

Monografía

Resiliencia y Sostenibilidad en las Infraestructuras críticas

Grupo Dantro

- Carelli, Bautista
- Crisafulli, Francisco
- Pagés, Julián
- Tejeda, Francisco

Grupo GJJAB

- Gutiérrez, Juan
- Barmat, Gastón
- Calle, Jacinta
- Salvarredi, Agustina
- Caille, Baptiste

Introducción

Primero comenzaremos definiendo el concepto de infraestructura para partir luego ir adentrándonos en diferentes conceptos de gran relevancia en la actualidad.

La infraestructura es el conjunto de servicios, medios técnicos, sistemas físicos básicos e instalaciones que permiten el desarrollo de actividades fundamentales de la vida diaria de una empresa, región o nación.

Estas infraestructuras pueden ser duras, blandas y críticas:

1. Infraestructuras duras

Son los aspectos materiales o físicos de la infraestructura, tales como autopistas, puentes, fábricas, puertos y aeropuertos.

2. Infraestructuras blandas

Es el capital humano y las instituciones que le dan valor agregado a los aspectos físicos de la infraestructura. Ese valor agregado es el conjunto de conocimientos, experticia, métodos y normativas que optimizan el funcionamiento de la infraestructura dura.

3. Infraestructuras críticas

Son elementos indispensables para el funcionamiento del Estado. Se trata de sistemas o redes de tanta importancia que su debilitamiento, sabotaje o destrucción amenazan la seguridad del Estado. Por ejemplo: los servicios de emergencias, los reactores nucleares, las comunicaciones y los servicios financieros.

Dentro de estas infraestructuras ya definidas, destacamos que según su incidencia y problemáticas abordadas, las mismas se subdividen en:

- *Infraestructura urbana*

Está conformada por todas las estructuras, redes y servicios que permiten el normal funcionamiento de la vida ciudadana. El mantenimiento y gestión del espacio público, el transporte colectivo, la recolección de desechos, las redes de alcantarillado e iluminación y los cuerpos de seguridad.



Esta infraestructura se caracteriza por su gran complejidad debido a que toda ciudad moderna es, al mismo tiempo, lugar de habitación, trabajo y esparcimiento de grandes masas humanas.

En los tiempos que corren, hay una creciente necesidad de concebir “ciudades inteligentes” que optimicen los usos de los recursos.

- *Infraestructura económica*

Son el conjunto de instalaciones y servicios que sustentan o facilitan la actividad productiva de un país o región. Por ejemplo: las vías de transporte fluvial o marítimo hacen factible la actividad económica. También, las telecomunicaciones, la energía, los sistemas de riego y los centros de acopio son elementos de la infraestructura económica.

- *Infraestructura militar*

Refiere a los edificios e instalaciones permanentes que permiten las operaciones militares de un país. Los cuarteles, barracas, centros de comunicaciones, bases aéreas, depósitos o parques de armas y municiones, sistemas de misiles, instalaciones marítimas, entre otros, pertenecen a esta categoría.

- *Infraestructura de redes*

Es el conjunto de recursos de hardware y software necesario para cualquier empresa o industria que utilice servicios de telecomunicaciones y de internet.

Habitualmente una infraestructura de red incluye: computadoras, enrutadores, telefonía, cableado, sistemas operativos, aplicaciones de seguridad de red, protocolos informáticos, entre otros elementos. Estos recursos permiten la conectividad, las comunicaciones y la gestión interna de dichas organizaciones.

Estas infraestructuras tienen rasgos que las caracterizan tales como: confiabilidad, seguridad, calidad, **resiliencia y sostenibilidad**.

Infraestructuras de calidad

El cumplimiento de los rasgos que definen a las infraestructuras descriptas anteriormente está directamente relacionado con el trabajo de las infraestructuras de calidad, que son sistemas que contribuyen a los objetivos de política de un gobierno en áreas como:

- El desarrollo industrial y la innovación.

- La competitividad comercial en los mercados internacionales.
- El uso eficiente de los recursos naturales y humanos.
- La seguridad alimentaria.
- La salud.
- El medioambiente y el cambio climático.

