

RESUMEN EJECUTIVO DSO BRIEF

ACELERANDO LA MEDICIÓN INTELIGENTE

CLAVES REGULATORIAS PARA SU DESPLIEGUE EN AMÉRICA LATINA





EDITORES

Alessandra Amaral, Roberto Cajamarca Gómez,
Joaquín Lazo Sánchez.

COLABORADORES

Emilio Enrique Argüello Muñoz, Edward Arias, Cyro Boccuzzi, Claudio Bulacio, Dimas Carranza, Martín Cruz, José Manuel Da Peña, Valeria d'Ettorre, Alfredo Gallegos González, Yohana Galvis Silva, Martín Lamas Marcos Javier Leyes, Paolo Abeld Quispe Mamani, Ednelson de Moraes, Daniel Alejandro Moreno, Fernando Mosteirín, Daniel Picchi, Jorge Rodríguez Vargas, Juan Pablo Rodríguez Iglesias, Mauricio Rojas, Hans Rother Salazar, Santiago Scarlato, Franchesco Somontes Marín, Mena Testa, Juan Carlos Tripaldi, Eduardo Visintini.

Agradecemos a nuestro colaborador institucional, Cyro Boccuzzi, socio-director de ECOEE, consultora pionera en gestión y tecnologías de sistemas inteligentes de energía y fundador y presidente del Foro Latinoamericano de Smart Grid, por su valiosa contribución en la revisión de este documento.



La distribución eléctrica atraviesa una transformación impulsada por la electrificación, la generación distribuida y la variabilidad de los flujos de energía, lo que hace insuficiente el modelo tradicional de redes pasivas. La Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) se consolida como la base digital que permite operar redes más dinámicas, integrando medición, comunicaciones y gestión de datos. A diferencia de la telemetría básica, AMI incorpora comunicaciones bidireccionales y funciones de control, otorgando observabilidad en baja tensión, datos granulares y monitoreo continuo.

Sobre esta base, AMI habilita funciones estratégicas: los datos de alta frecuencia permiten identificar pérdidas y anticipar congestiones; su capacidad de gestionar flujos bidireccionales integra la generación distribuida y nuevos perfiles de carga, como los vehículos eléctricos; y la granularidad temporal es clave para tarifas horarias y respuesta a la demanda. En conjunto, AMI es la infraestructura digital mínima para operar sistemas con alta penetración de recursos distribuidos.

A pesar de su rol central, el despliegue de AMI implica desafíos económicos significativos. Un estudio de ADELAT y GME estima que la inversión necesaria en siete economías latinoamericanas supera los 51.400 millones de USD para una transición efectiva al 2040. Este volumen de capital evidencia un trade-off crítico: la tecnología es indispensable para la eficiencia futura, pero su costo es difícil de asumir bajo marcos regulatorios que no han evolucionado al mismo ritmo y a menudo privilegian la infraestructura física tradicional. El rol del regulador es determinante para viabilizar esta modernización, mediante mecanismos claros de recuperación de inversiones, estándares técnicos y un Análisis de Costo-Beneficio nacional. Sin reconocimiento tarifario e incentivos adecuados, la inversión en AMI queda restringida a pilotos. En América Latina, estos desafíos se intensifican por la persistencia de pérdidas no técnicas, la heterogeneidad socioeconómica y la disparidad de capacidades entre distribuidoras, resultando en un avance fragmentado.



01

AVANCE DEL DESPLIEGUE AMI EN LATINOAMÉRICA Y ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

A nivel global, se han instalado más de 1.200 millones de medidores inteligentes, con Europa y América del Norte liderando el despliegue gracias a mandatos regulatorios y análisis de costo-beneficio positivos. La Unión Europea alcanzó una penetración promedio del 56% en 2022, con países como Italia y España completando la sustitución total. Estados Unidos supera el 68%, mientras China y Japón avanzan hacia ciclos de segunda generación. En contraste, América Latina se encuentra en una fase temprana, con penetraciones generalmente inferiores al 10% y avances concentrados en pocos países.

Dentro de la región, Uruguay (80%), Costa Rica (54%) y Honduras (23%) muestran el mayor grado de avance, aunque con enfoques distintos: Uruguay ha seguido un despliegue centralizado liderado por su empresa estatal y articulado con una planificación energética nacional; Costa Rica avanza bajo una estrategia regulatoria explícita con metas definidas y un despliegue obligatorio ejecutado en fases geográficas; y Honduras ha impulsado AMI para reducir pérdidas no técnicas, primero bajo un esquema concesionado y, más recientemente, mediante intervenciones focalizadas desde el Estado.

Un segundo grupo, con penetraciones entre el 3% y el 9%, incluye a Chile (8,8%), donde un mandato obligatorio fue revertido a voluntario por rechazo social, lo que llevó a una implementación voluntaria y gradual supervisada por el regulador; Guatemala (8,4%) ha avanzado sin estrategia nacional formalizada, con iniciativas individuales de las distribuidoras orientadas a eficiencia comercial; México (6%) concentra el mayor volumen absoluto de medidores instalados en la región, con un modelo centralizado en la CFE para reducir pérdidas; Brasil (5,6%) combina una baja penetración residencial con proyectos de gran escala en ejecución y un proceso regulatorio orientado a fijar directrices mínimas a nivel federal; Colombia (3,9%) cuenta con un marco regulatorio y metas al 2030, aunque el despliegue físico se encuentra en etapas iniciales, liderado por empresas distribuidoras a partir de pilotos urbanos; Argentina (3,3%), con avances en pilotos; y Ecuador (3,1%) ha impulsado intervenciones localizadas en el marco de planes de eficiencia energética, incluyendo iniciativas recientes en ciudades principales con participación de distribuidoras públicas regionales.

