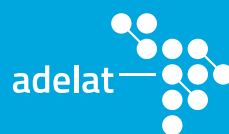


RESUMEN EJECUTIVO DSO BRIEF

LA CALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

DESAFÍOS Y BUENAS PRÁCTICAS REGULATORIAS





AUTORES Y COLABORADORES

Viviana Vitto, Alessandra Genu Dutra Amaral, Roberto Cajamarca Gómez, Sandra Marcela Quijano López, Adrián Abella, Alessandra Maria Barbosa Cordeiro, Andrés Camilo Agredo, Dimitri Barros Pereira de Oliveira, Dimas Carranza, Talita Darwiche, Paulo Andrés Espinoza Arriagada, Carlos Figueroa, Alfredo Gallegos, Jorge Enrique Juscamayta Meza, Jorge Loayza Guerra, Julio Cesar Luján Rojas, Clarissa Machado Rocha, Ednelson de Moraes, Lucas Noura Guimarães, Percy Raúl Perez Becerra, Aldo Pessanha, Ruben Darío Reyes Trujillo, Aldo Víctor Romero, Mariana Silva Barreto, Marcelo Horacio Spitalnik, Víctor Alejandro Tavera Olivos, Sergio Zambrano.



América Latina ha hecho avances muy importantes en la cobertura del servicio de electricidad. Sin embargo, es también necesario que este se preste de manera confiable y suficiente. Una baja calidad y una insuficiencia de la confiabilidad afectan la productividad de las empresas y el nivel de vida de la población, e incrementa sustancialmente los costos para la obtención de energía (BID, 2020).

La mejora en la calidad de la distribución es clave para la transición energética, pues esta implicará una mayor participación del consumo eléctrico y un cambio del paradigma tradicional en el que las redes de distribución eran pasivas, con corrientes que fluían en una sola dirección. Esta nueva dinámica exige mejorar los índices de calidad de servicio en forma sustancial y a una mayor velocidad. Para acelerar este proceso se requieren inversiones en infraestructura y digitalización, así como incentivos adecuadamente localizados y en equilibrio con las tarifas a los consumidores finales.

La distribución de energía se encuentra bajo influencia de factores de distinta naturaleza que inciden en la planificación de las inversiones y en la calidad del servicio. Por un lado hay factores estocásticos, tales como eventos climáticos, de ocurrencia cada vez más frecuente, que ocasionan interrupciones no programadas, y crecimientos no anticipados de demanda que generan requerimientos de desempeño elevados sobre los equipos. Por otro, se encuentran las fallas por falta de inversiones en la expansión de los sistemas, que obligan a la infraestructura a operar en rangos por fuera de sus valores de diseño.

Los niveles de confiabilidad están directamente relacionados con los incentivos que otorgan los marcos regulatorios, que, en una buena parte de los países de América Latina, se han enfocado en minimizar los costos para cierto nivel de calidad del servicio, lo que produce un incentivo negativo que limita las inversiones en confiabilidad. Hay una relación entre la presencia de regulaciones que remuneran las inversiones, la institucionalidad necesaria para hacerlas válidas, y la calidad del servicio que se otorga. En este sentido, un análisis de regresión de los indicadores de calidad para América Latina, realizado por la consultora BA Energy Solutions¹, encontró que los indicadores de calidad de servicio (SAIFI, SAIDI), tienen una correlación negativa con el valor agregado de distribución fijado por los reguladores (VAD), lo que puede explicarse por la falta de recursos ocasionada por valores bajos de remuneración tarifaria.

Adicionalmente, la configuración de cada red de distribución eléctrica y aspectos de su entorno, como la densidad de usuarios y las pérdidas de energía, tienen un impacto significativo en los indicadores de calidad, y estas características deben ser cuidadosamente consideradas por los reguladores al definir metas de calidad y remuneración. Finalmente, los eventos externos, especialmente de naturaleza climática, tienen un impacto significativo en la calidad del servicio de distribución eléctrica, y su creciente frecuencia debido al cambio climático hace que la resiliencia se convierta en una consideración crucial para la regulación y los incentivos económicos en la distribución eléctrica, pues las metas de calidad y los indicadores de desempeño deben reflejar las condiciones específicas de cada región, considerando su exposición a riesgos climáticos, y remunerar adecuadamente las inversiones dirigidas a mejorar la resiliencia y velocidad de recuperación frente a eventos adversos.