La infraestructura de calidad se refiere a un ecosistema de servicios públicos e instituciones privadas junto con las políticas, leyes y marco regulatorio y las prácticas necesarias para apoyar y mejorar la calidad, seguridad y solidez ambiental de los bienes, servicios y procesos. Es un facilitador fundamental para que las empresas accedan y compitan en los mercados nacionales y extranjeros, ampliando así sus oportunidades comerciales y de inversión e impulsando su productividad e innovación.

La resiliencia en las infraestructuras críticas

Resiliencia

Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a peligros para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un peligro de manera oportuna y eficiente, incluso a través de la preservación y restauración de sus estructuras y funciones básicas esenciales (UNISDR, 2009).

Para los ingenieros el concepto de resiliencia generalmente se ha relacionado con la integridad estructural de sistemas e infraestructura física, esenciales para asegurar el desempeño operativo continuo durante carga extrema. Por lo tanto, han tendido a ver la resiliencia como parte de su carrera profesional.

Aunque la integridad física de obras de infraestructura siempre haya sido objeto de atención –ya que dichos activos están constantemente bajo estrés por su utilización constante– 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 servicios de infraestructura social. Al final, en muchos casos, la infraestructura constituye la línea de frente de los peligros de origen natural y causados por el hombre.

Íntimamente vinculado a la resiliencia de la infraestructura crítica están las discusiones sobre la resiliencia de las cadenas productivas, ya que los servicios logísticos se prestan sobre las redes de transporte y dependen de otras infraestructuras económicas, como la provisión de energía y los servicios de telecomunicaciones. El debate acerca de este tema ha ganado más relevancia en los últimos años, como respuesta a la emergencia de cadenas de valor de dimensión global.

Relación entre resiliencia y resiliencia de infraestructura

En el contexto de la resiliencia de las intervenciones de desarrollo, la resiliencia de la infraestructura podría ser considerada como ambas en términos de:

- La resiliencia de la propia infraestructura
- Cómo la infraestructura afecta la resiliencia: tanto de otros sistemas de infraestructura como de individuos, hogares y comunidades.

La resiliencia se entiende mejor a nivel de "sistema", así como a nivel de activos de infraestructura individuales o proyectos. Integración, coordinación y secuenciación son necesarios para garantizar que cuando una estructura falle, no destruya todo el sistema. En la práctica eso significa que es probable que los buenos sistemas de infraestructura estén formados por mayor cantidad de pequeñas e interconectadas piezas y partes en lugar de unos pocos proyectos grandes. Esto significa que diseñar sistemas completos y redes para ser resilientes requiere un enfoque diferente.

Cuando se trata de sistemas resilientes, el éxito suele ser algo que no se reconoce, informa o celebra. Por ejemplo, el éxito cuando una ciudad no se inunda o no hay pérdida de energía después de un evento meteorológico extremo.

Un sistema de infraestructura resiliente será lo suficientemente robusto, redundante e ingenioso para resolver problemas rápidamente y así poder continuar operando a niveles de rendimiento normales o casi normales. Capturar esos beneficios y los ahorros a lo largo del tiempo requieren un diseño cuidadoso y una planificación anticipada. Esto requiere mejor coordinación entre donantes y partes interesadas a nivel regional, nacional y local; requiere interdependencia entre proyectos, redes y sistemas para ser reconocidos y optimizados con el objetivo de mejorar la resiliencia en los sistemas de infraestructura.

El rol de la infraestructura en el desarrollo

Una infraestructura adecuada es un factor explicativo importante de la capacidad de los países de diversificar sus economías, expandir el comercio, responder al crecimiento demográfico, reducir la pobreza y mejorar sus condiciones medioambientales.

Los enlaces entre infraestructura y desarrollo son múltiples, y pueden variar según sea la forma de definir cada uno de esos conceptos. En este contexto, la infraestructura se entiende como el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones –por lo general, de larga vida útil– que constituyen la base sobre la cual se produce la

prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.

En este sentido, las redes de infraestructura constituyen un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de los países. Además de propiciar la base sobre la que interactúan los factores de producción, posibilitan las transacciones dentro de un espacio geográfico y económico determinado, y de este con el exterior. Tales redes constituyen un factor vertebrador de la estructura económica de los países y de sus mercados, así como de los mecanismos concretos de articulación de las economías nacionales con la economía mundial.