Un tercer conjunto de países muestra coberturas inferiores al 1%, como Perú (1,3%), Paraguay (0,5%) y El Salvador (0,5%), centrados en pilotos o fases iniciales. Finalmente, Panamá y República Dominicana han iniciado despliegues recientemente, mientras que Nicaragua, Bolivia y Venezuela presentan avances muy acotados por limitaciones financieras e institucionales, sin programas nacionales de medición inteligente y con esfuerzos puntuales o incipientes en un contexto de limitaciones financieras, marcos institucionales débiles y, en algunos casos, deterioro operativo de los sistemas eléctricos.

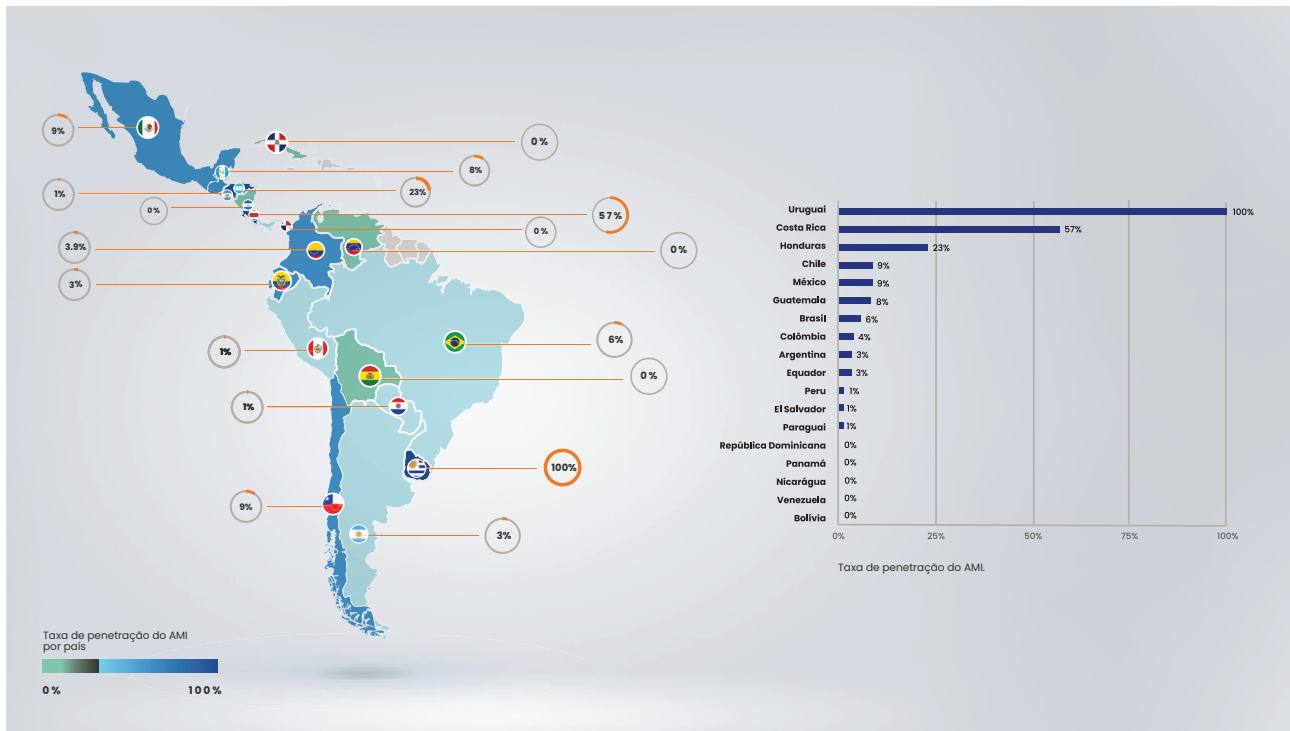


Fig. 1. Penetración estimada de medidores inteligentes en baja tensión por país en América Latina y el Caribe (2024). Fuentes: ADELAT (2024b), BID (2023), Grupo Mercados Energéticos, ICE y notas de prensa.

Los enfoques de despliegue de AML en la región son diversos. Costa Rica y Colombia lideran con metas nacionales claras y respaldo normativo. Costa Rica apunta al 100% de cobertura para 2028, y Colombia al 75% para 2030, ambos con hojas de ruta detalladas y mecanismos de recuperación tarifaria. Perú y Brasil tienen planes ambiciosos en fase de diseño; Perú propone una masificación para 2025-2035, mientras Brasil avanza en una normativa que establece metas mínimas obligatorias a corto plazo como antesala a un despliegue condicionado a un análisis de costo-beneficio. En Ecuador, El Salvador, Guatemala y Argentina no existen metas nacionales definidas; el despliegue es impulsado por decisiones corporativas de las distribuidoras para control de pérdidas o modernización. Argentina se encuentra en una etapa de evaluación tecnológica con pilotos, sin una hoja de ruta nacional. Chile representa un caso singular. Una política inicial de recambio masivo y obligatorio fue revertida en 2019 tras una fuerte controversia pública, convirtiendo el despliegue en un proceso voluntario. El caso chileno ilustra los riesgos de avanzar sin una comunicación efectiva y consenso social, particularmente cuando el recambio no se acompaña de nuevas opciones tarifarias o señales económicas visibles para los usuarios.



