcionamiento original con tiempo y costo razonables. Por lo tanto, el enfoque de la resiliencia de la infraestructura ha dejado de ser, simplemente, lo de evitar la posibilidad de ocurrencia de un evento disruptivo, para enfatizar la capacidad de recuperación del sistema y de minimización de las consecuencias de la falla.

II. Infraestructura crítica: vulnerabilidades e interdependencias

Por su naturaleza compleja y altos grados de interconexión, las llamadas infraestructuras críticas son particularmente vulnerables a efectos de reacción en cadena en contextos de crisis. Por esta razón, de no ser construidas y manejadas de forma adecuada, pueden constituirse en vectores de propagación de los impactos negativos de desastres, multiplicando los riesgos y añadiendo a la disrupción capas de complejidad adicionales que dificultan las actividades de respuesta (Fisher y Gamper, 2017). Por ello, algunos países han llevado a cabo el mapeo de las dependencias y redundancias de dichas infraestructuras (Naciones Unidas, 2016). La identificación de los sectores considerados como parte de la infraestructura crítica varía significativamente según el contexto nacional, como revela el cuadro 1, en donde se presentan los sectores identificados como parte de la infraestructura crítica para dos conjuntos de países seleccionados (OCDE y América Latina y el Caribe)³.

Cuadro 1

Sectores de infraestructura crítica para un conjunto de países de la OCDE y de América Latina y el Caribe

| Sectores | Países de la OCDE | | | | | América Latina y el Caribe | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|--------|----------------|-------------|----------------------------|-------|----------|------------|---------|
| | Alemania | Australia | Canadá | Estados Unidos | Reino Unido | Brasil | Chile | Colombia | Costa Rica | Jamaica |
| Energía | | | | | | | | | | |
| Alimentación (y agricultura) | | | | | | | | | | |
| Agua (y aguas residuales) | | | | | | | | | | |
| Transporte | | | | | | | | | | |
| Salud | | | | | | | | | | |
| Banca y finanzas | | | | | | | | | | |
| Comunicaciones | | | | | | | | | | |
| TIC | | | | | | | | | | |
| Gobierno | | | | | | | | | | |
| Servicios de emergencia | | | | | | | | | | |
| Manufactura e industria | | | | | | | | a | | |
| Protección | | | | | | | | | | |
| Infraestructura social | | | | | | | b | | | |
| Laboratorios | | | | | | | | | | |
| Química | | | | | | | | | | |
| Defensa / Seguridad | | | | | | | | | | |
| Instalaciones comerciales | | | | | | | | | | |
| Represas | | | | | | | | | | |
| Nuclear | | | | | | | | | | |
| Aplicación y cumplimiento de la ley | | | | | | | | | | |
| Aeropuertos | | | | | | | | | | |
| Puertos | | | | | | | | | | |
| Educación | | | | | | | | | | |
| Minero-energético | | | | | | | | | | |
| Ambiente | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de Fisher y Gamper (2017) y de documentos nacionales.

^a Incluye los servicios de turismo.

^b Además de salud y educación, incluye a los espacios públicos y las cárceles.

³ Según O'Rourke (2007), otro concepto muy relacionado al de infraestructura crítica es el de líneas o sistemas vitales (*lifelines*), lo cual se ha desarrollado para evaluar el rendimiento de grandes redes distribuidas geográficamente durante eventos naturales como terremotos y huracanes. Las líneas vitales se agrupan en seis sistemas principales: energía eléctrica, combustibles gaseosos y líquidos, telecomunicaciones, transporte, eliminación de desechos y suministro de agua.

Las vulnerabilidades de la infraestructura crítica constituyen una fuente de riesgos sistémicos más amplios, los cuales deben ser evaluados y gestionados. Al verse directamente afectadas por eventos disruptivos de naturaleza diversa —como eventos climáticos extremos o ciberataques— las redes de infraestructura pueden convertirse en canales de propagación de los impactos hacia un conjunto más amplio de usuarios, sectores y sistemas. Así, las comunidades expuestas a un desastre, además de enfrentar sus impactos directos (como los que afectan los activos de infraestructura y la salud de los usuarios), están sujetas a los impactos indirectos del evento, en general asociados a las interrupciones económicas que es capaz de causar. Comúnmente, los impactos indirectos de los desastres son aún más costosos que los directos, ya que estos afectan a mayor cantidad de personas y sus efectos de propagación son más difícil de prevenir y se extienden a redes y cadenas logísticas enteras (Obolensky y otros, 2019).

Las inundaciones son ejemplos de eventos responsables de causar grandes interrupciones en los sistemas de transporte en áreas urbanas. La congestión resultante de ese tipo de shock está asociada a impactos directos (equivalentes al valor del combustible y al tiempo extra gastado por los usuarios de la red de transporte) e indirectos (como alzas de los precios de los bienes transportados por la red congestionada). Por medio de la interrupción del tráfico en tramos de las redes viales urbanas —y los consecuentes impactos sobre la operación de las firmas— las inundaciones también afectan el funcionamiento de los mercados de trabajo y la capacidad de las personas de acceder a bienes y servicios básicos, como los alimentos y cuidados de salud, particularmente importantes en el periodo posterior a la ocurrencia de un desastre (Obolensky y otros, 2019). En Guatemala, por ejemplo, Baez y otros (2017) encontraron que la tempestad tropical Agatha, en 2010, implicó un aumento del orden del 18% de la pobreza en áreas urbanas, resultante, principalmente, del aumento de los precios de los alimentos, debido mayormente a las interrupciones de la red de transporte y de las cadenas de suministro de alimentos.