Más allá de los factores económicos, la infraestructura tiene implicaciones importantes en términos del desarrollo social, ya que determina de forma directa el acceso de la población a servicios básicos, facilita el suministro de agua potable y energía, y asegura una mayor defensa contra desastres. De modo indirecto, el aumento de la productividad de los sectores de la economía, la reducción de los costos de transporte y la creación de puestos de trabajo que pueden derivar de una mejor dotación de servicios de infraestructura también pueden conducir a logros sociales importantes. Algunos estudios han encontrado, también, efectos positivos de la infraestructura sobre la distribución de ingreso. Por ejemplo, además de facilitar el acceso de los individuos más pobres a oportunidades productivas y aumentar su capital humano por medio del acceso a servicios de educación y salud, la infraestructura cumple rol fundamental en la integración de esos individuos y sus familias a la vida social y económica. Si se considera, además, la impulsión económica mediante el aumento del empleo y de la productividad, los efectos de las inversiones en infraestructura sobre la desigualdad pueden ser aún más significativos.

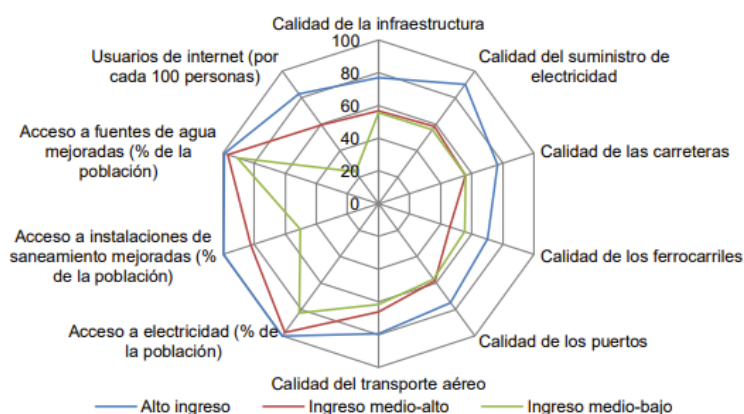
La infraestructura también tiene repercusiones importantes en el medioambiente, ya que condiciona los patrones de consumo energético de una economía, la generación de desechos y efluentes, y los niveles de emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes en la atmósfera. Además, las etapas del ciclo de vida de un activo de infraestructura pueden estar asociadas a múltiples impactos sobre los recursos hídricos, los suelos y la biodiversidad. De ello resulta que, más allá de la dotación de activos de infraestructura económica de que disponga una economía, la forma como se construyen, operan y desmantelan las redes de infraestructura es vital para determinar sus impactos sobre el ambiente.

En general, la sostenibilidad ambiental no está bien integrada a las estrategias nacionales de desarrollo, y, frente a las significativas brechas de inversión en infraestructura en gran parte de los países, consideraciones de esa naturaleza son a menudo relegadas a un segundo plano, sea por restricciones presupuestarias o por no ser contempladas como prioridades. Por esa razón, los proyectos de infraestructura están comúnmente asociados a impactos ambientales negativos. No obstante, más allá de sus repercusiones sobre el medio ambiente, la persistencia de los patrones históricamente adoptados en la construcción y operación de la infraestructura también determina, en alguna medida, los efectos que ese ambiente deberá imponer sobre la



misma infraestructura en el futuro. Esa afirmación dice respecto, en particular, a la contribución de dichos proyectos al cambio climático (o a su mitigación) y a los costos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al nivel global, además de los efectos del clima sobre los activos de infraestructura.

A continuación, se muestra un diagrama tipo polígono que nos permite comparar la calidad de la infraestructura y el nivel de acceso a servicios básicos entre los países que conforman el G20.