La modernización de los sistemas de distribución eléctrica se ha vuelto un componente central de la transición energética

02

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA AMI Y DESEMPEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA

El éxito de la modernización de la medición depende de la solidez técnica de la infraestructura instalada. La definición de funcionalidades, la selección de tecnologías de comunicación y la garantía de interoperabilidad son factores críticos para que los sistemas AMI respondan a los desafíos operativos y regulatorios de América Latina.

La evolución internacional de la medición inteligente distingue dos etapas. La primera ola (mediados de los 2000-2010) se centró en la eficiencia operativa, con la lectura remota como función principal, con comunicaciones limitadas y un conjunto reducido de registros. La segunda ola (desde 2020) responde a la digitalización y la integración de recursos distribuidos, caracterizándose por mayor granularidad de datos, comunicaciones bidireccionales, actualización remota de software, ciberseguridad reforzada y funciones para operar redes dinámicas.

El despliegue en América Latina muestra un patrón híbrido. La mayoría de las empresas declara un conjunto funcional amplio que va más allá de la simple telemetría, incluyendo registros bidireccionales, medición de energía reactiva y detección de manipulación. Sin embargo, no se observa una adopción plena de las capacidades de la segunda ola, como la gestión activa de flexibilidad, la granularidad orientada a tarifas dinámicas o arquitecturas diseñadas para la integración sistemática de recursos distribuidos. El resultado es un modelo latinoamericano de AMI que combina atributos de segunda generación con un énfasis en la reducción de pérdidas no técnicas. Un aspecto distintivo es la baja presencia de la habilitación de prepago. Esto no se debe a un rezago tecnológico, sino a la falta de marcos regulatorios específicos que definan reglas de facturación, recarga y protección para clientes vulnerables.

La capacidad de un sistema AMI depende también de su arquitectura de comunicaciones que soporte la transmisión continua, segura y confiable de datos. El despliegue en América Latina evidencia una fuerte dependencia de soluciones de comunicación diseñadas para adaptarse a redes heterogéneas y territorios complejos, lo que convierte la selección tecnológica en un elemento estratégico del desarrollo de AMI en la región. En la región se utiliza un amplio espectro de tecnologías, organizadas en redes de área vecinal (NAN) y redes de área amplia (WAN). En la NAN predominan soluciones PLC en entornos urbanos y RF Mesh en zonas donde la red eléctrica presenta dificultades. Para la WAN, se recurre a redes celulares (2G a 5G), complementadas con fibra óptica o enlaces satelitales. Un rasgo distintivo es la configuración de arquitecturas híbridas que combinan simultáneamente PLC, radiofrecuencia y comunicaciones celulares dentro de una misma red. Esta práctica responde a una necesidad estructural: ninguna tecnología por sí sola ofrece desempeño suficiente frente a la heterogeneidad de las redes latinoamericanas, que incluyen zonas densas con ruido eléctrico, áreas rurales extensas con baja concentración de usuarios y sectores con topologías complejas o interferencias relevantes. Los desafíos no provienen de la disponibilidad tecnológica, sino de las condiciones operativas: en PLC, el ruido eléctrico y la atenuación de la señal son problemas recurrentes; en radiofrecuencia, la cobertura y las interferencias son las principales dificultades; y las comunicaciones celulares enfrentan restricciones de cobertura y costos operativos. La coexistencia de múltiples tecnologías de comunicación,

arquitecturas híbridas y proveedores distintos exige marcos de interoperabilidad más robustos, procesos formales de homologación y estándares de comunicación que aseguren continuidad operativa a lo largo del ciclo de vida del sistema.

La interoperabilidad es fundamental para que los sistemas AMI operen bajo una arquitectura común independientemente del fabricante. En América Latina, esta dimensión se encuentra en una etapa temprana, con predominio de arquitecturas propietarias o parcialmente abiertas, y pocos marcos normativos que establezcan estándares unificados de medición y comunicación. El estándar internacional más extendido es IEC 62056 (DLMS-COSEM), aunque algunas distribuidoras utilizan normas ANSI. Incluso con estándares abiertos como DLMS-COSEM, su implementación práctica varía entre fabricantes, generando incompatibilidades. En ausencia de lineamientos formales, las distribuidoras gestionan la interoperabilidad mediante procesos internos de homologación, pruebas de laboratorio y pilotos que validan la compatibilidad entre medidores, concentradores, sistemas de gestión de datos y tecnologías de comunicación. Este enfoque implica costos elevados, tiempos prolongados de integración y, en ocasiones, una dependencia significativa del proveedor dominante. Las principales barreras son la persistencia de protocolos propietarios, restricciones regulatorias que limitan la adopción de ciertos estándares, implementaciones heterogéneas del mismo protocolo, falta de laboratorios de certificación independientes y la ausencia de regulación que exija estándares abiertos. La región necesita avanzar hacia lineamientos técnicos unificados y mecanismos formales de certificación para sostener despliegues AMI escalables y tecnológicamente abiertos.

