

Modeling Energy Sufficiency for Equitable Access in Bolivia: A Bottom-Up Stochastic Approach

Authors: Claudia Sanchez-Solis, Sergio Balderrama, Sylvain Quoilin

Achieving universal electricity access requires more than expanding infrastructure—it demands ensuring that energy services are sufficient to meet people’s basic needs and support sustainable social and economic development. This study employs a bottom-up stochastic modeling approach to estimate energy sufficiency gaps in Bolivia, with a focus on rural and peri-urban areas where service deficits and under-consumption are widespread yet often overlooked.

Using a service-oriented, bottom-up model for electricity demand simulation, we generate detailed load profiles based on key energy services—including lighting, cold storage, communication, and productive uses—across diverse household types and seasons. The model incorporates variability in user behavior, geographic and climatic conditions, and socio-economic characteristics, producing demand patterns that reflect scenarios of energy sufficiency.

We present results from several regions in Bolivia, identifying where electricity access remains insufficient to support essential energy services. These sufficiency gaps are quantified by comparing modeled demand with existing consumption levels. The analysis also includes remote communities highlighting unmet demand in areas without formal electricity access, revealing disparities across regions and user groups.

This approach advances the discourse on energy sufficiency and equitable access by providing a practical tool for planning and policy. It enables decision-makers to move beyond binary electrification metrics and toward strategies that ensure meaningful, service-based access. The findings offer valuable guidance for fostering inclusive and just energy transitions in Bolivia and similarly underserved contexts.

Modelando la Suficiencia Energética para un Acceso Equitativo en Bolivia: Un Enfoque Estocástico de Abajo Hacia Arriba

Autores: Claudia Sanchez-Solis, Sergio Balderrama, Sylvain Quoilin

Lograr el acceso universal a la electricidad requiere más que simplemente ampliar la infraestructura: implica garantizar que los servicios energéticos sean suficientes para satisfacer las necesidades básicas de las personas y respaldar un desarrollo social y económico sostenible. Este estudio aplica un enfoque de modelado estocástico de abajo hacia arriba para estimar las brechas de suficiencia energética en Bolivia, con un enfoque particular en áreas rurales y periurbanas, donde los déficits de servicio y el subconsumo son generalizados pero a menudo pasados por alto.

Mediante un modelo orientado a servicios para la simulación de la demanda eléctrica, generamos perfiles de carga detallados basados en servicios energéticos clave—como iluminación, refrigeración, comunicación y usos productivos—considerando diversos tipos de hogares y estaciones del año. El modelo incorpora variabilidad en el comportamiento de los usuarios, condiciones geográficas y climáticas, y características socioeconómicas, produciendo patrones de demanda que reflejan escenarios de suficiencia energética.

Presentamos resultados de varias regiones de Bolivia, identificando dónde el acceso a la electricidad sigue siendo insuficiente para cubrir servicios energéticos esenciales. Estas brechas de suficiencia se cuantifican comparando la demanda modelada con los niveles existentes de consumo. El análisis también incluye comunidades remotas sin acceso formal a la electricidad, revelando la demanda insatisfecha y las disparidades entre regiones y grupos de usuarios.

Este enfoque contribuye al debate sobre suficiencia energética y acceso equitativo al proporcionar una herramienta práctica para la planificación y la formulación de políticas. Permite a los responsables de la toma de decisiones ir más allá de los indicadores binarios de electrificación hacia estrategias que garanticen un acceso significativo, basado en servicios. Los hallazgos ofrecen una guía valiosa para promover transiciones energéticas inclusivas y justas en Bolivia y en otros contextos igualmente desatendidos.