01

PANORAMA DE LA CALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN EN AMÉRICA LATINA

América Latina, en términos generales, goza de una mejor calidad de los servicios eléctricos que otras regiones del mundo en desarrollo. Sin embargo, la diversidad geográfica, económica y social de la región se traduce en diferentes niveles de desarrollo y calidad en los servicios eléctricos, debido a diferencias en infraestructura, regulación, y políticas energéticas. Así, mientras en países desarrollados el Índice de Duración Media de las Interrupciones del Sistema (SAIDI), se mide en minutos, en las zonas urbanas nuestra región aún se mide en horas, en zonas rurales es varias veces más alta.

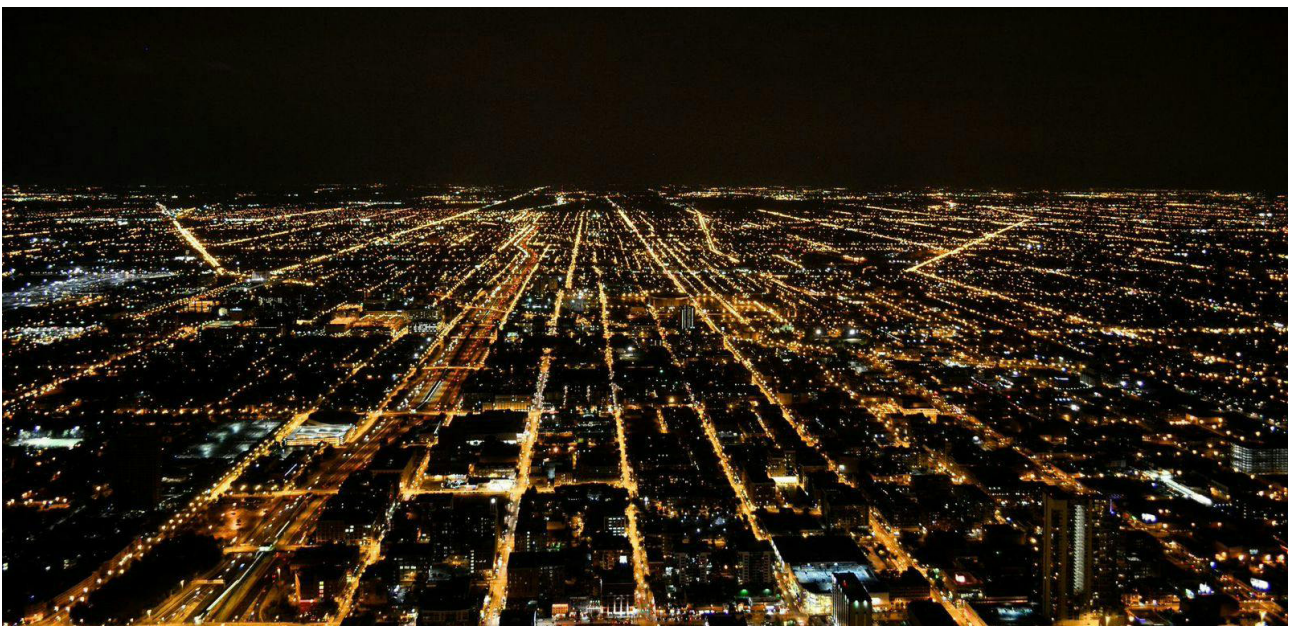
Comparar los indicadores de calidad de la distribución eléctrica entre países de la región representa desafíos debido a la diversidad de métricas utilizadas para la frecuencia y duración de las interrupciones (SAIFI-SAIDI, FMIK-TTIK, FEC-DEC). Considerando lo anterior, la siguiente tabla presenta un resumen de los principales indicadores de calidad del servicio en algunos países de la región.

Indicadores de calidad por país (2023)

País	Frecuencia		Duración		Fuente
	Índice	Valor	Índice	Valor	
Argentina	SAIFI	10,2	SAIDI	16,5	GME*
Brasil	FEC	5,2	DEC	10,4	ANEEL
Chile	SAIFI	7,3	SAIDI	13,6	SEC
Colombia	SAIFI	15,4	SAIDI	23,4	SSPD
Ecuador	FMIK	6,0	TTIK	7,5	ARCERNNR
Guatemala	FMIK	5,1	TTIK	23,4	GME*
Perú	SAIFI	2,5	SAIDI	6,7	Osinerghmin***

* Promedio ponderado de una muestra de empresas calculado por el Grupo Mercados Energéticos.

*** Solo considera media tensión.



La región ha visto mejoras en los últimos años gracias a inversiones en modernización de redes, adopción de tecnologías inteligentes y reformas regulatorias. Sin embargo, persisten desafíos como la cobertura desigual, interrupciones frecuentes y pérdidas de energía. Para una muestra de 15 empresas, se encontró una mejora promedio de entre 17% y 19% en los indicadores SAIFI y SAIDI, entre 2019 y 2022.

