



FUNDACIÓN
BARILOCHE

DESDE 1963



NACIONES UNIDAS

CEPAL



IV Foro Regional de Planificadores
Energéticos: Apoyando al entendimiento
entre los planificadores de la región

Mapeo Institucional
Planificación energética e inserción
energía renovable variable en matrices
eléctricas de la Región

Gustavo Nadal,
Héctor Pistonesi,
Gonzalo Bravo

Mapeo situacional de la planificación energética regional y desafíos en la integración de energías renovables

Hacia una planificación sostenible para la integración energética regional

Héctor Pistonesi
Gonzalo Bravo
Rubén Contreras Lisperguer



“reorientación coordinada de inversiones, que apoye al mismo tiempo el **crecimiento económico**, a través de la adopción de **innovaciones tecnológicas** renovables, generando **empleo** y el desarrollo de cadenas productivas sumados a la disminución de la **huella ambiental** del sector energético en la región.”

1. Existencia de **Política Energética** orientativa /para formulación de planificación energética nacional
2. Características de la **institución** que liderara la planificación energética
3. Grado de **participación interinstitucional** para la construcción del plan energético nacional
4. Grado de **cobertura sub-sectorial** de los planes y horizontes fijados
5. Modalidades de **implementación** de las acciones planificadas y grado de **participación** de las instituciones públicas
6. Esquemas **financieros** adoptados para la inversión
7. Origen **información** base + sistema de información integral y sistemático
8. Características prospectiva y escenarios utilizados como **herramientas**
9. **Metodologías**, practicas, criterios y **modelos**
10. Características /cantidad **recursos humanos y materiales** –

Se ve un énfasis en el lado de la Oferta;

clave: vínculo con Estrategia Nacional de Desarrollo;

- **Diagnóstico** y priorización de los problemas más urgentes detectados
- acuerdo mínimo entre los actores políticos involucrados **consenso**
- **talleres participativos** como metodología de preferencia
- limitaciones de **recursos** humanos y materiales – versus actores integrados globalmente y entre cadenas energéticas.
- creciente de disponibilidad de recursos de **cooperación internacional** (acuerdos y obj. globales de combate CC)
- actualizar la **regulación** existente e inter-relacionar para distintas fuentes (electricidad, gas, combustibles líquidos) y sistemas.

PARTE II: inserción de energía renovable variable en la matriz eléctrica - 7 PAÍSES

Country:	Características matriz eléctrica (2017-2019)							Proyecciones (2025-2030)
	Capacidad (GW)			ERVs en el sistema interconectado				ERV objetivo inserción en el sistema interconectado (% electricidad)
	Instalada	Max	Países vecinos (GW)	(% energía)	(% capacidad)	(GW)	países vecinos (GW)	
Argentina	38.5	26.3	204	1.1%	2.4%	0.9	22.9	27% (principalmente ERV)
Bolivia	2.1	1.5	251	2.5%	4%	0.1	22.4	6%
Colombia	16.9	10.1	201	0.0%	0.2%	0.0	17.6	17%
Panamá	3.3	1.7	32	8%	11%	0.4	0.4	16% (esc referencia) 29% (esc renovables)
Brasil	165.7	90.0	112	8%	10%	17.1	3.2	16% (esc referencia)
Chile	23.5	10.5	55	11%	17%	4.0	1.4	40% (referencia)
Uruguay	4.2	1.9	204	33%	40%	1.7	18.0	50%

- % ERV actual muy bajo en Argentina, Bolivia y Colombia; intermedia en Panamá, Brasil y Chile; alta en Uruguay.
- Participación proyectada de ERV en el sistema interconectado: baja en Bolivia, intermedia en Colombia y Brasil, significativa en Uruguay, Argentina, Chile y Panamá.

País	Recursos renovables variables		Posibilidad de evacuación de potencia renovable (2017-2019)	
	Recursos renovables (significativo potencial de generación relativo a la potencia instalada total)	Dispersión geográfica de los recursos renovables variables	Capacidad de transporte disponible para evacuar el recurso (relativo al potencial de renovables)	Distancia media a los centros de carga
Argentina	Eólico (> decenas GW) Solar (> decenas GW)	Alta	Baja	Media-Alta Alta
Bolivia	Solar (decenas de GW) Eólica	Media (Altiplano) Media (Valle y Llano)	Baja Media	Baja Media
Colombia	Solar Eólica (30 GW)	Media (Norte y Noreste) Baja (Guajira)	Baja	Media Alta
Panamá	Eólico (1.9 GW) Solar (1 GW)	Media Media	Baja	Baja
Brasil	Eólica Solar	Alta	Baja	Media-Alta
Chile	Eólica Solar	Alta	Media	Media-Alta Alta
Uruguay	Eólica Solar	Media a Baja		Baja

- Potencial significativo de Recursos (solar y eólico)
- Dispersión geográfica de recursos – media a baja (gran impacto de la variabilidad), excepto Chile, Argentina, Brasil
- Baja a media capacidad de transporte disponible y distancia a centros de carga variable
- Desafío: expansión infraestructura de transporte para explotar el recurso de modo sustantivo.
- La capacidad instalada en países vecinos tiene un orden de magnitud mayor que la capacidad máxima de c/país (peso relativo de Brasil)