“

El análisis de metas nacionales y niveles de penetración muestra que la región avanza hacia la modernización de sus sistemas de medición



03

INTEGRACIÓN AMI CON SISTEMAS CORPORATIVOS

La capacidad de un sistema AMI para generar valor depende de su integración con las plataformas corporativas que utilizan las distribuidoras para operar, planificar y gestionar a sus clientes. La integración de AMI con sistemas corporativos determina si los datos se traducen en decisiones operativas y procesos comerciales más precisos. Las distribuidoras de la región muestran un panorama diverso. En la mayoría de los casos, AMI se conecta primero con los sistemas comerciales y de facturación para automatizar la lectura, mejorar la calidad de los datos y reducir reprocesos. En un grupo más acotado de empresas se observa integración con plataformas operativas como SCADA. Un grupo más acotado integra AMI con plataformas operativas como SCADA u OMS para la localización de fallas, la supervisión de la red y la gestión de interrupciones. Otras se encuentran en etapas preliminares, con intercambio manual de archivos.

En cuanto a los mecanismos utilizados para integrar AMI con los sistemas operativos, predominan arquitecturas basadas en APIs, servicios web y buses de integración empresarial para automatizar flujos de información entre el MDM, los sistemas comerciales y las plataformas operativas. Estos resultados sugieren que la región avanza hacia esquemas más modulares y basados en servicios, aunque todavía coexisten soluciones de distinta escala y madurez técnica.

Algunas distribuidoras planean profundizar la integración a medida que sus despliegues maduren, incorporando MDMs como repositorios centrales y vinculándose con plataformas operativas para habilitar funcionalidades avanzadas. Sin embargo, algunas empresas aún no cuentan con infraestructura AMI plenamente operativa, otras dependen de soluciones propietarias que dificultan la integración y varias enfrentan limitaciones institucionales o presupuestarias para modernizar sus sistemas legados, lo que resulta en un avance desigual en la consolidación de una arquitectura digital interoperable.

La adopción de analítica basada en datos AMI en América Latina se encuentra en una etapa inicial. Entre las distribuidoras que han desarrollado casos de uso, predomina un enfoque en la eficiencia operativa y comercial: detección de pérdidas no técnicas, validación de consumos, balances de energía, proyección de la demanda y optimización de los procesos de lectura, facturación y cobranza.. Se han reportado casos donde estas herramientas analíticas incrementaron la tasa de detección de pérdidas en cerca de un 50% respecto a los métodos tradicionales. Sin embargo, una proporción relevante de empresas aún no dispone de estas capacidades. Un conjunto de distribuidoras ha comenzado a explorar aplicaciones operativas como la detección de desviaciones de tensión, el análisis de cargabilidad de transformadores y la integración con plataformas OMS para apoyar la localización de fallas. A pesar de estos avances, persisten brechas como la falta de integración plena entre AMI y los sistemas corporativos, la calidad insuficiente de la información y la dependencia de soluciones propietarias, lo que condiciona la consolidación de la analítica avanzada en la región.

04

GOBERNANZA DE DATOS, CIBERSEGURIDAD Y RELACIÓN CON LOS USUARIOS

La adopción de AMI plantea desafíos de gobernanza de datos, ciberseguridad y relación con los usuarios finales. Estos aspectos determinan la viabilidad institucional y la legitimidad social del despliegue, así como la confianza del consumidor en el manejo de su información.

El acceso transparente a la información de consumo es un atributo central de los sistemas AMI modernos, pues permite que los usuarios conozcan sus patrones de uso, gestionen mejor su demanda y participen de manera más activa en el servicio eléctrico. En América Latina, los avances son parciales. Algunas distribuidoras han habilitado portales web y aplicaciones móviles que permiten consultar consumos casi en tiempo real, visualizar curvas de carga, revisar historial de facturación y, en algunos casos, acceder a módulos específicos para clientes con AMI. Otras entregan información más básica o se encuentran diseñando estos canales. Persisten brechas como la ausencia de formatos comunes para la entrega de datos, la interoperabilidad limitada con aplicaciones de terceros, la falta de canales unificados para visualizar información de costos o eventos operativos, y la reducida masificación de medidores inteligentes conectados, lo que restringe el potencial de involucramiento activo del usuario.

La creciente digitalización de la medición exige un rol central para la ciberseguridad. La infraestructura AMI introduce millones de puntos de entrada que deben integrarse de manera segura con plataformas corporativas y sistemas operativos de la red. Aunque la región avanza en esta materia, existe una variabilidad significativa en la adopción de políticas formales. Las distribuidoras con mayores avances siguen normas internacionales como ISO/IEC 27001 para la gestión de seguridad de la información y ISO/IEC 27019 para sistemas industriales del sector energético, e implementan cifrado extremo a extremo y pruebas de penetración durante los procesos de homologación de medidores y sistemas MDMS/HES. Sin embargo, una parte importante de las empresas se encuentra en etapas tempranas, con lineamientos de seguridad generales, medidas básicas de endurecimiento de red y controles sobre el manejo de credenciales, sin aún contar con marcos específicos orientados a AMI. El avance en acceso a la información y analítica debe acompañarse de un fortalecimiento sistemático de las prácticas de ciberseguridad para resguardar la infraestructura crítica y proteger los datos de los usuarios.

