



Experiencia operativa en pronósticos para ERV a nivel regional e internacional

Taller en “intercambio de experiencias”

Dr.-Ing. Matthias Müller-Mienack

Director del Departamento de Estudios e Investigación

Cochabamba, 15 de Noviembre del 2017

Contenido

1. Introducción: Metodología de vanguardia para pronósticos
2. El principio de aplicación del pronóstico para ERV
3. Panorama general de los diferentes tiempos y propósitos de un pronóstico
4. Comparativa de mejores prácticas a nivel regional e internacional
5. Información adicional

1. Introducción: Metodología de vanguardia para pronósticos

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (I)

- El uso de modelos numéricos de predicción meteorológica es metodología de vanguardia para considerar horizontes de varias horas o días dentro de los pronósticos. Estos modelos representan al planeta como una cuadrícula dividiendo la atmósfera en pequeñas celdas.
- Para los modelos numéricos de predicción meteorológica, los parámetros meteorológicos son determinados por el centro de cada celda representando el promedio de lo que esta sucediendo dentro de la celda. Ejemplo, variaciones de la velocidad del viento dentro de la celda no pueden ser simuladas.

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (II)

- Solo los modelos numéricos de predicción meteorológica pueden simular el desarrollo del clima al nivel de la atmósfera (velocidad del viento y radiación FV). Existen diferentes tipos de modelos numéricos de predicción meteorológica. Su ventaja es la posible combinación de diferentes modelos numéricos que resulta en un pronóstico más acertado.
- Los modelos numéricos de predicción meteorológica más destacados son desarrollados y operados por centros nacionales de meteorología (por ejemplo: el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF) o los Centros Nacionales de Predicción Ambiental (NCEP)).

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (III)

- Para cualquier ubicación del planeta, modelos numéricos de predicción meteorológica útiles están disponibles pero especialmente para zonas típicas con experiencia práctica limitada. La mejor experiencia práctica es dada por el hemisferio norte entre el paralelo 30 y 60.
- En dirección vertical, la resolución varía dependiendo del modelo numérico de predicción meteorológica (NWP). Los niveles más bajos, los cuales son importantes para el pronóstico de ERV, están cubiertos por espacios que no son equidistantes, normalmente alrededor de 10 m, 30 m, 100 m o 200 m.

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (IV)

- Para pronósticos de energía eólica el cálculo de la velocidad del viento a la altura del buje para turbinas eólicas es importante.
- La conversión de los valores de la velocidad del viento y la radiación solar values en potencia – series históricas (MW): de acuerdo con la metodología de vanguardia, esto se realiza por medio de la combinación de un enfoque estadístico (la relación matemática es “entrenada/aprendida” con base en la información disponible) y un enfoque físico (usando por ejemplo la velocidad del viento a la altura del buje y las curvas de potencia para transferirlo en energía).

Fuente: “Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide”, autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (V)

- Sin embargo, los modelos numéricos de predicción meteorológica tienen una desventaja especialmente refiriéndose a los fenómenos locales y regionales.
- Las desventajas de modelos numéricos con respecto a FV son especialmente:
 - Nieve: ¿Por cuánto tiempo están cubiertos los dispositivos de ERV por nieve?
 - Hielo: ¿Por cuánto tiempo están los dispositivos de ERV congelados?
 - Niebla: ¿Qué tan rápido clarea parcial o completamente?
 - Nubes: Formaciones de nubes durante periodos agradables del clima
 - Viento del desierto: Contaminación de los dispositivos de ERV por polvo y arena

Metodología de vanguardia para pronósticos

Modelo numérico de predicción meteorológica (VI)

- Las desventajas de los modelos numéricos relacionados con el viento son especialmente:
 - Cambio del sistema climático: Velocidad con la que cambia el sistema climático, poner o no en funcionamiento las turbinas eólicas, afecta a las turbinas eólicas offshore
 - Turbulencia: El movimiento vertical puede reducir el suministro
 - Hielo: Influencia sobre el suministro

Fuente: "Research project EWeLiNE: Fraunhofer IWES, DWD, 50Hertz, TenneT, Amprion", www.project-eweline.de, al 8/11/2017