País	Interconexión (GW, relativo a la potencia máx)	Centrales que podrían responder rápido a variaciones en ERVs (% potencia instalada) TG ciclo abierto, hidro de embalse	Centrales que podrían complementar variaciones predecibles (e.g. solar) (% de la potencia instalada) Cicl Comb	Almacenamiento de energía (% de la potencia instalada) (e.g. centrales de bombeo)
Argentina	36% Sincro 13%	35%	29%	1.9%
Bolivia	6%	29%	15%	0.0%
Colombia	10%	69%	14%	0.0%
Panamá	18%	18%	10%	0.0%
Brasil	19%	64%	4%	0.0%
Chile	6%	25%	8%	0.1%
Uruguay	209% Sincro 176%	12%	13%	0.0%

- Interconexión con **países vecinos** variable, solo parcialmente sincronizada
- Capacidad instalada en plantas flexibles muy variable, alto porcentaje en Colombia y Brasil (hidro), intermedia en Argentina, Chile y Bolivia y media a baja en Panamá y Uruguay. (GW, relativo a la demanda máx)

nota: la tipología estilizada propuesta es necesariamente una simplificación, se requiere más información nacional específica de despacho para estimar el perfil de compensación de las plantas. Ej. Uruguay el despacho de Salto Grande permite complementar parcialmente las variaciones de las plantas eólicas.

País	Interconexión (GW, relativo a la potencia máx)	Centrales rápida respuesta a variaciones en ERVs (% de la potencia instalada) TG de ciclo abierto, hidro de embalse	Centrales que podrían complementar variaciones predecibles (e.g. solar) (% pot. Inst.) Ciclo Combinado	Sistemas de almacenamiento de energía (% pot. Inst.) e.g. centrales de bombeo
Argentina	24%	25%	19%	1%
Bolivia	263%	66%	6%	0%
Colombia	24%	53%	10%	0%
Panamá	26%	15%	24%	0%
Brasil	19%	53%	<15%	0.5% (esc. Ref.) 3% (esc. alter)
Chile	10%	23%	8%	0.1%
Uruguay	148%	9%	12%	0.0%

- **Interconecciones:** nueva situación Bolivia, reducción en Uruguay
- Colombia, Brasil, Bolivia: aumentan su ERV de reacción **rápida**
- Reducción de casi todos los planes de VRE **complementarias**

- Lograr un equilibrio entre la penetración de ERV y el logro de objetivos nacionales: seguridad energética y acceso a la energía (costo de la energía)
- Anticipar impactos y los cuellos de botella en la transformación de los sistemas hidro-térmicos en hidro-eólico-solar-térmico.
- Inversión y planificación conjunta de expansión en infraestructura (ERV + T&D)
- Identificar herramientas costo-efectivas para equilibrar o nivelar ERV y minimizar la energía renovable no aprovechada:
 - i. Gestión del lado de la demanda.
 - ii. Almacenamiento EE (bombeo hidro, CST, baterías, etc.)
 - iii. Interconexión (con países vecinos o subsistemas nacionales)
 - iv. Despacho de plantas existentes (modificación de las reglas de comercialización de energía eléctrica y operaciones de despacho).
Cambio en el papel de las plantas termoeléctricas.
 - v. Mejorar pronóstico solar y eólico + vinculación al despacho (modelado + base de datos regionalizada)

