

## ADAPTAR PARA RESISTIR: EL DESAFÍO DE CONTAR CON INFRAESTRUCTURA RESILIENTE EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS

- Desde hace tres décadas, al alero de Naciones Unidas, se viene desarrollando un conjunto de trabajos orientados a abordar la gestión y reducción del riesgo de desastres, entendiendo que la ocurrencia de estos últimos tiene graves impactos en el desarrollo humano y económico de las sociedades. Los efectos, por ejemplo, del *blackout* del 25 de febrero de 2025 da cuenta de ello, con pérdidas económicas estimadas entre US\$400 a US\$500 millones.
- Para enfrentar estos desafíos, es necesario introducir especialmente metodologías y modelos que incorporen análisis de riesgos bajo la premisa de que la infraestructura es resiliente cuando puede afrontar y adaptarse a los efectos que se derivan de los riesgos tanto de origen antrópico como naturales.
- De este modo, la resiliencia como factor de regulación económica es complementaria con los análisis de costo-efectividad que se han empleado tradicionalmente en la regulación de servicios públicos, permitiendo su introducción en la regulación una perspectiva de eficiencia en un horizonte de mediano y largo plazo.

La experiencia reciente de los cortes de suministro eléctrico en agosto de 2024 en la Región Metropolitana, producidos por un evento climático extremo, y la falla que derivó en un *blackout* en todo el Sistema Eléctrico Nacional el 25 de febrero de 2025 pusieron en evidencia que el marco tradicional de la regulación de la infraestructura eléctrica carece de elementos e incentivos que permitan mejorar la reacción de los servicios públicos frente a eventos de alto impacto y baja ocurrencia. Estos hicieron evidente la fragilidad de los supuestos bajo los cuales desarrollamos nuestra vida personal, económica e incluso social. Eventos de este tipo están presentes a lo largo de todo nuestro país, en diversas épocas del año y en multiplicidad de formas, afectando a millones de personas y causando pérdidas económicas relevantes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Por ejemplo, el Banco Central informó que el IMACEC de febrero de 2025 registró una contracción de la actividad económica en comparación con igual mes del año anterior de 0,1% y la serie desestacionalizada disminuyó 0,5% respecto del mes precedente. Las principales causas habrían sido un día menos en febrero de 2024, año bisiesto, y por el corte del suministro eléctrico que afectó a gran parte del país. Respecto de la caída en la serie desestacionalizada, ella fue determinada por el comercio y la minería, sectores principalmente

A pesar de las cuantiosas multas cursadas a las empresas eléctricas y de los procesos de caducidad decretados, la regulación y los reguladores –por diversos motivos– parecen insensibles a la incertidumbre dinámica de riesgos naturales y antrópicos que amenazan a la infraestructura de servicios públicos. Así, el problema continúa sin atención: ¿cómo podemos estar preparados para cuando un nuevo desastre ocurra, incentivando inversiones en infraestructura resiliente?

### **EL ENFOQUE DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**

Desde hace más de tres décadas, al alero de Naciones Unidas, se ha venido desarrollando un importante enfoque para responder a esta pregunta, el que se ha denominado “Reducción del riesgo de desastres”<sup>2</sup>. Para ello, es fundamental entender que un “desastre” corresponde a una “[d]isrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala debida a fenómenos peligrosos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando uno o más de los siguientes: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales”<sup>3</sup>. De ello se sigue que “[l]a gestión del riesgo de desastres es la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres”<sup>4</sup>.

Una de las formas de concretizar las políticas de reducción del riesgo de desastres en servicios públicos de redes, como el agua potable y saneamiento y la electricidad, es fomentar infraestructura resiliente. Por resiliencia entendemos la “[c]apacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse 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”<sup>5</sup>. Así,

---

afectados por el corte de suministro eléctrico. Por su parte, la Asociación de Clientes Eléctricos No Regulados (ACENOR) estimó que las pérdidas de la economía por el corte de suministro eléctrico del 25 de febrero de 2025 estuvieron entre US\$400 y US\$500 millones. Disponible en <https://tinyurl.com/yfanhhmy>.

<sup>2</sup> En las conferencias de las Naciones Unidas sobre Reducción del Riesgo de Desastres realizadas en Yokohama (1994), Hyogo (2005) y Sendai (2015).

<sup>3</sup> 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, p. 13. Texto disponible en <https://tinyurl.com/2pks7ujx>.

<sup>4</sup> Ídem, p. 16.