Indicadores de calidad promedio para empresas reportadas a ADELAT

Indicador	2019	2020	2021	2022	Variación 2019/2022
SAIFI promedio	7,1	6,0	5,9	5,9	-17%
SAIDI promedio	13,2	10,4	10,7	10,7	-19%

Varios países de la región han desarrollado esquemas regulatorios que se basan en el costo asociado a bajos niveles de calidad, y que indican los niveles exigibles, incentivos y sanciones, eventos excluibles, y mecanismos de reporte y control. Si bien no todos los aspectos regulatorios resultan comparables entre sí, a continuación, se presenta una breve revisión de los marcos regulatorios sobre la calidad de la distribución en los países integrantes de ADELAT.



La mejora en la calidad de la distribución es clave para la transición energética.



Panorama de la regulación sobre Calidad de la Distribución de Energía Eléctrica en los países miembros de ADELAT.

RESUMEN EJECUTIVO DSO BRIEF

CRITERIO	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	ECUADOR	GUATEMALA	PERÚ
Origen de la obligación	Contratos de concesión, regulación nacional y provincial	Contratos de concesión, regulación nacional	Regulación nacional (norma técnica)	Regulación nacional	Regulación nacional	Regulación nacional (norma técnica)	Contratos de concesión y regulación nacional (norma técnica)
Indicadores de calidad media	SAIFI, SAIDI	FEC, DEC	SAIFI, SAIDI	SAIFI, SAIDI	FMIK, TTIK	FMIK, TTIK	SAIFI, SAIDI
Metas a nivel de sistema	Sí, a nivel global, de instalaciones o centros de transformación.	Sí. Diferenciadas según "conjuntos semejantes" de distribución.	Sí. Diferenciadas por densidad de clientes	Sí. A nivel de subtransmisión y distribución. Consideran el historial de cada operador y los niveles de inversión atribuidos.	Sí. Diferenciadas por densidad de alimentadores.	Sí. Diferenciadas entre zonas urbanas y rurales.	Sí
Metas a nivel de usuario	Sí	Sí	Sí. Diferenciadas por nivel de densidad de clientes.	Sí. Diferenciadas por nivel de ruralidad e índice de riesgo de falla.	Sí. Diferenciadas por nivel de tensión.	Sí	Sí. Diferenciadas para zonas rurales
Incentivos por cumplimiento	No	Sí	No	Sí. Aumenta la remuneración por activos en el año siguiente.	No	No	Sí. Mediante factor de reajuste a la tarifa según metas propuestas por la empresa.
Compensaciones individuales	Sí	Sí	Sí	Sí	n.a.	Sí. Se reportan de forma semestral	Sí. Existen por Ley de concesiones, por normas técnicas, y por procedimiento de operación
Eventos excluíbles	Desconexiones programadas por mejoras, fuerza mayor, eventos climáticos extremos, interrupciones originadas en cliente o aguas arriba.	Desconexiones programadas por mejoras, fuerza mayor, emergencia o de riesgo de seguridad, interrupciones atribuibles al cliente, esquemas de alivio de carga.	Desconexiones programadas por mejoras, fuerza mayor y casos fortuitos, eventos climáticos extremos, interrupciones atribuibles al cliente.	Desconexiones programadas por mejoras, fuerza mayor, eventos climáticos extremos, interrupciones originadas en cliente o aguas arriba, requeridas por autoridades oficiales o por riesgo de vida.	Fuerza mayor, suspensiones generales del servicio, interrupciones originadas en el cliente, interrupciones en bajo voltaje.	Desconexiones programadas por mejoras, fuerza mayor, eventos climáticos extremos, originados por terceros.	
Reporte y supervisión	Reporte mensual al regulador, documentación de eventos excluíbles	Reporte mensual, trimestral y anual al regulador. Se publica ranking anual de indicadores de calidad.	Reporte 24/7 a plataforma del supervisor y sitios web de empresas. Se publica ranking anual de calidad y se requieren planes de acción en caso de incumplimiento.	Reportes a Centro Nacional de Despacho, al operador del mercado y al supervisor (Superintendencia).	Reporte mensual a plataforma del regulador, que notifica los indicadores medios de calidad en enero de cada año	Reporte mensual de indicadores y cálculo semestral de compensaciones, fiscalizados por el regulador.	Reporte y supervisión por parte del regulador. Incluye inspecciones en campo y revisión de registros. Se publican estadísticas por empresa y se requieren planes de mejora en caso de incumplimiento