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS



- AE Generación bruta en el SIN – Julio 2018, Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, Bolivia, 2018. <https://www.ae.gob.bo/aewebmobile/main?mid=1&cid=104>
- Bellini Inaugurada en Bolivia planta solar de 60 MW, E. Bellini, PV Magazine, septiembre 2018. <https://www.pv-magazine-latam.com/2018/09/10/inaugurada-e-planta-solar-de-60-mw/>
- CAMMESA Informe Mensual – Principales variables del mes, CAMMESA, Argentina, 201
- CAMMESA Informe renovables, CAMMESA, Argentina, 2018. <http://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Noticias/Mater/Informe%20Renovables%20AGO%202018.pdf>
- CND Informe mensual de operaciones – septiembre 2018, Centro Nacional de Despacho, ETESA, Panamá, 2018^a. http://www.cnd.com.pa/informes.php?tipo_informe=9&cat=1
- CND Capacidad instalada, Centro Nacional de Despacho, ETESA, Panamá, 2018b. <http://www.cnd.com.pa/informes.php?cat=5>
- CND Capacidad efectiva de generación a diciembre de 2017, Comité Nacional de Despacho de Carga, Bolivia, consultado online 2018^a. <https://www.cndc.bo/agentes/generacion.php>
- CND Memoria 2017 – Resultados de la operación del SIN, CND, Bolivia, 2018b. https://www.cndc.bo/home/media/memyres_2017.pdf consultado 24 febrero 2019.
- Bolivia Estado Plurinacional de Bolivia. Plan de Desarrollo Económico y Social en el marco del Desarrollo Integral para Vivir Bien (PDES, 2016 - 2020) 2015. <http://www.fndr.gob.bo/bundles/fndrdemo/downloads/pdes/pdes2016-2020.pdf>
- ETESA Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2017 – 2031, Tomo II Plan Indicativo de Generación, Gerencia de Planificación, Empresa de Transmisión Eléctrica, Panamá, 2018. https://www.etesa.com.pa/plan_expansion.php
- Fernández Fernández Vázquez, Carlos A. A. y Fernández Fuentes, Miguel Inventario, evaluación y proyección de las emisiones de carbono provenientes del sector eléctrico nacional. Bolivia 2025. versión On-line ISSN 1683-0789
- RevActaNova. vol.8 no.3 Cochabamba marzo 2018. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892018000100006
- IRENA Evaluación del estado de preparación de las energías renovables en Panamá, IRENA, 2018. http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_RRA_Panama_2018_Es.pdf
- MEF Análisis del mercado eléctrico Panameño, Dirección de Análisis Económico y Social, Ministerio de Economía y Finanzas, Panamá, 2017. <http://www.mef.gob.pa/es/informes/Documentos/Analisis%20del%20mercado%20electrico%20panameno.pdf>
- MH Plan eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025, Ministerio de Hidrocarburos y Energía, Bolivia, 2014. <https://observatoriocdbolivia.files.wordpress.com/2015/08/peebol2025.pdf>
- MINEM Escenarios energéticos 2030, Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico, Ministerio de Energía y Minería, Argentina, 2017. <http://datos.minem.gob.ar/dataset/9e2a8087-1b49-446a-8e86-712b476122fb/resource/04dbee7f-0b6f-48d0-b460-8d7fa3b282c7/download/as15160516401.pdf>
- MINERGIAS Estado Plurinacional de Bolivia Plan Estratégico Institucional 2017-2020, del Ministerio de Energías, 2016. https://www.minenergias.gob.bo/public/view_res/contenido/pdf/PLAN%20ESTRATEGICO%20INSTITUCIONAL%20REFORMULADO%202017-2020.pdf
- OLADE Abadie, F. [et. al.] Manual de Planificación Energética 2017. 2da Edición, marzo 2017. <http://www.olade.org/publicaciones/manual-planificacion-energetica-2017/>
- Siryi Integración de renovables a la operación y despacho, J. Siryi, CAMMESA, 2018. <https://ucema.edu.ar/conferencias/download/2018/09.05ER.pdf>
- SNE Secretaría Nacional de Energía, Panamá. Plan Energético Nacional 2015-2050 (Revisión 2017) Actualidad Energética – Panamá 2015-2017. Un Sistema Energético en Transición. Actualización Plan Energético Nacional 2015-2050 – “Panamá, El Futuro que Queremos.” <http://www.energia.gob.pa/energia/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/PEN-2017-Versi%C3%B3n-Final.pdf>
- SNE Secretaría Nacional de Energía, Panamá. Plan Energético Nacional 2015-2050. Gaceta Oficial Digital, 5 /4/ 2016.
- UPME Generación por recurso, Sistema de Información Eléctrico Colombiano, Colombia, 2018. [http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%u00f3n%2fGeneraci%u00f3n+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%u00f3n%2fGeneraci%u00f3n+(Gerencial))
- UPME Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico Colombiano, Subdirección de Energía Eléctrica, Grupo de Generación, UPME, Colombia, 2018a. http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2018/Informe_de_Variables_Mar_2018.pdf
- UPME Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia, CONVENIO ATN/FM-12825-CO; FMMA-BID, coordinador estudio Camilo Táutica Mancera, Bogotá 2015. http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf
- UPME Plan de expansión de referencia Generación Transmisión 2017-2031, UPME, Colombia, 2017. http://www1.upme.gov.co/Documents/Energia%20Electrica/Plan_GT_2017_2031_PREL.pdf
- UPME Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050,2015 <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/Plan%20energetico%20Nacional%202050.pdf>
- XM Capacidad efectiva por tipo de generación, Parámetros técnicos del SIN, XM, Colombia, 2018. <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad> <https://www.cne.cl/estadisticas/electricidad/SEN>
- <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> PDE 2027_ aprobado_OFICIAL pagina 268
- <http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/250482/demanda-maxima-diaria-por-sistema-sen/>
- <http://www.revistaei.cl/2018/01/17/demanda-maxima-en-el-sistema-electrico-aumento-73-durante-2017/#>
- http://adme.com.uy/db-docs/Docs_secciones/nid_526/InformeAnual2017.pdf
- <http://www.hidroenergia.com.br/geracao-de-energia-em-numeros-dados-atuais-e-potenciais-no-brasil/>
- <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-173/Energia%20Termel%C3%A9trica%20-%20Online%2013maio2016.pdf>
- https://portal.ute.com.uy/sites/default/files/files-cuerpo-paginas/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20UTE%202019%20-%20Transparencia%20UTEa_0.pdf
- <https://www.bnamericas.com/project-profile/es/central-termoelectrica-de-ciclo-combinado-punta-del-tigre-central-termoelectrica-de-ciclo-combinado-punta-del-tigre>

Muchas gracias!