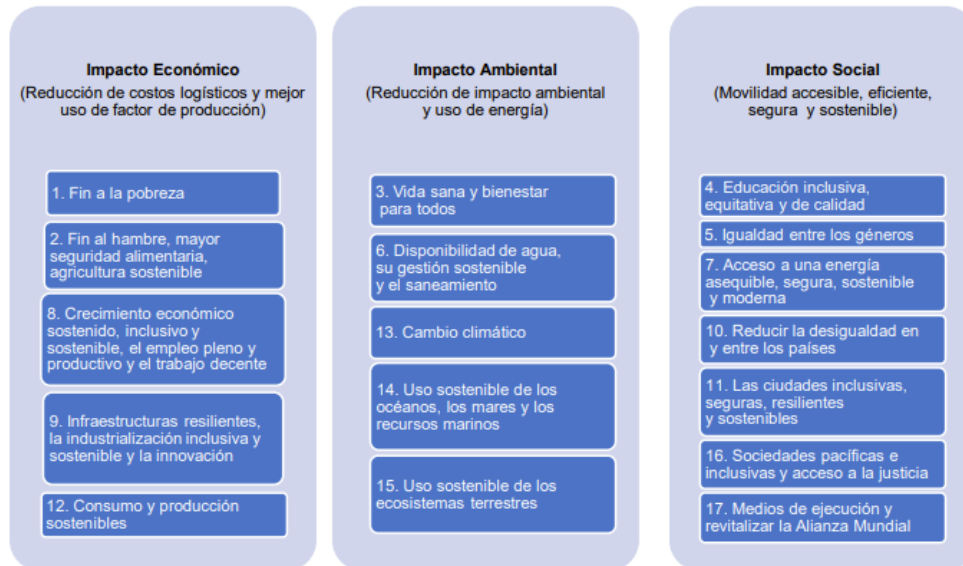
Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)(2017).

En consecuencia, la forma en que se construya la nueva infraestructura en los próximos años, asociada a decisiones sobre la operación, mantenimiento y reemplazo de los sistemas existentes, también será determinante del cumplimiento de los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático establecidos en el Acuerdo de París. Más allá de ello, esas decisiones desempeñarán un papel importante también en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que, en mayor o menor grado, todos ellos presuponen avances en el acceso y dotación de servicios de infraestructura.

De la complejidad y multiplicidad de los efectos de la infraestructura en términos sociales, económicos y ambientales resulta que esta debe enfocarse de manera transversal en todas las dimensiones del desarrollo sostenible. En cierta medida, este hecho es reconocido en la Agenda 2030, como ilustra la siguiente propuesta de sistematización de las contribuciones de la infraestructura a los ODS según los tres pilares del desarrollo sostenible: económico, ambiental y social.

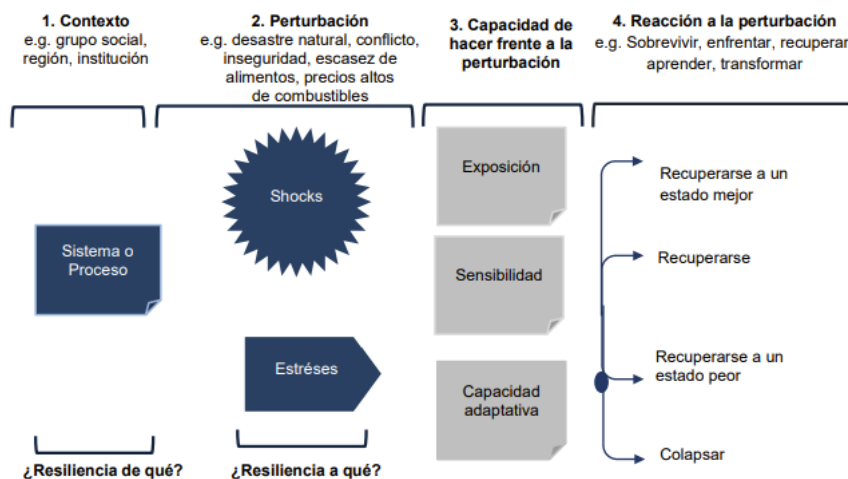


Servicios de Infraestructura y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)



En particular, el Objetivo del Desarrollo Sostenible hace referencia a construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. En tal sentido, reconoce que las inversiones en infraestructura son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades en numerosos países desarrollados y en desarrollo.

