

# Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe

Antonio Levy  
Diego Messina  
Rubén Contreras Lisperguer



NACIONES UNIDAS

CEPAL



# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)

 [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

# Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe

Antonio Levy  
Diego Messina  
Rubén Contreras Lisperguer



Este documento fue coordinado por Antonio Levy, Coordinador Regional del programa GET.transform y Diego Messina, Consultor de dicho programa, bajo la supervisión de Rubén Contreras Lisperguer, Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Agua y Energía de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Su elaboración se llevó a cabo en el marco de las actividades del Foro Técnico Regional de Planificadores Energéticos, coorganizado por la CEPAL y por el programa GET.transform, que forma parte del Programa Global de Transformación Energética (GET.pro) y cuenta con el apoyo de la Unión Europea, así como de Alemania, Austria, los Países Bajos y Suecia. Esta publicación forma parte de las actividades dirigidas a ampliar la utilización de las energías renovables mediante una planificación sostenible, de acuerdo con los objetivos del proyecto “Observatorio Regional sobre Energías Sostenibles (ROSE)” de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Se agradece el apoyo brindado por Laura Gutiérrez, Asesora de Transformación Energética, y Christopher Gross, Global Lead Team, ambos del programa GET.transform, así como el apoyo técnico proporcionado por Pablo Gambín y Thomas Ackerman, de Energynautics, y María Jose Rocha y Fernando Damonte, de Quantum.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas  
LC/TS.2021/147  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2021  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.21-00738

Esta publicación debe citarse como: A. Levy, D. Messina y R. Contreras Lisperguer, “Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/147), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## Índice

Introducción.....	11
<b>I. Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las ERV y la integración regional en América Latina y el Caribe.....</b>	<b>13</b>
A. Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia.....	13
1. Frecuencia.....	13
2. Sistema de transmisión.....	14
3. Sistema de distribución.....	14
4. Generación distribuida.....	15
B. Adecuación de un sistema eléctrico de potencia.....	15
1. Potencia firme y energía firme.....	15
2. Crédito de capacidad.....	17
C. Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	17
1. Monitoreo y Controlabilidad de ERV.....	18
2. Previsión/Predicción de las ERV.....	18
3. Vertidos/Vertimientos.....	19
D. Control de frecuencia.....	19
1. Inercia y derivada de la frecuencia.....	20
2. Reserva de regulación primaria.....	20
3. Reserva de regulación secundaria.....	21
4. Reserva de regulación terciaria.....	22
5. Otras reservas innovadoras en el contexto de ERV: reservas de rampa.....	22
E. Control de tensión.....	23
1. Rango de operación de potencia reactiva.....	24
2. Modos de control de potencia reactiva.....	24
F. Comportamiento de la generación ERV ante fallas.....	25
1. Capacidad de soportar huecos de tensión.....	25
G. Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables.....	25
1. Almacenamiento.....	26
2. Integración del lado de la demanda: respuesta a la demanda y gestión de la demanda.....	27