Metodología de vanguardia para pronósticos

Ejemplo: Celdas del modelo numérico global ICON

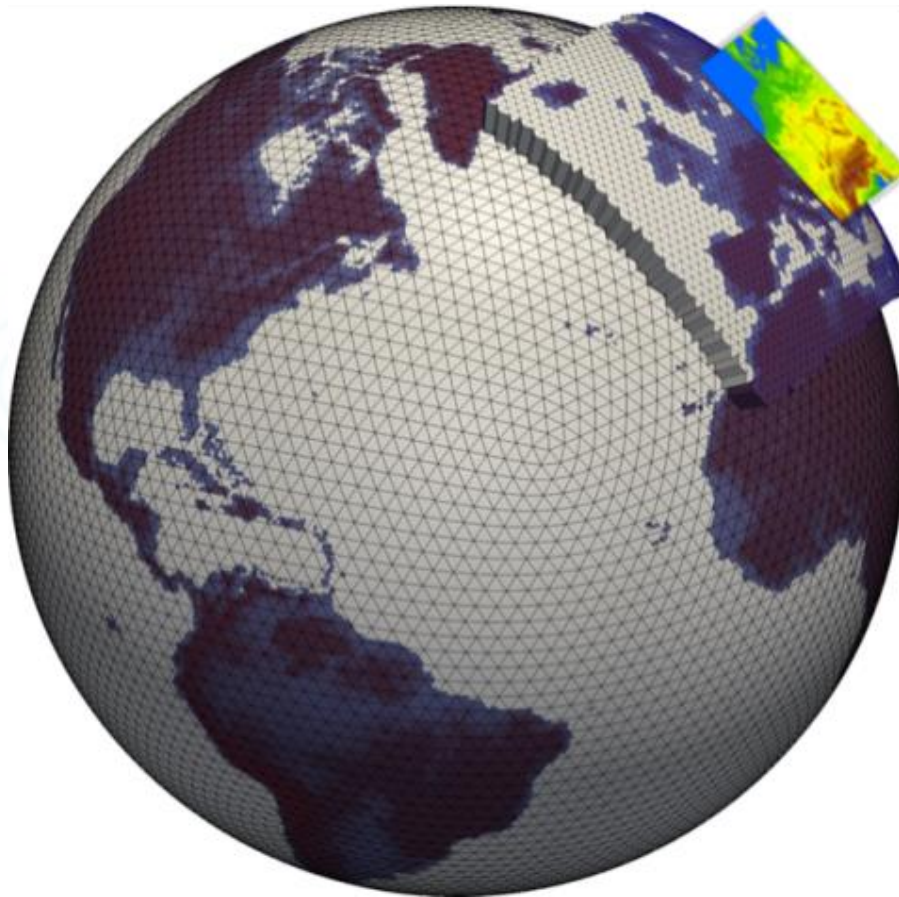


Ejemplo del modelo global: Recién desarrollado el modelo ICON con área europea precisada (ICON-EU).

Fuente: "Research project EWeLiNE: Fraunhofer IWES, DWD, 50Hertz, TenneT, Amprion", www.project-eweline.de, al 8/11/2017