También es creciente la preocupación sobre los impactos severos que los *shocks* tecnológicos pueden tener sobre los servicios de infraestructura y sus usuarios. A medida que los activos de infraestructura modernos (como plantas de generación de energía, sistemas de suministro de agua y redes de transmisión y distribución de electricidad) se han convertido en sistemas interconectados e integrados a redes de tecnología de información y comunicación, su vulnerabilidad a ataques cibernéticos sofisticados también se ha ampliado (Géngé, Kiss y Haller, 2015). Se estima, por ejemplo, que el costo anual de la baja resistencia cibernética en términos de pérdida de productividad y del crecimiento mundial alcanzará la cifra de 3 billones (3x10¹²) de dólares en 2021 (Morgan, 2019).

Corroborado por estas cifras, el actual contexto de incertidumbre, asociado a la importancia de sistemas como las redes transporte, energía y telecomunicaciones para el desarrollo social, económico y ambiental, ha llevado a que la aplicación del concepto de resiliencia a los sistemas de infraestructura crítica se convirtiera no solamente en una tendencia, sino que en una línea de acción óptima (Linkov y otros, 2014). Se cree, además, que los debates alrededor de ese concepto pueden contribuir a la construcción de una agenda de desarrollo común y más orientada a la práctica, al favorecer la conexión de distintas disciplinas y áreas del conocimiento, como la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgo de desastres (Sturges y Sparrey, 2016).

III. La resiliencia de la infraestructura en América Latina y el Caribe

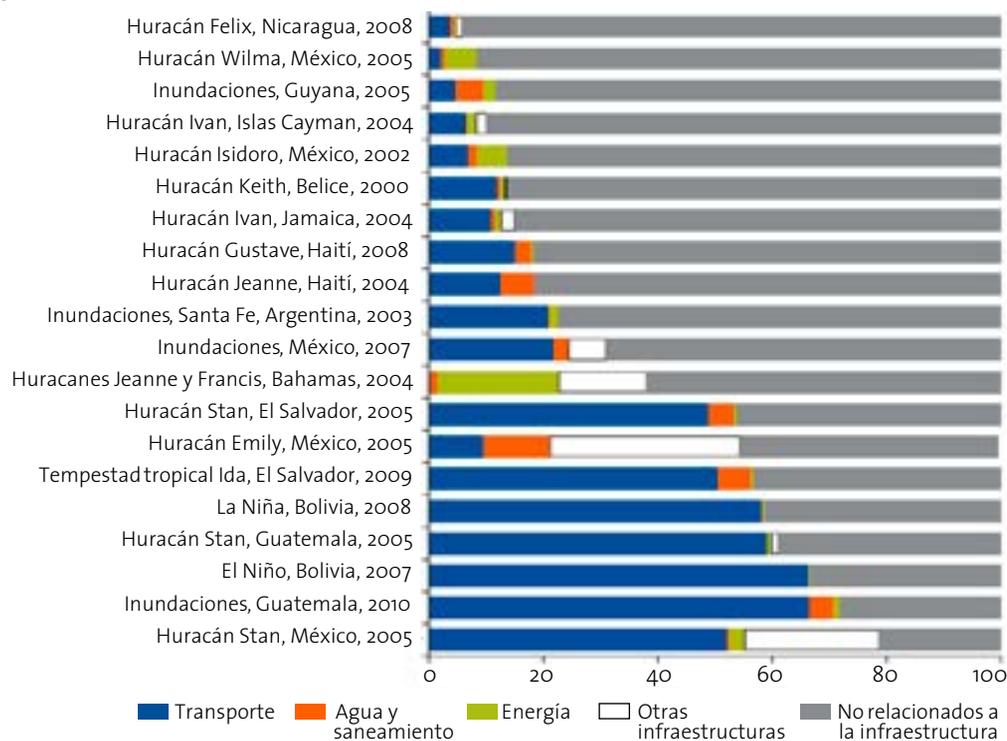
Hay motivos diversos que hacen del debate acerca de la resiliencia un ejercicio fundamental para la elaboración e implementación de políticas de infraestructura en América Latina y el Caribe. Esto se debe a la reunión de factores que determinan un alto grado de vulnerabilidad de los sistemas de la región a peligros de naturaleza diversa —sean ellos de origen natural (por ejemplo, sequías, terremoto y condiciones meteorológicas extremas), tecnológico (como el colapso de estructuras o las amenazas cibernéticas) o socioeconómico (como los conflictos

sociales, las huelgas laborales, o las crisis de suministros). Más allá de ello, esos factores impiden el desarrollo de mayor capacidad de respuesta y recuperación frente a dichas amenazas —por parte de las mismas redes de infraestructura y, de manera más amplia, de sus usuarios.