A continuación, se representa de manera clara y precisa las implicancias de la resiliencia puestas en acción:



La resiliencia y el rol de la sostenibilidad

Se puede afirmar que, históricamente, la resiliencia no ha sido el factor más influyente sobre las decisiones de inversión en infraestructura. Una de las razones para ello podría ser que los costos de la “no resiliencia” no siempre se han tenido en cuenta –sea por la subestimación de los riesgos o por las múltiples dificultades asociadas a su estimación–. No obstante, en los últimos años, a la medida que el panorama global de riesgos se hizo más complejo y eventos disruptivos de gran magnitud, como la pandemia del COVID-19, se han materializado, las discusiones sobre cómo integrar los criterios de resiliencia a la toma de decisiones ha ganado más visibilidad en variados ámbitos.

La discusión sobre los costos y beneficios entre resiliencia y eficiencia exige la consideración de otros elementos, que no necesariamente son captados por esas dos dimensiones. Uno de los más relevantes es, indudablemente, la sostenibilidad; un concepto que tiene, históricamente, múltiples interpretaciones. Por ejemplo, en el contexto de la gestión de cadenas de valor, la sostenibilidad (aquí comprendida en su sentido estrictamente ambiental) se ha concebido, tradicionalmente, como un elemento subordinado a la eficiencia económica. No debería haber, necesariamente, una relación de costo-beneficio entre eficiencia y sostenibilidad ambiental y esto ha quedado claro en los últimos años, con el creciente conjunto de evidencias del costo-beneficio de medidas de mitigación del cambio climático, y los múltiples ejemplos de decisiones de inversión orientadas por factores.

Es necesario enfatizar que el debate sobre la resiliencia de la infraestructura exige una concepción más amplia de la sostenibilidad, como la conciliación de resultados en las dimensiones social, económica y ambiental o, el paradigma propuesto en la Agenda 2030 del Desarrollo Sostenible, operacionalizado en los 17 ODS y sus interconexiones. En este sentido, más que un elemento adicional en el balance entre resiliencia y eficiencia, la sostenibilidad provee el marco de referencia para la concepción de las relaciones entre dichos elementos

Conclusión

Los servicios de infraestructura tienen un rol central en la promoción del desarrollo y de la calidad de vida de las poblaciones. Son, también, esenciales para garantizar su fiabilidad, eficiencia y resiliencia a las perturbaciones a qué están expuestas las comunidades. Las preocupaciones con las vulnerabilidades de la infraestructura y sus posibles consecuencias sobre sus usuarios han adquirido más

visibilidad a lo largo de las últimas décadas, tras la emergencia de combinaciones complejas de amenazas, y la ocurrencia más frecuente de eventos con grandes impactos sobre sistemas como el transporte, la energía y las telecomunicaciones. A este propósito, disrupciones con efectos directos sobre la infraestructura crítica, como eventos meteorológicos extremos y ciberataques, se encontraban entre los principales riesgos enfrentados por el mundo en 2019.

La operación adecuada de los sistemas de infraestructura es fundamental, también, 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 que no sean resilientes pueden afectar negativamente a las operaciones de las cadenas de valor, reduciendo la productividad agregada y comprometiendo la competitividad de economía.

Más allá de las pérdidas económicas de la materialización de un riesgo, los impactos de las disrupciones de la infraestructura recaen, en última instancia, sobre las personas. La ausencia de resiliencia de la infraestructura significa, en muchos casos, la incapacidad de los usuarios de acceder a bienes y servicios básicos, entre los cuales, los servicios de salud, de educación y al mercado del trabajo.

Finalmente, debemos reconocer que este seminario nos introdujo en una temática sobre la cual no habíamos tomado dimensión antes. La interrelación entre las infraestructuras y la vida cotidiana nos llamó la atención y nos permitió comprender más ampliamente cómo funcionan las cosas.

Bibliografía

- Apuntes de clase y material proporcionado por la cátedra
- [https://concepto.de/infraestructura/#:~:text=culturales%20\(superestructura\).-,Infraestructura%20dura%2C%20blanda%20y%20cr%C3%ADtica,Infraestructura%20blanda.](https://concepto.de/infraestructura/#:~:text=culturales%20(superestructura).-,Infraestructura%20dura%2C%20blanda%20y%20cr%C3%ADtica,Infraestructura%20blanda.)
- https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46646/1/S2000675_es.pdf