La creciente disponibilidad de datos granulares de consumo eleva la relevancia de los marcos de privacidad que regulan el tratamiento de esta información. En América Latina, la regulación aplicable proviene mayormente de leyes generales de protección de datos personales, no de normativas sectoriales dedicadas a AMI, generando un panorama fragmentado donde el resguardo de la información depende tanto del marco legal nacional como de las prácticas internas de cada distribuidora. Países con legislación avanzada aplican principios como el consentimiento del usuario, la limitación de uso a fines autorizados, anonimización para análisis operativos y obligaciones de seguridad para los responsables del tratamiento. En algunos casos, normas sectoriales complementan estas exigencias, como ocurre en Chile con las disposiciones sobre Sistemas de Medida, Monitoreo y Control, o en Colombia, donde la regulación de medición inteligente remite explícitamente a las leyes de

hábeas data. Sin embargo, una proporción importante de distribuidoras indica que no existe regulación específica, lo que evidencia vacíos institucionales. La heterogeneidad observada sugiere la necesidad de avanzar hacia marcos claros que definan derechos del usuario y obligaciones de tratamiento para los datos de consumo.



05

MODELOS ECONÓMICOS, FINANCIAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE INVERSIONES

La viabilidad de AMI está determinada por los modelos de financiamiento, los criterios económicos de las distribuidoras y los mecanismos regulatorios para recuperar las inversiones. El análisis revela una transición estructural en los modelos de propiedad, impulsada más por la necesidad tecnológica que por definiciones regulatorias. Históricamente predominó un esquema donde el medidor electromecánico era propiedad del usuario final, quien pagaba por el dispositivo al momento de la conexión. Sin embargo, la naturaleza de la AMI —que deja de ser un activo aislado para convertirse en un sensor de red integrado que requiere gestión de datos centralizada, ciberseguridad y renovación tecnológica constante— está forzando un viraje hacia esquemas donde la propiedad y la responsabilidad de la inversión recaen sobre la distribuidora. No obstante, la simple asignación de la propiedad es insuficiente si no va acompañada de una modernización en los criterios de reconocimiento de activos.

A partir de la información recabada entre las empresas asociadas a ADELAT, se identifican tres tipologías de financiamiento:

El modelo de propiedad de la distribuidora con reconocimiento regulado es el más sostenible y corresponde a mercados como Brasil y Costa Rica, donde la regulación reconoce el medidor inteligente como un activo de red remunerado en la tarifa. En Brasil, este enfoque se ha planteado de forma clara en el marco de la Consulta Pública 198/2025. Sin embargo, persisten desafíos como la necesidad de adaptar las vidas útiles regulatorias, pues a diferencia de los activos electromecánicos amortizables a 30 años, los componentes AMI (módulos de comunicación, software) tienen ciclos de obsolescencia tecnológica mucho más cortos. En Costa Rica, la propiedad es de la empresa eléctrica estatal, y el financiamiento se estructura mediante una combinación de capital propio y apalancamiento con banca multilateral. La lección de este grupo es que la propiedad de la distribuidora funciona, siempre y cuando la regulación acepte que los costos de licencias, ciberseguridad y telecomunicaciones son inversiones esenciales y no “ineficiencias” operativas.

Otros países se encuentran en fase de transición normativa migrando desde un régimen donde el cliente compraba el medidor hacia uno donde la ley asigna la responsabilidad a la distribuidora, generando fricciones financieras no resueltas. Países como Chile y Colombia han asignado la responsabilidad de la inversión a la distribuidora, pero sin resolver fricciones financieras como los “activos varados”: cómo financiar los nuevos medidores inteligentes sin haber terminado de depreciar o recuperar el valor de los medidores convencionales que serán retirados anticipadamente. Esto obliga a las empresas a financiar la modernización con capital propio y/o alto riesgo, limitando el despliegue a proyectos piloto.

Pero el escenario predominante es el de propiedad de la distribuidora sin reconocimiento explícito, en países como Argentina, Perú y Guatemala. Allí las inversiones se realizan con el flujo de caja operativo de la empresa, motivadas por urgencias específicas como la reducción de pérdidas no técnicas o la atención a grandes usuarios, pero sin un mecanismo de traspaso a la tarifa. La falta de categorías regulatorias para capitalizar software o reconocer OPEX tecnológico condena a AMI a ser una tecnología de nichos de alta rentabilidad y no una infraestructura universal.

Mientras el consenso técnico señala a la medición inteligente como la columna vertebral de la transición energética, la ecuación económica local para justificar su inversión (business case) resulta mucho más compleja de cerrar que en las economías desarrolladas. La construcción de los casos de negocio sigue dos orientaciones principales: el enfoque en recuperación de pérdidas, predominante en Argentina, Perú, Guatemala y zonas específicas de Brasil, donde el Análisis Costo-Beneficio (ACB) es positivo solo en zonas con altos índices de fraude, y que resulta en un despliegue fragmentado, concentrado en áreas problemáticas o grandes usuarios industriales; y el enfoque de eficiencia operativa, utilizado en Chile y áreas maduras de Brasil y Colombia, que incorpora ahorros operativos (OPEX) en lectura manual, corte/reconexión y disminución de reclamos comerciales. Sin embargo, su impacto es limitado por el bajo costo relativo de la mano de obra en la región, a diferencia de Europa o Estados Unidos, donde eliminar la lectura manual genera un ahorro gigantesco que paga el medidor.