Se deben destacar, por ejemplo, los altos niveles de exposición y vulnerabilidad de la región a amenazas naturales y a eventos climáticos extremos. Según datos del Índice Global de Riesgo (*World Risk Index*), por ejemplo, más de 60% de los países de la región presentan nivel medio, alto o muy alto de riesgo a desastres (CEPAL, 2018). Aunque solo se consideran los efectos directos (sin considerar las interdependencias de los sistemas), las consecuencias de los desastres sobre la infraestructura pueden representar cifras considerables tal como muestra el gráfico 2. En donde se puede observar que la proporción de los daños a cada componente de la infraestructura generados por algunos de los principales desastres que han afectado a los países de la región entre 2000 y 2010, observándose que la infraestructura de transporte es el componente más afectado en la mayoría de los desastres, llegando a representar, en algunos casos, más de 50% de los impactos totales.

Gráfico 2

Daños a la infraestructura causados por desastres en América Latina y el Caribe, 2000-2010



Fuente: Fay y otros (2017) en la base de *GFDRR Loss and Damage Database*.

Asimismo, se estima que la magnitud y frecuencia de los eventos extremos aumentarán como consecuencia del aumento de la variabilidad climática, resultando en serias consecuencias a la infraestructura crítica en América Latina y el Caribe (Fisher y Gamper, 2017; BNamericas, 2018). Según estimaciones de la CEPAL (2015), la alteración en los patrones climáticos llevará a la pérdida de un monto entre 1,5% y 5% del PIB en el año 2050. Aún más, tal como reconocen autores como Fay y otros (2017), la infraestructura existente en los países de América Latina y el Caribe ya se ve afectada en la capacidad de entregar sus servicios por consecuencia de shocks y estreses vinculados al cambio climático. La producción hidroeléctrica y la navegabilidad de los canales, por ejemplo, se encuentra comprometida por el aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías, además del derretimiento de los glaciares. Otros activos de transporte, como carreteras y puentes, están altamente sujetos a los impactos de deslizamientos, tempestades e inundaciones.

La vulnerabilidad de la infraestructura en América Latina y el Caribe se agrava por el hecho de que los países de la región, en general, están por debajo de las economías avanzadas y de los países emergentes asiáticos en cuanto a cantidad y calidad de infraestructura, lo que responde a los bajos niveles de inversión pública y privada en dicho sector⁴. Con respecto a la infraestructura de transporte, por ejemplo, indicadores como la densidad de la red vial permiten constatar el retraso de la región: en 2015, la extensión promedio de la red vial en América Latina (16 países considerados) era de 22,8 km por 100 km², un nivel mucho inferior al de países como Alemania (180,3 km), República de Corea (108,7 km) y los Estados Unidos (71,5 km). En cuanto a la calidad de la infraestructura vial, solamente 23% de las carreteras en América Latina son pavimentadas, y las vías secundarias y terciarias representan aproximadamente 85% de la red total (Sánchez y otros, 2017).

Más allá de la brecha de infraestructura observada en América Latina y el Caribe, es una realidad conocida que una gran cantidad de servicios de infraestructura no operan adecuadamente en la región, generando estrangulamientos al crecimiento sostenible. Como ejemplos se pueden mencionar: los problemas de congestión del transporte en las carreteras o en las ciudades de América Latina y el Caribe; las interrupciones ocasionales o frecuentes de los distintos servicios, como agua, luz y telecomunicaciones; las inundaciones por falta de inversiones en nuevas instalaciones o en mejoras y mantenimiento a las antiguas infraestructuras de agua; y los impactos negativos en el medio ambiente debido al empleo de tecnologías ineficientes u obsoletas en el sector de infraestructura. Si se consideran las proyecciones de crecimiento demográfico, el hecho de que la infraestructura actual no es ni suficiente ni adecuada para las necesidades de la región es aún más preocupante: se espera que hasta el año 2030 la población de América Latina y el Caribe aumente en 58 millones de personas en comparación a 2019 (Sánchez y otros, 2017; CEPAL, 2019).

La brecha de infraestructura en cuanto a su calidad y cantidad está asociada a la persistencia de barreras a que se alcancen mayores niveles de resiliencia (CAF, 2016; Cerra y otros, 2016; Sánchez y otros, 2017; BNamericas, 2018). Dicho efecto recae no solamente a la infraestructura misma (por ejemplo, afectando la capacidad de los activos y servicios de transporte para resistir y responder a las perturbaciones), sino también tiene impactos sobre las capacidades de respuesta de las economías, comunidades e individuos. Más allá del mantenimiento de las funciones vitales de la sociedad, la existencia de canales adecuados para la provisión y distribución de servicios y productos básicos es clave para minimizar los impactos y el tiempo necesario para la recuperación tras la ocurrencia de un desastre, por ejemplo. Por otra parte, la infraestructura crítica no resiliente puede actuar como multiplicadora de peligros, aumentando la severidad de un evento disruptivo por medio de efectos en cascada a través de distintos sectores (Fisher y Gamper, 2017).

También se debe enfatizar que la falta de infraestructura aumenta el estrés sobre los activos existentes, que a menudo están sobrecargados y más expuestos al riesgo de interrupción. Además del aumento de la vulnerabilidad de los sistemas, su desgaste más rápido debido a la sobreutilización tiene como resultado mayores costos de mantenimiento, reforzando la escasez de recursos financieros para la inversión en nueva infraestructura y manteniendo a los países de la región atrapados en un círculo vicioso. Asimismo, dado que comúnmente existe una excesiva dependencia de activos específicos y una insuficiente redundancia en los sistemas de infraestructura, los impactos resultantes de eventos disruptivos generalmente tienen su alcance e intensidad magnificados.