<sup>5</sup> Ídem, p. 23.

incorporar resiliencia al diseño y planificación de infraestructura no significa, necesariamente, construir a mayor costo con materiales más resistentes; al contrario, y de manera más amplia, **resiliencia es complementar los análisis de toma de decisiones para determinar la operación segura de un sistema o de una tarifa eficiente, incorporando evaluaciones de riesgo de desastres que pueden llegar a ser más costosos de solucionar una vez que ocurren que si se hubiera invertido preventivamente en infraestructura que pudiera evitarlos o mitigarlos.**

### EFICIENCIA Y RESILIENCIA: CRITERIOS COMPLEMENTARIOS

Nuestra regulación no contempla criterios de resiliencia sino solamente de costo-efectividad, expresados como la relación entre las obras necesarias que permitan cumplir la normativa al mínimo costo. Esto implica que eventos sobrevinientes no contemplados en las modelaciones de las empresas eficientes —que es el modelo bajo el cual se fijan las tarifas en nuestro país— que impliquen gastos extraordinarios para el cumplimiento de la normativa, son riesgos que deben asumir los operadores y no son remunerados, generando incentivos a conductas oportunistas tanto por el regulador como por el regulado<sup>6</sup>. A su vez, en la planificación de la transmisión, ha implicado el retraso de obras necesarias solo por no ser costo-efectivas bajo la metodología tradicionalmente empleada.

Tanto la regulación de la transmisión eléctrica —incluida su planificación—, como los regímenes de distribución eléctrica y servicios sanitarios consideran criterios de seguridad operativa (por ejemplo, N-1<sup>7</sup> en transmisión), de continuidad del suministro, de calidad del producto y reglas de fijación de tarifas orientadas a resguardar el equilibrio financiero de los prestadores fijando tarifas eficientes por costo medio en distribución eléctrica o costos incrementales de desarrollo en el sector sanitario, ambos basados en esquemas de empresa modelo. **Adecuar la regulación al enfoque de reducción del riesgo de desastres no implica** reemplazar el modelo de empresa eficiente —y menos de desconocer los principios de eficiencia económica—, sino de complementar la regulación con una dimensión adicional de análisis: la resiliencia.

---

<sup>6</sup> Véase -Gómez, J. I. (2023) ¿Quién se hace cargo del desastre? Reflexiones en torno a la remuneración de los servicios sanitarios y eléctricos frente a la gestión de desastres y la reducción de su riesgo. Serie Informe Justicia. LyD, p. 20-22. Texto disponible en <https://tinyurl.com/2rp44dc9>.

<sup>7</sup> De acuerdo a la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (art. 1-7 N°32), corresponde al “Criterio de seguridad utilizado en la planificación del desarrollo y operación de un [Sistema Interconectado (SI)] que garantiza que, ante la ocurrencia de una Contingencia Simple, sus efectos no se propaguen a las restantes instalaciones del SI provocando la salida en cascada de otros componentes debido a sobrecargas inadmisibles, o a pérdida de estabilidad de frecuencia, ángulo y/o tensión”. Texto disponible en: <https://shorturl.at/93Q3o>.

La resiliencia permite tomar decisiones eficientes en un horizonte mayor de tiempo que las metodologías tradicionales. Un estudio del Banco Mundial (2019) demostró que la inversión en resiliencia es altamente costo-efectiva, pues la infraestructura diseñada con tales criterios tiende a pagar su propio costo: en un escenario promedio, “el beneficio neto de invertir en una infraestructura más resiliente en los países de ingreso bajo y medio es de US\$ 4,2 billones, es decir, US\$ 4 de beneficio por cada US\$ 1 invertido”<sup>8</sup>. Asimismo, el estudio da cuenta que dicho resultado se respalda en una relación costo-beneficio significativa: es superior a 1 en el 96% de los escenarios analizados y se duplica, en promedio, cuando se considera el cambio climático. **Contar con información sobre riesgos, además, incrementa los rendimientos.** El mismo estudio demostró que la costo-efectividad de estas inversiones se maximiza cuando se dispone de datos de riesgo, ya que focalizar el fortalecimiento solo en los activos realmente expuestos reduce el costo anual total de aumentar la resiliencia en 10 veces. Por el contrario, la inacción tiene un costo elevado: mantener el *statu quo* hasta 2023 costaría alrededor de US\$1 billón adicional, lo que refuerza la necesidad de invertir con mejores criterios y metodologías<sup>9</sup>.