02

REGULACIÓN DE LA CALIDAD POR INCENTIVOS

Los marcos regulatorios desempeñan un papel esencial en la definición, evaluación y mejora de la calidad de la distribución, pues pueden incentivar o desincentivar las inversiones en infraestructura y nuevas tecnologías. Los esquemas de incentivos y compensaciones están diseñados para alinear los intereses de las empresas de distribución con los objetivos de calidad del servicio. Los marcos regulatorios pueden incluir diversos mecanismos económicos para incentivar a las empresas a realizar inversiones que permitan mejorar su servicio. Algunos instrumentos de la regulación por incentivos son:

Tarifas Basada en Desempeño: Las tarifas que las empresas pueden cobrar están vinculadas a su desempeño en cuanto a calidad del servicio.

Penalizaciones por Incumplimiento: Las empresas que no cumplen con las metas establecidas pueden enfrentar multas o reducciones en sus tarifas reguladas.

Mecanismos de Participación de los Consumidores: Los consumidores pueden recibir compensaciones por interrupciones prolongadas o recurrentes del servicio.

Incentivos a Largo Plazo: Programas que proporcionan incentivos basados en la mejora continua a lo largo de varios años, promoviendo inversiones sostenibles en la infraestructura.

Reportes: La regulación puede establecer requisitos para que las empresas publiquen y reporten a las autoridades regulatorias informes sobre la calidad del servicio y las interrupciones.

Auditorías y supervisión: Son fundamentales para verificar la precisión de los reportes de las empresas. Estas auditorías garantizan la transparencia y la confiabilidad de los datos presentados.

Adicionalmente, la regulación debe promover programas de gestión de la demanda que fomenten el uso eficiente de la energía y reduzcan la demanda en las horas de mayor consumo, y el desarrollo de inversiones en resiliencia, es decir el desarrollo de infraestructuras que sean resistentes a fenómenos climáticos extremos, asegurando la continuidad del suministro.

La implementación efectiva de estos elementos requiere una combinación de normativas claras y tecnología avanzada. A medida que la transición energética avanza, estos marcos deberán adaptarse continuamente para enfrentar nuevos desafíos y aprovechar las oportunidades que surgen, promoviendo así un servicio eléctrico de alta calidad.



03

CASOS INTERNACIONALES DE ÉXITO EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN

Diversos países han implementado estrategias innovadoras y efectivas para mejorar la calidad del servicio de distribución eléctrica, logrando notables avances. El Reino Unido utiliza un modelo de regulación basado en incentivos conocido como “RIIO” (Revenue = Incentives + Innovation + Outputs). Este modelo tiene como objetivo fomentar la eficiencia, la innovación y la sostenibilidad en la distribución, y se centra en incentivos financieros por eficiencia y reducción de costos, promoción de la innovación en nuevas tecnologías y buenas prácticas, y enfoque en metas de calidad y sostenibilidad. Desde la implementación de RIIO, ha habido una reducción significativa en la frecuencia y duración de las interrupciones del servicio, y las empresas han incrementado sus inversiones en tecnologías avanzadas, como redes inteligentes y almacenamiento de energía.

En los Estados Unidos, la regulación de la calidad de la distribución eléctrica varía por estado. Sin embargo, la modernización de la red eléctrica es una prioridad. El Departamento de Energía (DOE) ha lanzado múltiples iniciativas para fomentar la adopción de *smart grids* y mejorar la resiliencia de la infraestructura eléctrica frente a desastres naturales y ciberataques². Además, muchos estados han implementado programas de incentivos similares al RIIO que han llevado a mejoras significativas en la calidad del servicio.

California ha sido un líder en la adopción de tecnologías avanzadas y en la implementación de programas de incentivos. La California Public Utilities Commission (CPUC) ha promovido la adopción de redes inteligentes que permiten una mejor gestión y monitoreo del servicio, así como programas que incentivan a los consumidores a reducir su consumo durante picos de demanda, mejorando la fiabilidad del servicio.

Un caso de interés en España es la implementación del sistema LARS (Localización de Averías y Reposición del Suministro), desarrollado por Endesa, un sistema que funciona ante una avería como un operador virtual, gestionando desde el Centro de Control las maniobras para aislar la avería y reponer el suministro a los tramos que no están en falla, lo que permite mejorar la respuesta a fallos en tiempo real y la gestión de carga, reduciendo significativamente el tiempo de interrupciones y optimizando el flujo de energía. Adicionalmente, el proyecto PASTORA (Preventive Analysis of Smart Grids with Real Time Operation and Renewable Assets Integration) utiliza tecnologías de *big data*, *deep learning* e inteligencia artificial para explotar datos obtenidos de los medidores electrónicos y los sensores instalados en distintos puntos de la red. Mediante un algoritmo se mejora el control en tiempo real y el mantenimiento preventivo de la red, con el objetivo de mejorar su funcionamiento.



04

CONCLUSIONES

Es necesario realizar ajustes y mejoras para que los marcos regulatorios sean claros, coherentes y flexibles, fomenten la innovación y la competencia, así como esquemas tarifarios eficientes técnica y económicamente, y que remuneren adecuadamente las inversiones en nuevas tecnologías. A continuación se plantean algunas líneas de mejora para los marcos regulatorios, los mecanismos de evaluación de la calidad, y los esquemas de metas e incentivos.

Estabilidad regulatoria y normativa. Es fundamental que la regulación sea clara, estable y con objetivos a largo plazo. De esta manera se reduce la incertidumbre, se genera confianza para las inversiones en mejoras de la calidad y se facilita la planificación a largo plazo, al tiempo que se promueve el bienestar de los usuarios.

Estándares claros y uniformes. Es fundamental avanzar en estándares claros y uniformes para asegurar que todas las empresas de distribución sigan las mismas directrices, lo que facilita la comparación y evaluación del desempeño, y proporcionar un marco claro que incentive la inversión en infraestructura y tecnologías avanzadas.

Eliminar limitaciones regulatorias en los esquemas de reconocimiento tarifario a las inversiones destinadas a la mejora de la calidad, y garantizar la remuneración basada en costos reales, en lugar de esquemas basado en costos teóricos de una empresa modelo. Ello acompañado de mecanismos adecuados de reporte y supervisión, y observando un equilibrio en las tarifas a los consumidores.

Metas alcanzables y adaptables al contexto. Esto incluye considerar los contexto y los costos diferenciales bajo los que opera cada empresa. Por ejemplo, resulta más costoso proveer los mismos niveles de calidad a comunidades rurales que a zonas urbanas.

Incentivos económicos para las empresas que superen las metas de calidad, acompañadas de metas adicionales que promuevan la innovación e implementación de tecnología que con la remuneración actual resultan inviables, y establecer compensaciones para los consumidores afectados por interrupciones prolongadas o recurrentes del servicio.

Facilitación de permisos y licencias por parte de los entes ambientales para la construcción y operación de proyectos de infraestructura eléctrica, especialmente los relacionados con ampliación y mejora de la cobertura de los sistemas de distribución. Esto puede reducir los costos y tiempos asociados a los proyectos, haciendo más atractivas las inversiones.

Regulación que acelere el despliegue de medición avanzada y la implementación de tarifas diferenciadas por tramos horarios, de forma que se potencialice el aprovechamiento de sus beneficios mediante incentivos para el consumo en horas valle.

Promoción de Asociaciones Público-Privadas (APP), para desarrollar proyectos en infraestructura de distribución eléctrica. Las APP han demostrado ser una herramienta efectiva para combinar la experiencia y recursos del sector privado con los objetivos y compromisos del sector público.

Incentivos fiscales o mecanismos de acceso a financiamiento, con plazos adecuados y condiciones flexibles, para la realización de inversiones en mejora de la calidad, especialmente para las distribuidoras de tamaño pequeño, como las cooperativas eléctricas.

Criterios de resiliencia en los esquemas de remuneración e incentivos, para que contemplen inversiones dirigidas a mejorar la confiabilidad del suministro durante eventos extremos, que actualmente únicamente se tratan como exclusiones.

Facilitar la integración de recursos distribuidos y las inversiones en la infraestructura necesaria para la movilidad eléctrica, como estaciones de carga y redes de distribución adaptadas.

Regulación que anticipe la adopción de tecnologías innovadoras. Esto puede hacerse mediante proyectos piloto que implementen tecnologías avanzadas como redes inteligentes y almacenamiento, o que incentiven la eficiencia energética y las inversiones dirigidas a proteger las infraestructuras críticas de la distribución contra amenazas cibernéticas.

Mayor transparencia y participación. La transparencia en los procesos regulatorios y la participación de actores relevantes son esenciales para mejorar la percepción del servicio y de la regulación, lo que puede hacerse mediante la publicación de informes sobre la calidad del servicio y las acciones tomadas para mejorarla.

La implementación de estas mejoras puede llevar a una distribución eléctrica más eficiente, fiable y sostenible, beneficiando tanto a los consumidores como a la economía en su conjunto. La colaboración entre gobiernos, reguladores, empresas de distribución y consumidores será esencial para lograr estos objetivos y asegurar un futuro energético más prometedor para América Latina.