Una evaluación de los impactos de shocks sufridos por la infraestructura y sus efectos sobre sus usuarios la hacen Rentschler y otros (2019) y Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019). A partir de encuestas realizadas por el Banco Mundial (a 143 mil empresas de 137 países de bajo o mediano ingreso), se estimaron los costos impuestos por la infraestructura vulnerable a empresas ubicadas en diversos países, considerando factores como interrupciones de suministro de electricidad sobre las ventas de las firmas. Estos son, como resaltan los autores, solamente una de las vías por medio de las cuales las empresas se pueden ver afectadas por la ausencia de resiliencia de la infraestructura a eventos disruptivos: cuando confrontadas con el

⁴ En la región, la inversión total en infraestructura medida como porcentaje del PIB alcanzó un promedio anual de 2,2% desde 2000 hasta 2015. Las estimaciones de las necesidades de inversión (incluido mantenimiento y reparaciones) varían en un rango de 3,7% y 7,4% del PIB de acuerdo con los escenarios proyectados para la evolución del PIB regional (Sánchez y otros, 2017).

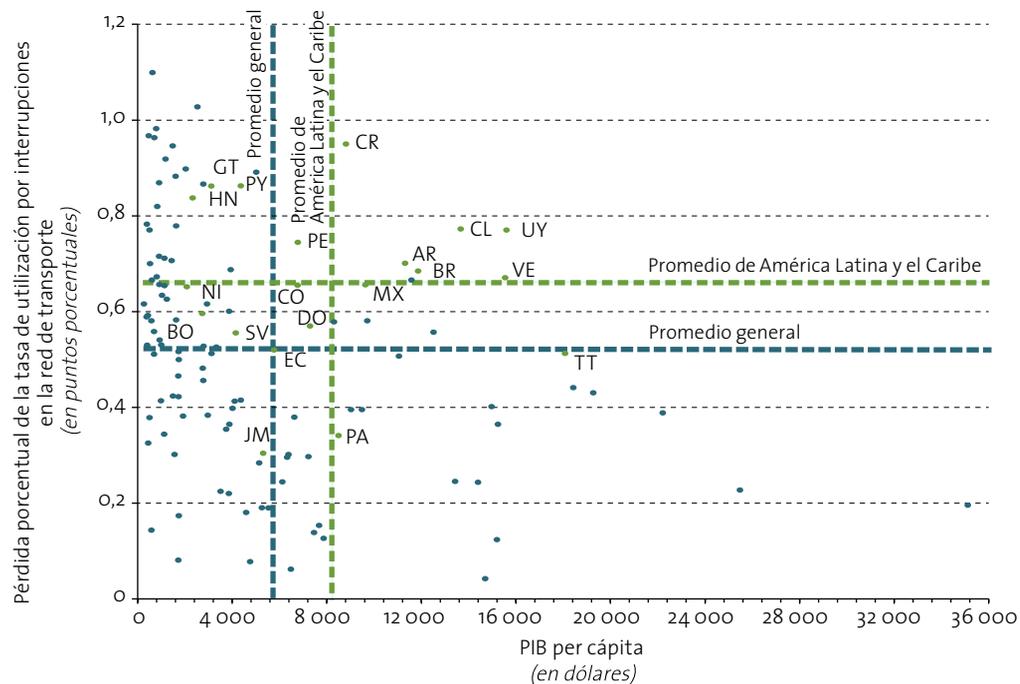
corte de servicios básicos, las firmas se ven obligadas a operar a un nivel inferior a su capacidad, a reducir sus ventas y a retrasar la entrega de productos. No obstante, más allá de esos efectos inmediatos, el grado de innovación y las decisiones de inversión por parte de las firmas también dependen de la confiabilidad de los servicios de infraestructura de los cuales son usuarias.

Según los resultados del modelo empleado por Rentschler y otros (2019) y Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019), la baja resiliencia de cualquier servicio de infraestructura económica inflige impactos sobre las ventas y la tasa de utilización⁵ de las firmas. Particularmente, las interrupciones de los servicios de infraestructura de transporte desempeñan un rol preponderante en el total de pérdidas en las tasas de utilización: en el nivel global, más de dos tercios de dichas pérdidas se deben a la baja confiabilidad de la infraestructura de transporte. Se estima que la infraestructura de transporte es responsable de pérdidas del orden de 107 mil millones de dólares, alrededor del 0,42% del PIB de los países analizados.

El gráfico 3 ilustra, para un universo de países de ingreso medio o bajo, las pérdidas de las tasas de utilización de las firmas, ocasionadas por interrupciones en la infraestructura de transporte. Se puede observar que, aunque el PIB per cápita promedio de los países de América Latina y el Caribe sea más alto que el promedio del total de países analizados (8.196 dólares y 5.484 dólares, respectivamente), las pérdidas de la tasa de utilización asociadas a interrupciones de los servicios de transporte son más altas para los países de América Latina y el Caribe que para la muestra de países analizados (0,66 y 0,52 puntos porcentuales, respectivamente). Se destacan países como Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica y Uruguay, los cuales, a pesar de contar con PIB per cápita más alto que el promedio de todos los países considerados—y superior al promedio regional— presentan pérdidas de la tasa de utilización más altas que el promedio regional. Cuando están integrados a otras evidencias, estos indicadores pueden ser interpretados como un reflejo de la baja calidad y de los bajos niveles de resiliencia de la infraestructura.