Un caso interesante fue descrito en relación a cómo afrontar la escasez de suministro de agua potable en Lima, Perú. Un estudio que aplicó la metodología DMDU (toma de decisiones bajo incertidumbre profunda) reveló la necesidad de contar con información precisa sobre los distintos escenarios de riesgo para determinar las soluciones resilientes más costo-efectivas, mostrando que, si se mantenían las inversiones programadas en mejoras del sistema de distribución de agua potable, las cuales incluían la finalización de inversiones relevantes para reducir el agua no contabilizada (NRW)<sup>10</sup>, había un incremento de seguridad en la provisión de agua potable sin costo adicional. Por el contrario, añadir nueva infraestructura específica para sequías por US\$129 millones solo incrementaría la robustez del sistema para solo algunos pocos escenarios de sequía, justificándose la inversión solo bajo situaciones climáticas extremas<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> Hallegatte, Stéphane, Jun Rentschler, Julie Rozenberg. 2019. Lifelines: Tomando acción hacia una infraestructura más resiliente. Cuadernillo del resumen, Banco Mundial, Washington, DC., p. 2. Texto disponible en <https://shorturl.at/nsbf1>.

<sup>9</sup> Hallegatte, S.; Rentschler, J.; Rozenberg, J. (2019). Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Washington, DC: World Bank. Texto disponible en <https://shorturl.at/IC8wB>.

<sup>10</sup> El agua no facturada (NRW, por sus siglas en inglés) es agua potable que sale de las plantas de producción, pero no es registrada por los medidores y que, por lo tanto, no es cobrada por las empresas (ver <https://shorturl.at/sRck3>).

<sup>11</sup> Hallegatte, S.; Rentschler, J.; Rozenberg, J.; et al. (2019). Water Infrastructure Resilience: Examples of Dams, Wastewater Treatment Plants, and Water Supply and Sanitation Systems. Washington, DC: World Bank. Texto disponible en <https://shorturl.at/PQP4Z>.

## CONCLUSIONES

Tras un aluvión en 2015, Chañaral estuvo 128 horas sin suministro eléctrico debido a la afectación de la única línea de transmisión que la conectaba con el sistema. En 2019, Transelec propuso una segunda línea, pero la Comisión Nacional de Energía (CNE) lo desestimó sobre la base de un análisis económico. Un año después, la empresa presentó ante el Panel de Expertos cuatro alternativas para asegurar el abastecimiento frente a eventos extremos: la más conveniente era la línea Chañaral-Javiera. La CNE volvió a rechazar al estimar que respondía a un evento de muy baja probabilidad, aunque reconoció la vulnerabilidad de la zona. El Panel de Expertos, por su parte, recomendó explorar generación vía Servicios Complementarios (SS.CC.). En 2021 se insistió con la obra y la CNE nuevamente la rechazó; el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) también descartó la alternativa mediante SS.CC.

En 2025 se impulsó la instalación de un sistema de almacenamiento de 5 MW en la subestación Chañaral, enmarcado dentro del procedimiento de “obras necesarias y urgentes mandatadas” de la Ley General de Servicios Eléctricos, la cual fue rechazada por la CNE al no identificar beneficios económicos en el análisis de seguridad. En esta ocasión, sin embargo, la CNE reconoció que el problema de Chañaral radica en eventos de alto impacto y de baja probabilidad de ocurrencia, por lo que estimó que la mejor solución era una nueva línea de transmisión, la misma que había rechazado 10 años antes.

Si bien es necesario realizar modificaciones a la legislación sectorial para introducir la resiliencia como criterio y definirla de manera expresa, permitiendo más flexibilidad en las modelaciones de empresas eficientes para los procesos tarifarios y de planificación de las redes, gran parte del éxito de dichas reformas descansa en mejoras de gestión y en cambios reglamentarios y de normas técnicas, materias de exclusiva competencia de los reguladores sectoriales. El problema ocurrido con las líneas de transmisión para abastecer Chañaral da cuenta del principal problema que enfrentamos: a igual regulación y metodologías, cambia la comprensión –10 años después– de cómo abordar un problema concreto.

Dada las habilitaciones normativas, se requiere afrontar el mayor desafío regulatorio: adoptar soluciones creativas que adapten o diseñen modelos de evaluación de riesgos para incluir, por ejemplo, eventos catastróficos naturales y sus costos de recuperación, eventos climáticos extremos recurrentes e incluso aquellos de origen antrópico como los flujos migratorios en la demanda de suministro de agua potable en relación a los acuíferos disponibles o de la capacidad de las redes de distribución eléctrica, entre otros riesgos que tensionan los distintos suministros.



## TEMAS PÚBLICOS

[www.lyd.org](http://www.lyd.org)

Nº 1707 – 2

25 de septiembre de 2025

ISSN 0717-1528

No puede desconocerse que, en un escenario de riesgos climáticos y antrópicos crecientes, el análisis económico de costo-efectividad tradicional debe complementarse con enfoques interdisciplinarios que reflejen la mayor complejidad de los riesgos. Para afrontar los desafíos que se avizoran, debemos adaptarnos para resistir.