3.	Micro-redes .....	28
4.	Gestión dinámica de la capacidad de las líneas (DLR - en sus siglas en inglés, dynamic line rating) .....	29
5.	Acoplamiento sectorial .....	30
6.	Medidores inteligentes (smart meters) .....	31
H.	Códigos de red .....	32
1.	Código de red .....	32
I.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV .....	33
1.	Agregadores .....	33
2.	Generación distribuida comunitaria .....	33
3.	Comercialización entre pares .....	34
4.	Modelo de pago por uso .....	34
J.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	34
1.	Licitaciones / Subastas .....	34
2.	Tarifa de inyección o tarifa de alimentación .....	36
3.	Prima de inyección o prima de alimentación .....	37
4.	Facturación neta .....	37
5.	Medición neta .....	38
K.	Diseño de mercado .....	38
1.	Mercado de capacidad o mercado de potencia .....	38
2.	Mercado de energía a largo plazo .....	39
3.	Mercado de energía spot: centrado en el día siguiente, intradía .....	39
4.	Mercado de servicios auxiliares: primarios, secundarios, terciarios u otros .....	40
5.	Intercambios transfronterizos .....	41
6.	Certificados de atributos de energía .....	41
7.	Mercados de carbono .....	42
8.	Tarifas de tiempo de uso .....	42
<b>II.</b>	<b>Elementos nacionales a considerar para el sector eléctrico: incorporación de las ERV e integración regional .....</b>	<b>45</b>
A.	Argentina .....	45
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	45
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	46
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables .....	47
4.	Control de frecuencia .....	48
5.	Control de tensión .....	49
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	50
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables ...	50
8.	Códigos de red .....	51
9.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV .....	52
10.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	52
11.	Diseño de Mercado .....	53
B.	Brasil .....	56
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	56
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	57
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables .....	58
4.	Control de frecuencia .....	58
5.	Control de tensión .....	59
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	60
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables ...	60
8.	Códigos de red .....	61

9.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	62
10.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	62
11.	Diseño de mercado.....	64
C.	Chile.....	66
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	66
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	67
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovable variable.....	68
4.	Control de frecuencia .....	70
5.	Control de tensión .....	71
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	72
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables ...	72
8.	Códigos de red .....	74
9.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	74
10.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	74
11.	Diseño de mercado.....	76
D.	El Salvador .....	78
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	78
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	82
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	84
4.	Control de frecuencia .....	85
5.	Control de tensión .....	87
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	89
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables ...	89
8.	Códigos de red .....	91
9.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	91
10.	Diseño de mercado.....	93
E.	México .....	96
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	96
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	98
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	99
4.	Control de Frecuencia.....	100
5.	Control de tensión .....	102
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	103
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables .	104
8.	Códigos de red .....	106
9.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	106
10.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	107
11.	Diseño de mercado.....	108
F.	Panamá.....	112
1.	Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	112
2.	Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	118
3.	Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	119
4.	Control de frecuencia .....	122
5.	Control de tensión .....	124
6.	Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	125
7.	Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables..	126
8.	Códigos de red .....	127
9.	Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	127
10.	Mecanismos de remuneración para ERV .....	127
11.	Diseño de Mercado.....	130

G. Perú .....	133
1. Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	133
2. Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	137
3. Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	138
4. Control de frecuencia .....	139
5. Control de tensión .....	141
6. Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	142
7. Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables ..	143
8. Códigos de red .....	145
9. Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	145
10. Mecanismos de remuneración para ERV .....	146
11. Diseño de mercado.....	148
H. Uruguay .....	153
1. Conceptos generales de los sistemas eléctricos de potencia .....	153
2. Adecuación de un sistema eléctrico de potencia .....	155
3. Monitoreo, control y predicción de la energía renovables variables.....	156
4. Control de frecuencia .....	157
5. Control de tensión .....	159
6. Comportamiento de la generación ERV ante fallas .....	159
7. Las tecnologías facilitadoras para la integración de energías renovables variables .	159
8. Códigos de red .....	161
9. Modelos de negocios para facilitar la integración de las ERV.....	162
10. Mecanismos de remuneración para ERV .....	163
11. Diseño de mercado.....	164
<b>Bibliografía</b> .....	169
<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1 Intervalos de frecuencia según estado .....	66
Cuadro 2 Tolerancias de Frecuencias de las CGNC.....	134
Cuadro 3 Concesionarias de distribución en el Perú .....	135
<b>Recuadros</b>	
Recuadro 1 Potencia y energía firme en la planificación a largo plazo de SEP (IRENA 2017b) (Lucena 2010).....	16
Recuadro 2 Crédito de capacidad de las ERV en la planificación a largo plazo del SEP (IRENA 2017b) .....	17
Recuadro 3 Integración del lado de la demanda en la planificación a largo plazo .....	28

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5\\_16](https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5_16)