Gráfico 3

Pérdida en las tasas de utilización por interrupciones en la red de transporte



Fuente: Elaborado por el autor partir de datos de Rentschler y otros (2019) y Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019).
Nota: Las líneas punteadas verdes corresponden a los promedios del PIB per cápita y de las pérdidas de la tasa de utilización para los países de América Latina y el Caribe. Las líneas negras corresponden a los promedios para el conjunto de los países analizados.

⁵ La tasa de utilización de capacidad es un indicador comúnmente adoptado para medir la productividad de firmas o la productividad agregada de la economía. Como explican Rentschler y otros, (2019), esa tasa mide la efectividad con que una firma convierte insumos en productos. En una firma, tasas más bajas de utilización de capacidad afectan las ventas y la productividad de los factores de producción.

Diversos factores pueden estar relacionados a las altas pérdidas de la capacidad de utilización de las empresas de los países de América Latina y el Caribe debido a interrupciones en las redes de transporte. Uno de ellos es la insuficiente aplicación de recursos para la conservación de ese tipo de infraestructura. Como ocurre en otros conjuntos de países en desarrollo, el mantenimiento de la infraestructura existente en América Latina y el Caribe no ha recibido la misma atención que proyectos *greenfield*, lo que tiene claras implicaciones en términos de costos (Fay y Morrison, 2007). Según Donnges y otros (2007), durante la vida de una carretera, el costo anual de conservación corresponde a una pequeña parte del costo de la inversión inicial (generalmente del 2 al 3% para carreteras principales y del 5 al 6% para zonas rurales sin carreteras pavimentadas). Sin embargo, sin una adecuada conservación de la infraestructura, los beneficios que aporta a la sociedad se pierden con el tiempo. Este rápido deterioro se traduce también en sobrecostos para la operación de vehículos, en una vida útil más corta de los activos, y en rehabilitaciones y reconstrucciones que podrían evitarse, ascendiendo anualmente a cifras entre el 1% y el 3% del PIB. Teniendo en cuenta otros factores, como la pérdida de producción o la imposibilidad de colocar los productos en los mercados, e incrementos de los accidentes, esta cifra puede aumentar significativamente, alcanzando magnitudes similares a las tasas de crecimiento de la economía (Bull y Schliessler, 1994). Sin embargo, autores como Rioja (2003) han encontrado, para un conjunto de países de América Latina, que el aumento en 1 punto porcentual de la proporción del PIB utilizada para el mantenimiento de la infraestructura podría revertirse en un crecimiento del PIB del orden de 1,87% en comparación con el escenario *business as usual*.

La forma como se encuentra configurada la infraestructura —tecnológica y espacialmente— sigue determinando en gran medida los patrones de construcción de nuevos activos y redes de infraestructura. Un ejemplo emblemático está dado por la distribución modal del transporte en América Latina y el Caribe, altamente concentrada en el modo automotor y responsable de generar externalidades negativas significativas, como la alta congestión y el elevado volumen de emisiones de gases de efecto invernadero. Además de tener implicaciones directas sobre la resiliencia del sistema de transporte y de las cadenas logísticas —altamente dependientes de la infraestructura vial y desprovistas de sistemas redundantes— la concentración modal contribuye al aumento de los estreses que pueden afectar a la misma infraestructura en el futuro.

IV. Recomendaciones para tomadores/as de decisiones

Por el papel crucial que cumple en la promoción del desarrollo y de la calidad de vida de las poblaciones, garantizar que los servicios de infraestructura sean fiables y eficientes es imprescindible. En particular, la operación adecuada de los sistemas de infraestructura es fundamental para proveer a las firmas la previsibilidad necesaria para implementar sus planes de inversión y maximizar su capacidad de producción sin gastos excesivos con tecnologías contingenciales. En consecuencia, servicios de infraestructura poco fiables pueden tener efectos adversos sobre la operación de las cadenas de valor, reduciendo la productividad agregada y comprometiendo la competitividad de economía (Rentschler y otros, 2019).

Las redes de infraestructura de transporte en particular están compuestas de activos con vida útil larga y son determinantes de la dimensión espacial del desarrollo, condicionando los patrones de desplazamiento de cargas y pasajeros, así como las externalidades resultantes —positivas y negativas. De esta manera, la presente capacidad de respuesta de la infraestructura a eventos adversos está vinculada, en última instancia, a decisiones de política tomadas en contextos históricos específicos, reflejando un fenómeno de *path dependence* asociado al *lock-in* de la infraestructura y de las tecnologías en que está basada.

De igual manera, dependiendo de la forma en que se construya, la infraestructura puede favorecer o imponer obstáculos a determinadas trayectorias de desarrollo, soportando la constitución de sistemas más o menos resilientes. Es fundamental, por lo tanto, que las inversiones que se hagan en el presente en los países de América Latina y el Caribe incorporen desde ya consideraciones de resiliencia en el diseño de los sistemas. De hecho, se argumenta que la inclusión de elementos que promuevan la resiliencia de un sistema desde las etapas iniciales de su ciclo de vida se muestra menos costosa que hacerlo después de su construcción o de forma reactiva, como respuesta a un evento disruptivo (Della Rocca y otros, 2019).