Metodología de vanguardia para pronósticos

Ejemplo: Celdas en cadena de un modelo numérico de predicción

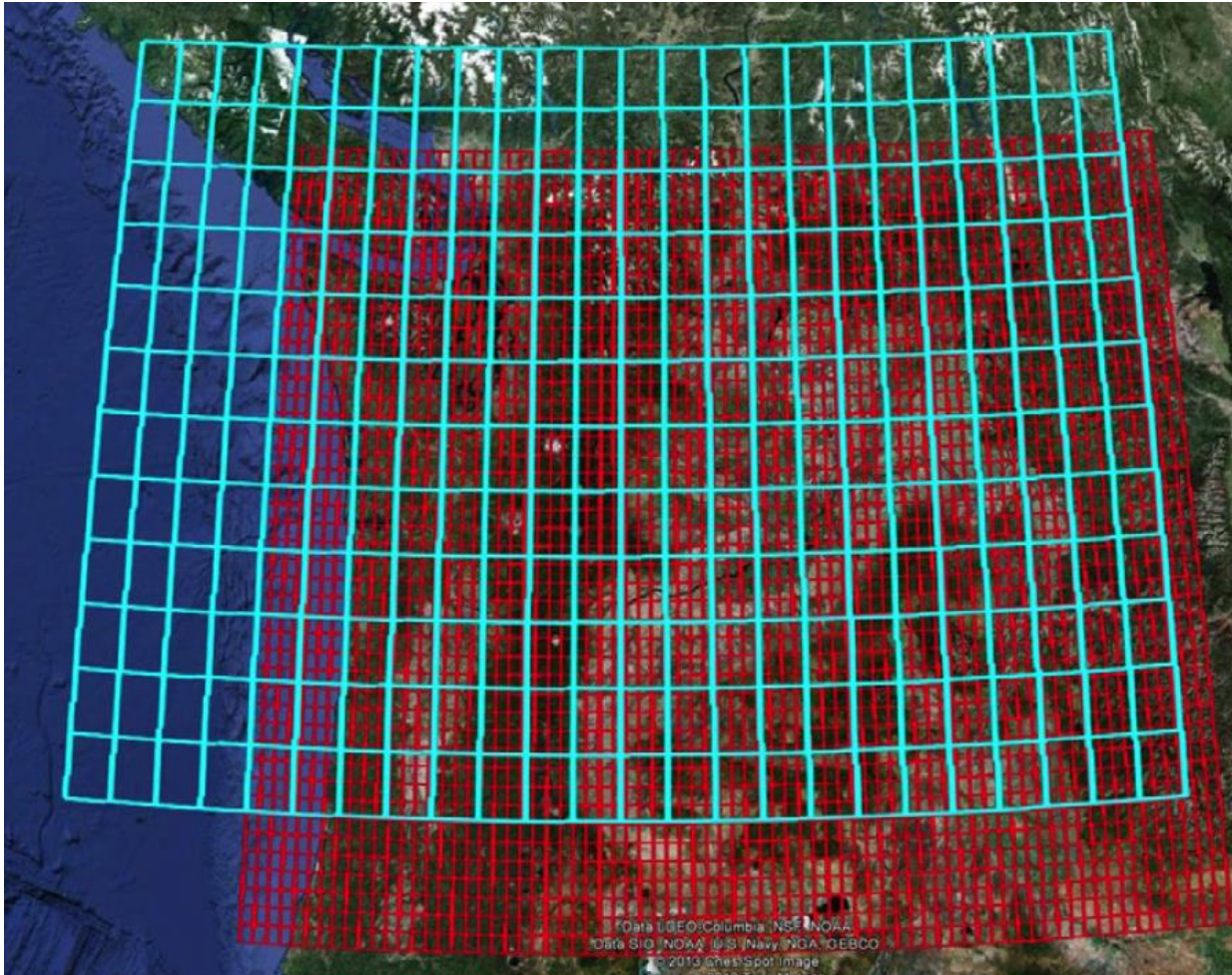


Ejemplo para el Servicio Meteorológico Alemán: Modelo en cadena incluyendo el modelo global ICON (resolución horizontal aprox. 13 km), el ICON-EU (7 km) y el modelo COSMO-DE (2.8 km).

Fuente: "Research project EWeLiNE: Fraunhofer IWES, DWD, 50Hertz, TenneT, Amprion", www.project-eweline.de, al 8/11/2017

Metodología de vanguardia para pronósticos

Ejemplo: Celdas de un modelo numérico de predicción meteorológica



Ejemplo para E.U.A:
Resoluciones horizontales de 2.7 km y 15 km.
Para producir un pronóstico para una ubicación que no esté en el centro de la celda, los parámetros están interpolados por las celdas colindantes.

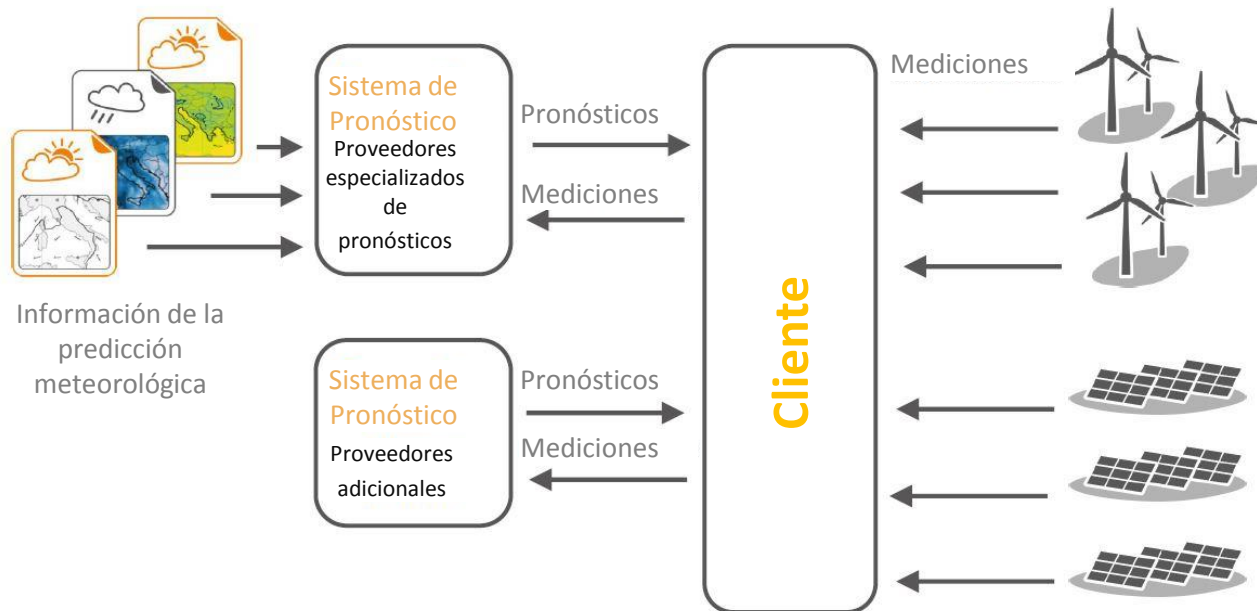
Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

2. El principio de aplicación del pronóstico para ERV

El principio de aplicación del pronóstico para ERV

Modelo preferido a escala internacional

- En la mayoría de los casos, no se cuenta con competencias para la elaboración de pronósticos meteorológicos internamente sin embargo es posible contratar uno o varios proveedores de servicios externos especializados en servicios de predicción.

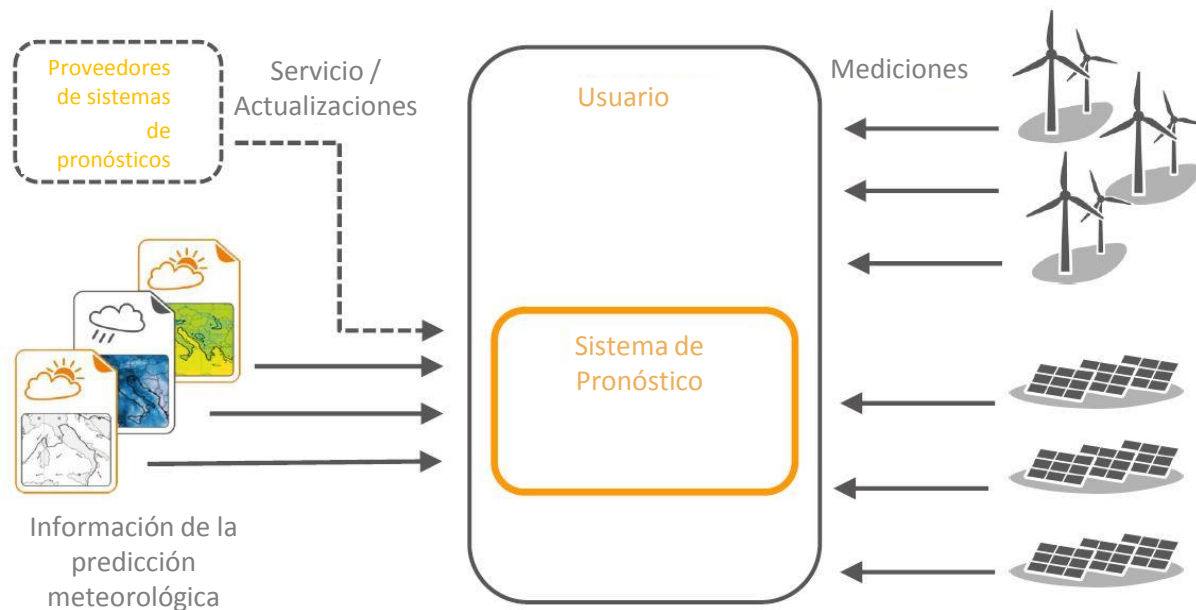


Fuente: “Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide”, autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015; “Best-practice of wind and solar power forecasting”, autor Matthias Lange, 08/06/2017.

El principio de aplicación del pronóstico para ERV

Modelo preferido a escala internacional

- Para establecer un esquema de predicción meteorológica, el operador de red requiere una gran dedicación para contar con conocimientos a fondo del tema y recursos humanos necesarios para lograr un alto nivel de exactitud.



Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015; "Best-practice of wind and solar power forecasting", autor Matthias Lange, 08/06/2017.

El principio de aplicación del pronóstico para ERV

Pros y contras de proveedores externos

PROs	CONTRAS
Alta flexibilidad	Información de las mediciones deben ser transferidas al proveedor
Control de calidad por medio del proveedor de todas las predicciones	
Es fácil integrar nuevos proveedores de pronósticos o prescindir de obsoletos	
Alta disponibilidad debido a la diversidad de proveedores	Dependencia de los proveedores
Pequeña cantidad de datos (sin datos del NWP)	Menos experiencia en la elaboración de pronósticos
Poca infraestructura de IT necesaria	
Meta-Pronóstico posible	

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015; "Best-practice of wind and solar power forecasting", autor Matthias Lange, 08/06/2017.

El principio de aplicación del pronóstico para ERV

Modelo preferido a escala internacional

- Solo un enfoque centralizado de predicción asegura pronósticos consistentes.
- Son prácticas de vanguardia que la información de las mediciones de la generación por ERV, es decir, producción energética incluyendo la disponibilidad de la información son puestas a disposición de los proveedores externos como medidas de control de calidad.
- Los proveedores de servicios de pronósticos buscan continuamente mejorar sus metodologías para pronosticar debido a la competencia comercial.

3. Panorama general de los diferentes tiempos y propósitos de un pronóstico

Diferentes tiempos y propósitos de un pronóstico

Plazo más corto: 0 a 6 hrs antes

Área de aplicación	Parte interesada
Transacciones en el Mercado de Energía (Intradía)	Comercializadores
Control de la interrupción energética debido a los precios negativos en el mercado	
Activación correcta de la regulación energética (reservas secundarias y terciarias)	
Influencia en el precio del mercado de las ERV	Especuladores
Balanceo	Operadores de red, centros de despacho de carga, gestores de red independientes
Unidad de re-despacho	
Interrupción de centrales eléctricas	

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Diferentes tiempos y propósitos de un pronóstico

Corto Plazo: 6 a 48 hrs antes

Área de aplicación	Parte interesada
Transacciones en el Mercado Diario de Energía	Comercializadores
Participación en la regulación del mercado	
Influencia de las ERV en el precio del mercado	
Unidad de despacho	Operadores de red, centros de despacho de carga, gestores de red independientes
Cálculo del flujo de carga	
Pronóstico de congestión diario (DACF)	
Programación del mantenimiento (Día Anterior)	Operadores de ERV

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Diferentes tiempos y propósitos de un pronóstico

Mediano Plazo: 2 a 10 días antes

Área de aplicación	Stakeholder
Transacciones en mercados a largo plazo	Comercializadores
Pronóstico de congestión (2 días antes - 2DACF)	Operadores de red, centros de despacho de carga, gestores de red independientes
Planeación con una semana de anterioridad	
Programación de mantenimiento a mediano plazo	Operadores de ERV

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

4. Comparativa de mejores prácticas a nivel regional e internacional

Mejores prácticas alrededor del mundo (I)

Ubicación	Tipos requeridos de pronósticos para ERV
Alemania	Pronóstico de comercio; pronóstico por nodo de la red; estimación en tiempo real
España	Pronóstico de comercio; pronóstico por nodo de la red; estimación en tiempo real
MISO (EUA)	Pronóstico de producción para interrumpir el suministro o re-despacho; pronóstico por nodo de la red
Sudáfrica	Pronóstico de producción para interrumpir el suministro o re-despacho
India	Pronóstico de producción para interrumpir el suministro o re-despacho
Brazil	Pronóstico de producción para interrumpir el suministro o re-despacho
Uruguay	Pronóstico de producción para interrumpir el suministro o re-despacho

Fuente: “Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide”, autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Mejores prácticas alrededor del mundo (II)

Ubicación	Clientes de los pronósticos
Alemania	Comercializadores (responsables de balanceo), TSOs (responsables del balanceo), Distribuidores, Especuladores
España	Comercializadores (responsables de balanceo), TSOs (responsables de balanceo), Distribuidores (responsables de balanceo), Especuladores
MISO (EUA)	Midcontinent ISO (responsables de balanceo)
Sudáfrica	Eskom (responsables de balanceo)
India	Centros Nacionales y Regionales de Despacho de Carga (responsables de balanceo); previsto: Centro de Gestión de Energías Renovables
Brazil	ONS (responsables de balanceo)
Uruguay	UTE (responsables de balanceo)

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Mejores prácticas alrededor del mundo (III)

Ubicación	Otros aspectos
Alemania	TSOs y Comercializadores venden ERV al día antes (basados en pronósticos del día anterior acertados) y al mercado intradía (basados en actualizaciones de los pronósticos en el plazo más corto).
España	Penalidades a participantes motiva a pronósticos más exactos.
MISO (EUA)	Disposición del pronóstico de un día antes es requerido por los participantes del mercado. Las desigualdades son resueltos con el precio en tiempo real, sin embargo no se cuentan con penalidades por otras divergencias.
Sudáfrica	Eskom utiliza pronósticos de ERV provistos por los operadores de ERV. Sin embargo no hay incentivos para pronósticos cercanos a la realidad ya que no es necesario pagar por costos de desigualdad.

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Mejores prácticas alrededor del mundo (IV)



Ubicación	Otros aspectos
India	Las granjas eólicas de 10 MW o mayores para predecir su generación para el próximo día en lapsos de quince minutos. Cuenta con una desviación de más del 30 por ciento, cuentan con penalidades.
Brazil	ONS emplea un departamento meteorológico para pronosticar la cantidad disponible de agua para la central hidroeléctrica incluyendo pronósticos de “El Niño”. ONS cuenta con modelo de predicción propios para suministro eólico los cuales presentan limitaciones y por ende tienen desviaciones significativas.
Uruguay	La Universidad de la República provee pronósticos eólicos por hora cubriendo una semana.

Fuente: “Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide”, autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015

Mejores prácticas alrededor del mundo (IV)

Panorama general

- Unidad de despacho – Sudáfrica
- Operación de la red / Cálculo del flujo de carga / Pronóstico de congestión – TSOs europeas
- 5 min re-despacho – gestor de red independiente (USA)
- Comercializar / Comercio transfronterizo – Comercializadores europeos
- Planeación y programación del mantenimiento de la red – Distribuidoras alemanas

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015; "Best-practice of wind and solar power forecasting", autor Matthias Lange, 08/06/2017.

Mejores prácticas en México y Centroamérica

Obligaciones con respecto a los pronósticos

Información	Actualización	Rango de tiempo cubierto	Resolución	México	Honduras	Guatemala	El Salvador	Pánama
Generación de pronósticos (IPP)	Semanal	1 w	Por hora	✓	✓	✓	✓	✓
	Diario	1 - 7 d	Por hora	✓	✓	✓	✓	✓
	Intradía	0 - 6 h	Por hora	✓ (2 h)	-	-	✓ (4 h)	✓ (6 h PV)
		0 - 2 h	15 min	✓ (2 h)	-	-	-	-
		0 - 30 min	5 min	-	-	✓ (contract)	-	
Generación de pronósticos (Centralizado)	Semanal	1 w	Por hora	✓	-	-	-	-
	15 min	150 min	15 min	✓	-	-	-	-
Disponibilidad de los pronósticos	Semanal	1 w	Por hora	✓(not specified)	-	✓(not specified)	✓	✓
	Diario	1 d	Por hora	-	-	-	✓	-
Pronósticos meteorológicos		4 h - 1 w		✓	-	✓ (wind, 1 w)	✓ (4 h)	✓ (1 w)
Mediciones meteorológicas			Not specified	✓	-	-	✓ (contract)	✓
Control de calidad de los pronósticos				✓ (central)	-	-	-	-

gap for intraday updates

(contract)

better in grid code

quality control issue

Fuente: "Variable Renewable Energy Forecasting – Integration into Electricity Grids and Markets – A Best Practice Guide", autores: Zieher, Lange y Focken en representación de GIZ, 03/06/2015; "Best-practice of wind and solar power forecasting", autor Matthias Lange, 08/06/2017.



¿Preguntas?

GridLab, Centro europeo de formación e investigación en materia de seguridad para sistemas eléctricos

Información de contacto



Dr. -Ing. Matthias Müller-Mienack
Director del Departamento de Estudios e Investigación
matthias.mueller-mienack@gridlab.de
LinkedIn: [Matthias Müller-Mienack](#)

GridLab GmbH
Mittelstraße 7
12529 Schönefeld (cerca de Berlín)
Alemania

Tel.: +49 30 600 866 60
Correo electrónico: info@gridlab.de
Página de internet: <http://www.gridlab.de>