Los modelos de evaluación financiera tradicionales, restringidos a la caja de la empresa (utility cost test), son insuficientes para un despliegue universal. Si la AMI solo se instala donde es rentable para la empresa (zonas de robo o grandes clientes), se profundizará una brecha digital energética. Para superar este estancamiento, es imperativo transitar hacia un Análisis Costo-Beneficio social y sistémico que monetice beneficios como la mejora en resiliencia, la calidad del servicio y la postergación de inversiones en redes y generación. Si el regulador permite que la distribuidora capture una fracción de ese ahorro de capital diferido, el despliegue se vuelve viable. Los criterios de evaluación deben abandonar la idea de un “costo medio nacional”; la regulación debe permitir evaluaciones por clústeres o tipologías de zona, reconociendo que los costos y beneficios no son homogéneos, y ajustar los horizontes de amortización a los ciclos de reposición tecnológica de los activos digitales.



06

BARRERAS PARA EL ESCALAMIENTO Y CONDICIONES HABILITANTES

El despliegue de AMI en América Latina enfrenta una “paradoja de implementación”: a pesar del consenso sobre su rol indispensable, el paso desde despliegues acotados o pilotos hacia una adopción masiva está fragmentado debido a barreras estructurales.

Barreras regulatorias y económicas: La principal es la ausencia de un marco normativo explícito que defina obligaciones, incentivos y mecanismos de remuneración, haciendo que los despliegues dependan de business cases internos y pilotos, en lugar de programas masivos con previsibilidad de ingresos y reglas de gradualidad claras. La regulación basada en una “empresa modelo eficiente” para activos físicos estáticos y de vida útil prolongada, mientras AMI desafía esa lógica, en tanto se comporta como una inversión digital con ciclos de innovación más acelerados. La asimetría CAPEX/OPEX debilita el caso de negocio al no reconocer costos operativos clave como software y ciberseguridad. Además, incluso con reconocimiento del activo, los esquemas tarifarios no siempre capturan los beneficios sistémicos atribuibles a AMI (reducción de pérdidas, eficiencia operativa, gestión avanzada de la demanda). El resultado es una brecha entre el valor social/sectorial de la inversión y su recuperabilidad financiera. Finalmente, el reemplazo masivo de medidores legados puede implicar retirar equipos que aún tienen valor en libros; si no existe un mecanismo de recuperación o un tratamiento regulatorio claro, la modernización se traduce en una destrucción inmediata de valor para la distribuidora, aun cuando los beneficios de largo plazo sean positivos.

Barreras tecnológicas y de infraestructura: Las limitaciones no residen solo en el medidor, sino en el ecosistema que lo rodea: comunicaciones, interoperabilidad, integración con sistemas corporativos y gobierno de datos. La conectividad es un desafío sensible, con problemas de estabilidad en redes PLC y cobertura celular limitada. A lo anterior se agrega una brecha de última milla que obliga, en ciertos territorios, a desplegar redes privadas costosas. A la vez, el apagado progresivo de redes 2G/3G introduce un riesgo de obsolescencia acelerada no controlado por el sector eléctrico. La falta de interoperabilidad entre múltiples tecnologías de medición y comunicación aumenta la complejidad operativa y demanda procesos continuos de integración. En paralelo, la falta de estándares obligatorios y de certificación local eleva el riesgo de cautiverio tecnológico (vendor lock-in) y dificulta la integración multi-proveedor. La ciberseguridad también emerge como una barrera, ya que amplía la superficie de ataque y exige inversiones no siempre reconocidas por la regulación.

Barreras operativas y de implementación: Los plazos prolongados de fabricación y entrega de equipos que dificultan la programación y pueden afectar el cumplimiento de planes regulados o metas corporativas. A ello se suma la dependencia de soporte técnico internacional, que en algunos casos introduce demoras en la resolución de problemas y limita la capacidad de respuesta ante contingencias operativas. Esta dependencia se vuelve más crítica a medida que aumenta el parque instalado, porque los incidentes dejan de ser excepcionales y pasan a ser parte de la operación cotidiana. El escalamiento exige un fortalecimiento sostenido de capacidades internas: administración de plataformas AMI, operación de bases de datos, monitoreo, ciberseguridad y gestión de infraestructura TI. Las experiencias disponibles también subrayan la relevancia de una estrategia de compras y contratación alineada con el riesgo del programa.

Barreras sociales y culturales: El escalamiento requiere una “licencia social” que puede verse amenazada por desinformación, percepciones erróneas o temores sobre la privacidad. En consecuencia, la comunicación y la transparencia dejan de ser actividades complementarias y pasan a ser componentes estructurales del programa. En zonas rurales o de difícil acceso, la instalación puede requerir mayores esfuerzos de coordinación comunitaria, acompañamiento técnico y estrategias diferenciadas de relacionamiento. En territorios con alta vulnerabilidad social, el medidor puede percibirse como una amenaza a economías informales, elevando el riesgo de vandalismo, robo de equipos y violencia contra el personal, lo que eleva los costos y condiciona la priorización del despliegue.

Estas barreras tienden a reforzarse mutuamente. Una conectividad imperfecta o una interoperabilidad débil incrementan costos y plazos, lo que agrava el problema de recuperación tarifaria y bancabilidad; a su vez, la falta de claridad regulatoria sobre OPEX digital y ciberseguridad reduce la capacidad de sostener el ecosistema que hace valioso a AMI; y, en entornos de baja confianza o alta conflictividad territorial, el despliegue se encarece y se vuelve más lento, justo cuando la programación y la continuidad operativa son esenciales para capturar beneficios.

Condiciones habilitantes: Superar estas barreras exige marcos regulatorios que reconozcan el ecosistema AMI completo, incluyendo OPEX, y moneticen sus beneficios sociales. Es prioritario establecer estándares técnicos obligatorios y mecanismos de certificación para reducir fricciones tecnológicas. El escalamiento debe gestionarse como un programa operacional integral, fortaleciendo capacidades internas y estrategias de contratación. Finalmente, es indispensable una estrategia de relacionamiento con los usuarios que genere confianza y atienda las realidades locales, especialmente en territorios vulnerables.



Tabla 1. Resumen de barreras para el escalamiento y condiciones habilitantes.

Grupo	Barrera	Condición habilitante
Regulatorias y económicas	Ausencia de un marco normativo explícito (obligaciones, incentivos y mecanismos de remuneración) que permita pasar de pilotos a programas masivos	Hoja de ruta regulatoria AMI (metas, gradualidad, gobernanza, obligaciones mínimas de desempeño) y mecanismo de recuperación de costos (reconocimiento en base regulatoria/ingreso permitido o esquema equivalente).
	Enfoque de “empresa modelo” que estandariza activos físicos estáticos y traslada riesgos a la distribuidora frente a inversiones digitales	Ajustar criterios de eficiencia para inversiones digitales: benchmarks por resultados, KPIs y reconocimiento de costos asociados a evolución tecnológica.
	Asimetría CAPEX/OPEX: el valor de AMI depende de software, nube y telecomunicaciones	Adoptar lógica de costo total y/o esquemas TOTEX; crear categorías regulatorias para capitalizar software o reconocer OPEX tecnológico.
	Esquemas tarifarios no capturan beneficios sistémicos de AMI (reducción de pérdidas, eficiencia operativa, gestión de la demanda)	Metodologías para monetizar y compartir beneficios: parte del valor se traslada a usuarios y parte se retiene como incentivo a desempeño.
	Activos no amortizados	Implementar un tratamiento regulatorio para activos retirados anticipadamente (amortización acelerada, fondo de transición, diferimiento regulatorio o mecanismo equivalente) y reglas para evitar shocks tarifarios.
	Riesgo cambiario y dificultad de acceso a financiamiento	Mecanismos de cobertura/mitigación (indexación parcial, reconocimiento de variación de costos de tecnología, financiamiento multilateral/blended finance).
Tecnológicas e infraestructura	Brecha de última milla	Plan maestro de comunicaciones (por tipología territorial), priorizando soluciones híbridas y acuerdos con telcos
	Apagado de redes 2G/3G: riesgo de obsolescencia no controlado	Incorporar criterios de ciclo de vida tecnológico en especificaciones y compras y una estrategia de transición planificada.
	Interoperabilidad compleja: múltiples tecnologías y estándares generan incompatibilidades, homologaciones y sobrecostos.	Establecer perfiles de interoperabilidad, pruebas de conformidad y un “catálogo de compatibilidad”
	Ausencia de estándares obligatorios y certificación local	Esquemas nacionales/sectoriales de estandarización y certificación que reduzca riesgos y costos de interoperabilidad.
	Riesgo de cautiverio tecnológico (vendor lock-in)	Estrategia multi-proveedor con requisitos de portabilidad de datos, APIs abiertas, cláusulas de salida y continuidad; preferir estándares abiertos verificados por certificación.
	Ciberseguridad	Requisitos mínimos (cifrado, autenticación, segmentación, hardening, pruebas de penetración), y reconocimiento explícito de costos de seguridad
	Brecha de capacidades internas (plataformas AMI, bases de datos, monitoreo, ciberseguridad, TI)	Crear PMO/Oficina de Transformación AMI y plan de capacidades (perfiles, formación, operación de plataformas, analítica, ciberseguridad); definir KPIs y de calidad de datos desde el inicio.
Sociales y culturales	Falta de “licencia social”: desconfianza y desinformación	Estrategia de relacionamiento: comunicación proactiva (beneficios tangibles), protocolos de privacidad, canales de atención y gestión temprana de controversias; segmentar mensajes por tipo de usuario/territorio.
	Zonas rurales o de difícil acceso	Despliegues diferenciados (rural/periurbano/urbano), con aliados locales, cronogramas adaptados, logística reforzada y enfoque de “primeros beneficios” (casos de uso que el usuario perciba pronto).
	Seguridad física y fraude en territorios con alta vulnerabilidad y pérdidas no técnicas	Plan de seguridad integral: protocolos de instalación, coordinación con autoridades/comunidad, medidas antifraude, protección del personal, reposición y costos de sostenimiento explícitos en el diseño del programa.

07

ENFOQUES REGULATORIOS INTERNACIONALES

La experiencia internacional muestra que el despliegue de AMI depende de la coherencia del marco regulatorio. Distintas jurisdicciones han adoptado enfoques divergentes según sus desafíos, desde mandatos nacionales hasta modelos basados en análisis económico o incentivos de mercado.

Modelos de mandato estatal con despliegue masivo: Países como Italia, España y Japón establecieron metas obligatorias de cobertura y plazos definidos, con respaldo regulatorio para la recuperación de costos. Este enfoque acelera el despliegue y logra una alta estandarización, pero requiere instituciones fuertes y puede ser menos flexible.

Modelos basados en análisis costo beneficio y gradualidad: Jurisdicciones como Alemania y el Reino Unido condicionaron el despliegue a resultados verificables de pilotos y análisis económicos. Este modelo reduce el riesgo financiero y permite adaptar la tecnología, pero puede retrasar significativamente el proceso y generar heterogeneidad territorial.

Modelos híbridos e incentivos económicos: Enfoques como los de Texas (EE.UU.) y Ontario (Canadá) combinan flexibilidad con señales económicas claras, como recuperación tarifaria anticipada e incentivos de desempeño, para hacer la inversión en AMI ventajosa. Fomenta la innovación, pero puede resultar en velocidades de despliegue dispares.

Modelos orientados a la eficiencia operativa: Países como India han utilizado AMI para abordar ineficiencias como altas pérdidas y morosidad, con despliegues focalizados en zonas críticas. Este modelo genera beneficios rápidos y medibles, pero no conduce a una cobertura universal y puede limitar la evolución hacia usos más avanzados.

En cuanto a funcionalidades AMI, la primera ola de implementaciones se centró en funcionalidades básicas como telelectura automática, datos horarios, corte/reconexión remota y detección de interrupciones. Aunque fueron una mejora significativa, su capacidad para habilitar usos avanzados fue limitada. La segunda ola (AMI 2.0) surge para gestionar redes con recursos distribuidos y mayores exigencias de ciberseguridad. Requiere funcionalidades avanzadas como granularidad temporal más alta (5-15 minutos), edge computing, interfaces para el hogar inteligente, medición bidireccional detallada y seguridad reforzada. Países como Italia, Suecia y Francia ya están en ciclos de renovación hacia AMI 2.0. Para los países que aún no han masificado la medición, esta evolución ofrece la oportunidad de adoptar directamente especificaciones de segunda generación.

La evolución de la medición inteligente ha mostrado que no existe una trayectoria única ni un conjunto de funcionalidades que sea óptimo para todas las jurisdicciones. Los países priorizan funcionalidades según sus desafíos: detección de manipulaciones y corte remoto para reducción de pérdidas; medición granular y comunicaciones de baja latencia para tarifas dinámicas y flexibilidad; información de flujos bidireccionales para integración de generación distribuida; y registro de eventos para resiliencia y calidad del servicio. América Latina puede adoptar selectivamente funcionalidades de AMI 2.0 alineadas con sus prioridades, evitando inversiones en tecnologías que quedarían obsoletas.

La tecnología es universal, pero la regulación debe ser contextual. Mientras que en Europa el motor fue la eficiencia energética y en EE.UU. la gestión de la demanda, en América Latina los impulsores son múltiples, desde el control de pérdidas hasta la gestión de la generación distribuida. El éxito depende de una arquitectura de incentivos sofisticada. En jurisdicciones con altas pérdidas, la regulación debe reconocer costos reales y priorizar funcionalidades como el balance energético a nivel de transformador y el corte remoto, con un despliegue masivo y geográfico. En mercados con alta penetración de generación distribuida, la regulación debe valorar la flexibilidad y los servicios de red, justificando la inversión en AMI por su capacidad para evitar refuerzos de red. Esto requiere tarifas dinámicas y datos de alta granularidad. Al mismo tiempo, los reguladores latinoamericanos deben avanzar directamente (leapfrog) hacia estándares de AMI 2.0 para evitar la obsolescencia tecnológica. Esto implica exigir baja latencia y alta visibilidad para la gestión en tiempo real, fomentar medidores con capacidad de edge computing y regular un canal de comunicación local hacia el usuario (HAN).

Para avanzar en estas estrategias, se proponen cuatro pilares de reforma regulatoria diseñados para mitigar los riesgos específicos de la región y acelerar un despliegue eficiente.

1. Despliegue progresivo por segmentos de valor: Adoptar un mandato gradual, comenzando por usuarios de alto beneficio (grandes consumidores, prosumidores, zonas de pérdidas críticas) para validar la tecnología y financiar etapas posteriores, pero dentro de una trayectoria explícita hacia el despliegue total.
2. Reconocimiento tarifario de gastos totales (TOTEX): Reducir el sesgo regulatorio que favorece el CAPEX sobre el OPEX. Es crucial reconocer en la tarifa los costos de software, plataformas en la nube y ciberseguridad para no sub-invertir en la inteligencia del sistema.
3. Análisis Costo-Beneficio con enfoque integral: Orientarse por análisis de costo social que incorporen externalidades positivas como la resiliencia, la mejora de la calidad de servicio y la descarbonización. Cuantificar los ahorros sistémicos en generación y transmisión para robustecer el caso de negocio.
4. Neutralidad tecnológica y estándares abiertos: La regulación debe ser neutral en la tecnología de comunicación pero exigente en interoperabilidad, requiriendo estándares abiertos. Esto evita el secuestro tecnológico (vendor lock-in), asegura la compatibilidad futura y fomenta la competencia, reduciendo el costo final para el usuario.



La adopción acelerada de infraestructura de medición avanzada ha sido posible, en varios países, gracias a marcos regulatorios