En este sentido, se presentan enseguida algunas recomendaciones para la consideración de la resiliencia en proyectos de infraestructura.

Evaluar la resiliencia en el ámbito de los sistemas

Como afirman Gallego-Lopez y Essex (2016), es esencial evaluar el comportamiento de la infraestructura como parte de un sistema más amplio, como una forma de tener en cuenta sus impactos sobre los medios de subsistencia de los individuos y de la sociedad en su conjunto. En ese sentido, El Nakat y otros (2015) destacan que el enfoque adoptado en el diseño y planeación de la infraestructura no debe recaer solamente sobre los activos, sino que también sobre las personas, procesos, estructuras de gobernanza, recursos y conocimientos que definen y conforman su resiliencia.

Según esa misma visión, la integración de la resiliencia a la infraestructura debería empezar en un nivel más alto, que cubriera las instituciones, políticas, regulaciones, procesos y prácticas que determinan dónde, cómo y qué activos de infraestructura son planeados y diseñados. Así, previamente a analizar las características de un activo de infraestructura existente y evaluar cómo hacerlo resiliente, se deberían identificar elementos tales como, el propósito de dado proyecto de infraestructura; sus atributos espaciales y temporales (su ubicación y el momento de su implementación); y la resiliencia de los demás componentes del sistema en que se inserte el nuevo proyecto. Al final, un sistema es tan fuerte como su eslabón más débil, sea él de naturaleza física, ambiental, social, económica o institucional (El Nakat y otros, 2015). En este contexto, la propuesta realizada por CEPAL sobre políticas integradas y sostenibles de logística y movilidad brinda una metodología para incorporar estos elementos y alinearlos debidamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Jaimurzina, Pérez y Sánchez, 2016).

En línea con lo anterior, la consideración de la resiliencia de la infraestructura debería fundamentarse en la combinación de tres niveles de análisis. Como reconocen Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019), el nivel más básico de dicho análisis se refiere a la capacidad de resistir a perturbaciones externas de los activos de infraestructura, como carreteras, represas y líneas de transmisión de energía eléctrica de. El nivel intermedio corresponde a la resiliencia de los servicios de infraestructura, un enfoque más sistémico y que destaca la importancia de los servicios prestados a nivel de red en base a los activos de infraestructura. En ese sentido, más que hablar de un “puente” resiliente, por ejemplo, se debería pensar en un “cruce” resiliente de dicha estructura (El Nakat y otros, 2015). Un tercer nivel, más amplio, consiste en la resiliencia de los usuarios de la infraestructura. Esta perspectiva busca enfatizar la capacidad de respuesta de los usuarios de los servicios prestados por la infraestructura en el caso de que se produzcan interrupciones, sean ellos personas, comunidades, empresas o cadenas de suministro⁶.

Cualquiera que sea el nivel de análisis, hay consenso en que el aumento de la resiliencia de un sistema de infraestructura aporta beneficios en comparación a un escenario de línea de base: en el nivel de los activos, implica la reducción del costo del ciclo de vida útil de la infraestructura; en el siguiente nivel, una infraestructura resiliente significa la prestación de servicios más confiables; finalmente, en el nivel de los usuarios, la infraestructura resiliente ameniza el impacto de eventos disruptivos sobre las personas y las economías.

Identificar y priorizar la infraestructura crítica, sus servicios y usuarios

Muchos países de América Latina y el Caribe han establecido definiciones oficiales para la “infraestructura crítica” en sus marcos jurídicos (14 de los 17 países de la región encuestados en el Índice de Gobernanza y Políticas Públicas sobre Manejo de Desastres del BID). Algunos han también identificado formalmente los sectores que componen su infraestructura crítica. Para esos países, la etapa lógica subsiguiente sería llevar a cabo un diagnóstico de criticidad, a partir del cual se identificarían los activos, sistemas y redes imprescindibles para el mantenimiento de las funciones vitales de la sociedad. Los criterios para realizar dicho diagnóstico pueden variar según el nivel jurisdiccional de gobierno y la evaluación de los impactos de las interrupciones (Fisher y Gamper, 2017).

⁶ El nivel de la resiliencia de los usuarios corresponde, en alguna medida, a la segunda perspectiva mencionada por Gallego-Lopez y Essex (2016).

Diagrama 3

Niveles de análisis de la resiliencia de la infraestructura



Fuente: Elaboración propia a partir de Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019).

En concordancia con la recomendación anterior, el diagnóstico de criticidad debe considerar, también, los servicios de infraestructura y sus usuarios —entre los cuales deben figurar los hogares y las cadenas de valor que dependen de los servicios de la infraestructura. Al final, los servicios logísticos sobre las que están configuradas dichas cadenas se prestan sobre las redes de transporte y dependen de otras infraestructuras económicas, como la provisión de energía y los servicios de telecomunicaciones.

Considerar los costos de la ausencia de la resiliencia

A pesar de todo lo dicho, la resiliencia no es, actualmente, el factor más influyente sobre las decisiones de inversión en infraestructura. Una de las razones de ello es que los costos de la “no resiliencia” no siempre se tienen en cuenta —sea por la subestimación de los riesgos o por las múltiples dificultades asociadas a su estimación. De hecho, la cuantificación de los beneficios de la resiliencia implica múltiples desafíos, como la identificación de los eventos disruptivos, la estimación de su probabilidad de ocurrencia y la evaluación de sus potenciales costos sobre los usuarios (ITF, 2018).

No obstante, cuando es posible tener en cuenta los costos que la posible interrupción de un sistema impondría a todos los usuarios de los servicios prestados por él, la integración de medidas adicionales de resiliencia al ciclo de vida de los proyectos de infraestructura se convierte en la línea de acción preferible. Como señalan Chopra y Sodhi (2014), subestimar los riesgos disruptivos (o asumir que no existen) tiene costos más altos que sobreestimarlos: dado que los eventos raros se materializan en algún momento, el costo promedio de las interrupciones se revela más alto que los ahorros que se pueda lograr al evitar invertir en una cadena más resiliente.

Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019) estiman que los daños directos causados por los desastres en la generación de energía y la infraestructura de transporte representen un costo anual de 18 mil millones de dólares en los países de ingreso bajo y medio. Si se consideran, además, los efectos indirectos de los desastres, los costos anuales de las interrupciones en el funcionamiento de la infraestructura a los hogares y empresas de países de ingreso bajo y medio están entre 391 mil millones de dólares y 647 mil millones de dólares. Por otra parte, se estima que el beneficio neto de invertir en una infraestructura más resiliente en los países de ingreso bajo y medio es de 4,2 billones (4,2x10¹²) de dólares —lo que corresponde a un beneficio de 4 dólares por cada dólar invertido.

Según Ijjasz-Vasquez (2017), se espera que en los próximos 20 años se construya más infraestructura que en los últimos 2000 años, lo que implicaría niveles de inversión sin precedentes. En este contexto, decisiones como las referentes al diseño, dimensión y ubicación de los sistemas de infraestructura son cruciales para determinar en qué medida las comunidades y economías seguirán trayectorias más o menos resilientes. Las inversiones futuras guardan, por lo tanto, el potencial de generar un múltiple dividendo, en el caso de que se realicen según las mejores prácticas y contribuyan a la promoción de la resiliencia de los servicios que se presten a sus usuarios (Murray, 2019).

V. Bibliografía

- Baez, J. y otros (2017), Gone with the Storm: Rainfall Shocks and Household Wellbeing in Guatemala, *The Journal of Development Studies*, Volume 53, Issue 8.
- BNamericas (2018), “Diseñando infraestructura resiliente en América Latina”, *Intelligence Series: Infraestructura*, Santiago, marzo.
- Bruneau, M. y otros (2003), A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, *Earthquake Spectra*, Volume 19, No. 4, pages 733–752, noviembre.
- Bull, A. y Schliessler, A. (1994), *Caminos: un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales* (LC/L.693/REV.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), septiembre.
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) (2016), *Cómo cerrar la brecha de infraestructura en América Latina* [en línea] <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/02/como-cerrar-la-brecha-de-infraestructura-en-america-latina/>.
- CEPAL (2019), *América Latina, Estimaciones y proyecciones de población a largo plazo, 1950-2100, Revisión 2019* [en línea] <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2018), *Disaster assessment methodology exercise guide* (LC/TS.2018/64), Santiago, CEPAL y GIZ, octubre.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2015), *La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, CEPAL, febrero.
- Cerra, V. y otros (2016), “Highways to Heaven: Infrastructure Determinants and Trends in Latin America and the Caribbean”, *IMF Working Paper* (WP/16/185), Washington, DC, Fondo Monetario Internacional (FMI), septiembre.
- Chopra, S. y M. Sodhi (2014), Reducing the risk of supply chain disruptions, *MIT Sloan Management Review*, marzo.
- De la Llera, J. C. y otros (2017) “Infraestructura Resiliente: Lecciones del caso chileno” *Integration & Trade Journal*: Volume 21: No. 41, pp. 303-315.
- Della Rocca, M., T. McManus y C. Toomey (2019), Climate resilience: Asset owners need to get involved now, McKinsey&Company [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/climate-resilience-asset-owners-need-to-get-involved-now>.
- DFID (UK Department for International Development) (2011), *Defining Disaster Resilience: a DFID Approach Paper*, [en línea] https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/186874/defining-disasterresilience-approach-paper.pdf.
- Donnges, C., G. Edmonds y B. Johannessen (2007), *Rural road maintenance: sustaining the benefits of improved access*, Bangkok, Organización Internacional del Trabajo (OIT), septiembre.
- El Nakat, Z. S. y otros (2015), Disaster risk management in the transport sector : a review of concepts and international case studies, Washington, D.C., World Bank [en línea] <http://documents.worldbank.org/curated/en/524081468188378328/Disaster-risk-management-in-the-transport-sector-a-review-of-concepts-and-international-case-studies>.
- Fay, M. y otros (2017), *Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Spending Better to Achieve More*, World Bank, [en línea] <http://documents.worldbank.org/curated/en/676711491563967405/pdf/114110-REVISED-Rethinking-Infrastructure-Low-Res.pdf>.
- Fay, M. y Morrison, M. (2007), *Infrastructure in Latin America and the Caribbean Recent Developments and Key Challenges*, World Bank, [en línea] <http://documents.worldbank.org/curated/en/752621468053040341/pdf/378990LACoinfr101OFFICIAL0USEoONLY1.pdf>.

- Fisher, M. y C. Gamper (2017), “Marco para la evaluación de políticas sobre la gobernanza de la resiliencia de la infraestructura crítica en América Latina”, Washington, DC, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), septiembre.
- Gallego-Lopez, C. y J. Essex (con insumos de DFID) (2016), “Introducing infrastructure resilience”, *Evidence on Demand*, Londres, Departamento de Desarrollo Internacional (DFID).
- Gay, L. F. (2016), Infraestructura resiliente: desempeño sostenido en un mundo siempre cambiante, *Entretextos*, año 8, número 24, diciembre.
- Géngé, B., I. Kiss y P. Haller (2015), A system dynamics approach for assessing the impact of cyber attacks on critical infrastructures, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 10, septiembre.
- Hallegatte, S., J. Rentschler y J. Rozenberg (2019), “Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity”, *Sustainable Infrastructure Series*, Washington, DC, Banco Mundial, julio.
- Heggie, I. y P. Vickers (1998) “Commercial Management and Financing of Roads”, *World Bank Technical Paper*, No 409, Washington, DC.
- Ijjasz-Vasquez, E. (2017), *Engineering our way out of disasters: the promise of resilient infrastructure*, World Bank Blogs [en línea] <https://blogs.worldbank.org/sustainablecities/engineering-our-way-out-of-disasters-promise-resilient-infrastructure>.
- ITF (Foro Internacional de Transporte) (2018), “Balancing Efficiency and Resilience in Modal Supply Chains”, *Summary and Conclusions*, Paris, ITF/OCDE, octubre.
- Jaimurzina, A., G. Pérez-Salas y R. Sánchez (2015), Políticas de logística y movilidad para el desarrollo sostenible y la integración, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura* No. 174 LC/L.4107 Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), noviembre.
- Linkov, I. y otros (2014), “Changing the resilience paradigm”, *Nature Climate Change*, vol. 4, junio.
- Morgan, S. (2019), *2019 Official Annual Cybercrime Report*, Cybersecurity Ventures y Herjavec Group [en línea] <https://www.herjavecgroup.com/wp-content/uploads/2018/12/CV-HG-2019-Official-Annual-Cybercrime-Report.pdf>.
- Murray, S. (2019). The Critical Role of Infrastructure for the Sustainable Development Goals, The Economist Intelligence Unit [en línea] https://content.unops.org/publications/The-critical-role-of-infrastructure-for-the-SDGs_EN.pdf?mtime=20190314130614.
- Naciones Unidas (2016), “Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres” (A/71/644) [en línea] https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf.
- OAS y Microsoft (2018), Critical infrastructure protection in Latin America and the Caribbean 2018 [en línea] <https://www.oas.org/es/sms/cicte/cipreport.pdf>.
- Obolensky, M. y otros (2019), Infrastructure disruptions, how instability breeds household vulnerability, *Policy Research Working Paper 8902*, World Bank.
- O’Rourke, T. D. (2007), “Critical Infrastructure, Interdependencies, and Resilience,” *The Bridge*, 37, *National Infrastructure Advisory Council: A Framework for Establishing Critical Infrastructure Resilience Goals*.
- Rentschler, J. y otros (2019), “Underutilized potential: The Business Costs of Unreliable Infrastructure in Developing Countries”, *Background Paper to the report “Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity”*, *Policy Research Working Paper*, N° 8899, Washington, DC, Banco Mundial, junio.
- Rioja, F. K. (2003), Filling potholes: macroeconomic effects of maintenance versus new investments in public infrastructure, *Journal of Public Economics*, Volume 87, Issues 9-10, septiembre.
- Sánchez, R. y otros (2017), “Inversiones en infraestructura en América Latina: tendencias, brechas y oportunidades”, *serie Recursos Naturales e Infraestructura*, No. 187 (LC/TS.2017/132), Santiago.
- Sturgess, P. y R. Sparrey (2016), DFID, What is Resilience? Evidence on Demand, UK, 65p, [en línea] <https://www.gov.uk/dfid-research-outputs/what-is-resilience>.

VI. Publicaciones de interés



Boletín FAL 354

Gobernanza de la infraestructura para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: una apuesta inicial

Azhar Jaimurzina
Ricardo J. Sánchez

Este *Boletín FAL* presenta la apuesta inicial sobre el tema de la gobernanza de la infraestructura, que ha sido el objeto principal de las discusiones de la Semana de la Gobernanza de los Recursos Naturales y de la Infraestructura, organizado por la CEPAL en Santiago, Chile, del 7 al 11 de noviembre, 2016.

Disponible en:



Boletín FAL 367

Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015

Pablo Chauvet
Baptiste Albertone

El presente documento analiza los datos de inversión en infraestructura de carretera en América Latina en el período 2007-2015, considerando la evolución del subsector y haciendo énfasis en los impactos negativos por su uso, como es el caso de los fallecidos por siniestros y las emisiones de carbono. El objetivo es sensibilizar sobre la importancia que tiene este modo de transporte en la región destacando la necesidad de las evaluaciones socioeconómicas de los proyectos, y la necesidad de una mayor y mejor disponibilidad y transparencia de los datos e información sobre el sector con una visión transversal con miras al desarrollo sostenible.

Disponible en: