

ER Foro Iberoamericano Energías Renovables No Convencionales

17 y 18 de setiembre, San José, Costa Rica.

Experiencias, logros y desafíos del desarrollo de fuentes de energías renovables no convencionales en Iberoamérica

Objetivo: Fomentar la integración y cooperación Iberoamericana hacia la promoción y desarrollo de las fuentes renovables no convencionales para generación eléctrica

Lugar: Auditorio del Centro de Cultura y Transferencia Tecnológica, ICE, Sabana Norte, San José

Organiza y coordina Planificación y Desarrollo Eléctrico, ICE, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica (MICITT) y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)



Organizan:



Energía eólica en Costa Rica

Potencial-plantas instaladas-restricciones-red de medición



17 y 18 de Setiembre 2015
San José, Costa Rica

Javier Bonilla Morales
Estudios y Proyectos
Planificación y Desarrollo Eléctrico

TEMAS

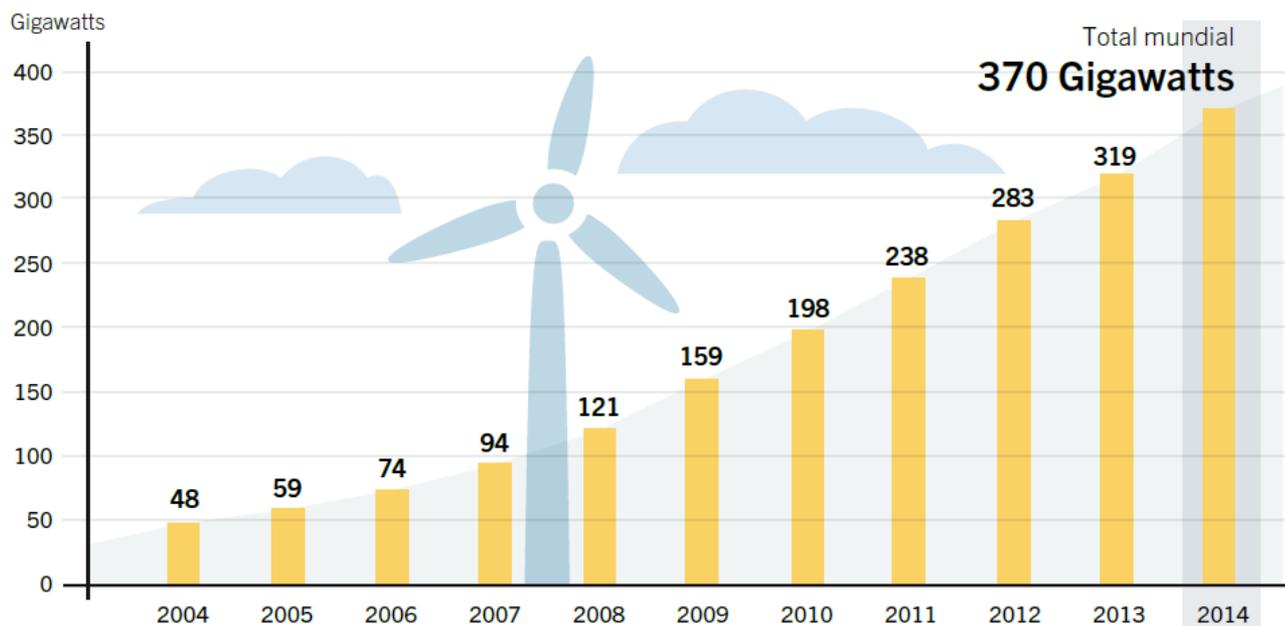
- INTRODUCCION
- POTENCIAL EÓLICO
- PLANTAS EÓLICAS INSTALADAS
- VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO
- RESTRICCIONES DEL CENCE PARA ENERGÍA EÓLICA
- RED DE MEDICIÓN

CENCE: Centro Nacional Control de Energía, ICE



ENERGÍA EÓLICA

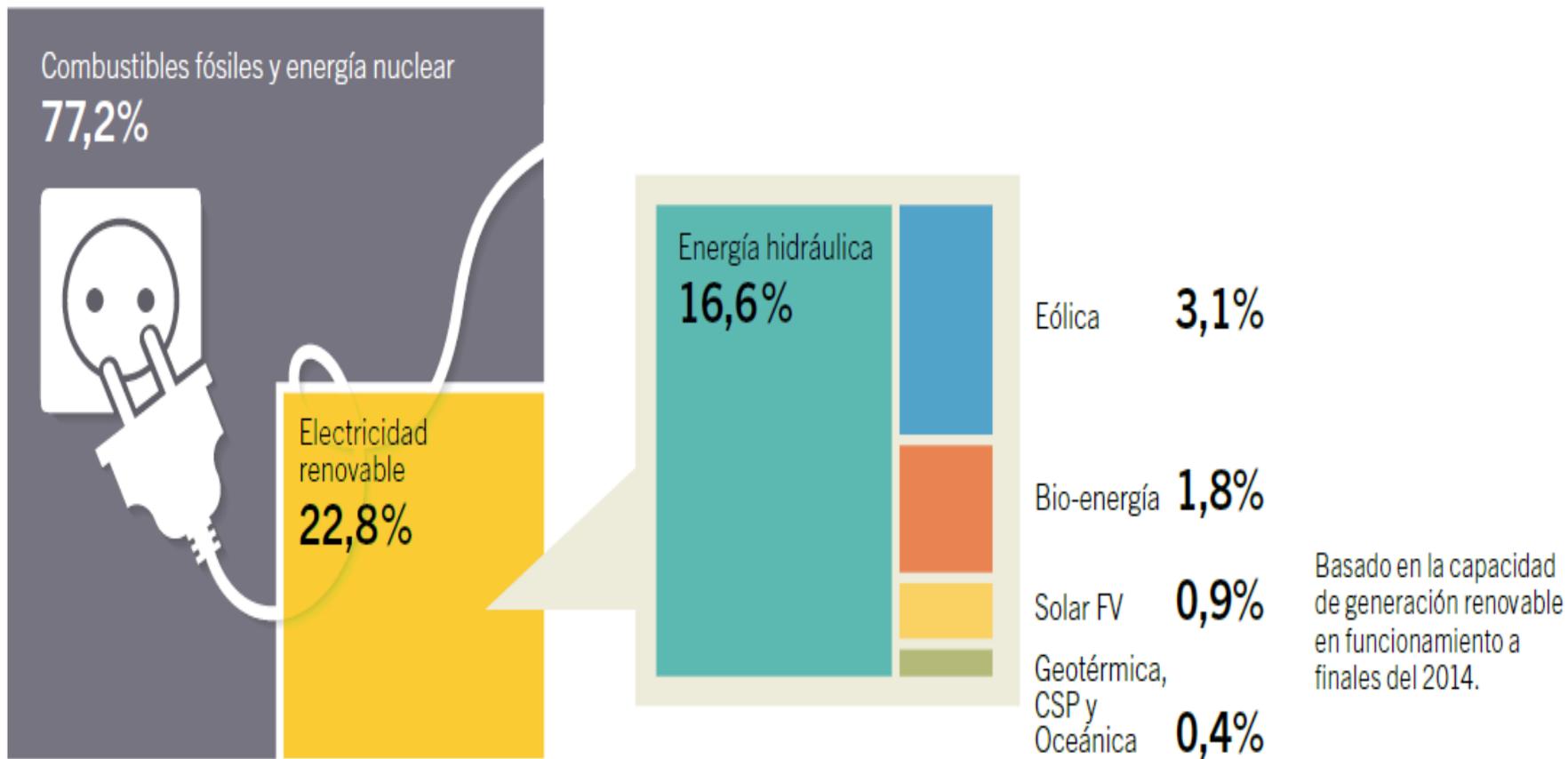
Capacidad mundial de energía eólica, 2004–2014



51 GW
AÑADIDA
en 2014

Fuente: Renewables 2015 Global Status Report. REN 21 Renewable Energy Policy Network for the 21st century.

Participación estimada de la energía renovable en la producción mundial de electricidad, finales del 2014



Fuente: Renewables 2015 Global Status Report. REN 21 Renewable Energy Policy Network for the 21st century.

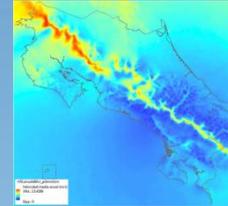
Energía eólica

- La energía eólica es un buen complemento de la energía hidroeléctrica a lo largo del año y en especial en la época seca.
- En términos generales los ciclos del fenómeno El Niño (años secos) son condiciones más ventosas, por lo que favorece una mayor generación con energía eólica.
- En los ciclos de La Niña (años muy lluviosos) hay menos viento, pero hay más generación hidroeléctrica.
- La energía total necesaria para fabricar e instalar un aerogenerador con una vida útil de 20 años es la misma que este habrá generado en un período entre 5 y 8

meses. (Karl Haapala; Preedanood Prempreeda, Comparative Life Cycle Assessment of 2 MW Wind Turbine, Oregon State University, Corvallis.)

TEMAS GENERALES

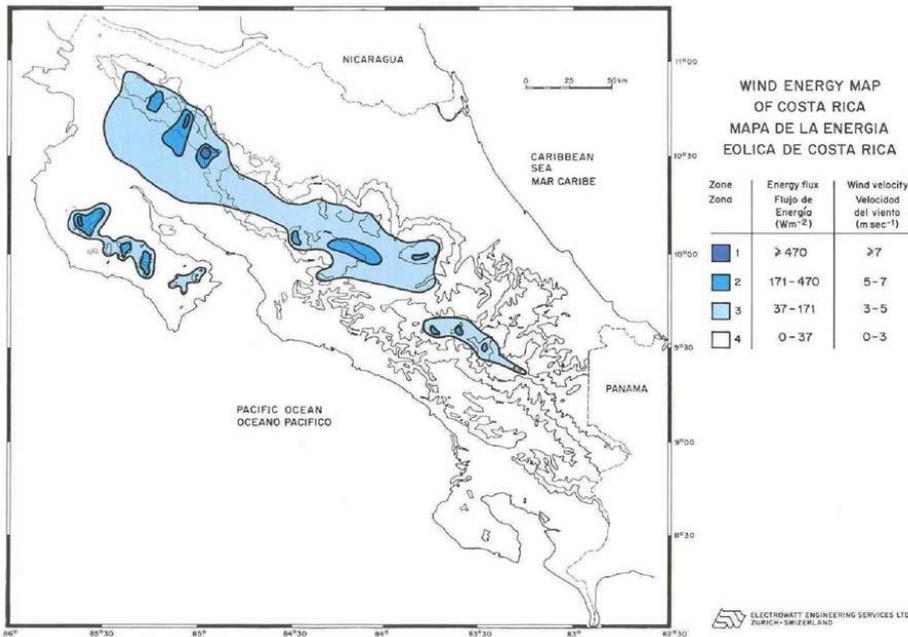
- INTRODUCCIÓN
- **POTENCIAL EÓLICO**
- PLANTAS EOLICAS INSTALADAS
- VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO
- RESTRICCIONES DEL CENCE PARA ENERGÍA EÓLICA
- RED DE MEDICIÓN



A light blue silhouette map of Costa Rica is centered on the page. Three small square icons of wind turbines are placed on the map: one in the northwest, one in the north-central region, and one in the west-central region. The text 'POTENCIAL EÓLICO COSTA RICA' is overlaid on the map in large, bold, black capital letters.

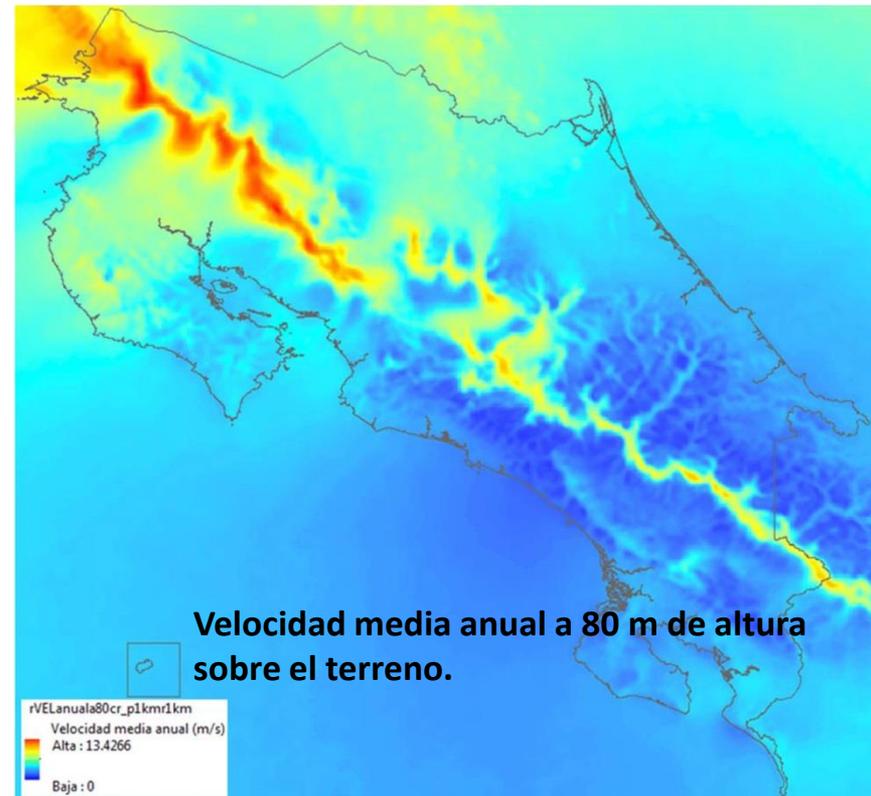
POTENCIAL EÓLICO COSTA RICA

Primer mapa eólico realizado en 1984



Fuente: Electrowatt Engineering Services Ltd, January 1984, Non-Conventional Energy Sources, Wind Energy. Zurich Switzerland, Volume I.

Mapa eólico 2011



Fuente: ICE, Marzo 2013. Potencial eólico en Costa Rica, CENPE.

Mapa Densidad de energía por
unidad de área barrida
(MWh/km²)

De acuerdo con los análisis realizados, el potencial eólico de Costa Rica, con un factor de planta superior al 30%, alcanza los 2.400 MW de capacidad instalable, con una producción de energía anual de 6.700 GWh.

El potencial aquí calculado debe entenderse como un límite teórico, el cuál posiblemente no podrá ser alcanzado nunca, debido a que existen restricciones y condicionantes que no son incluidos en el estudio pero que afectan la cantidad de viento que eventualmente podría ser aprovechado para generación eléctrica. El potencial estudiado solo se refiere a los aprovechamientos en tierra firme. No incluye los eventuales desarrollos en mares o lagos.



TEMAS

- INTRODUCCIÓN
- POTENCIAL EÓLICO
- **PLANTAS EOLICAS INSTALADAS**
- VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO
- RESTRICCIONES DEL CENEC PARA ENERGÍA EÓLICA
- RED DE MEDICIÓN



Plantas Eólicas instaladas

Costa Rica

Setiembre - 2015



PLANTAS EN OPERACIÓN (Set 2015)

Planta Eólica	Inicio	Descripción	Ubicación	Capacidad (MW)
Tilarán (PESA) ⁷²⁰⁰	Julio 1996	Kenetech VS33, 58 x 410 kW	Tilarán	19,8
Aeroenergía ⁷²⁰⁰	Agosto 1998	NegMicon 750, 9 x 750 kW	Tilarán	6,4
Movasa ⁷²⁰⁰	Julio 1999	NegMicon 750, 32 x 750 kW	Tierras Morenas, Tilarán	20
Tejona 	Junio 2002	Vestas V47, 30 x 660 kW	Tilarán	19,8
Guanacaste(PEG)*	Dic. 2008	Enercon E44, 55 x 900 kW	Guayabo, Bagaces	49,7
Los Santos (Coop.)	Dic. 2011	Gamesa G52, 15 x 850 kW	Casamata, El Guarco	12,75
Valle Central 	Oct. 2012	Enercon E44, 17 x 900 kW	Santa Ana, SJ	15,3
Chiripa*	Julio 2014	Acciona AW77, 33 x 1500 kW	Tilarán	49,5
Tila Wind ⁷²⁰⁰	Marzo 2015	Vestas V90, 7 x 3000 kW	Los Angeles, Tilarán	20
Orosí *	Set. 2015	Gamesa G80, 25 x 2000 kW	Quebrada Grande, Liberia	50

* Ley 7508 Contratos B.O.T. con ICE.

TOTAL en operación: 263,25 MW



PEG 49,7 MW

Orosí 50 MW

ALAJUELA

Movasa 20 MW

Tejona 19,8 MW

Tilarán(PESA) 19,8 MW

Aeroenergía 6,4 MW

Tila Wind 20 MW

Chiripa 49,5 MW

Valle Central

15,3 MW

Los Santos

12,75 MW

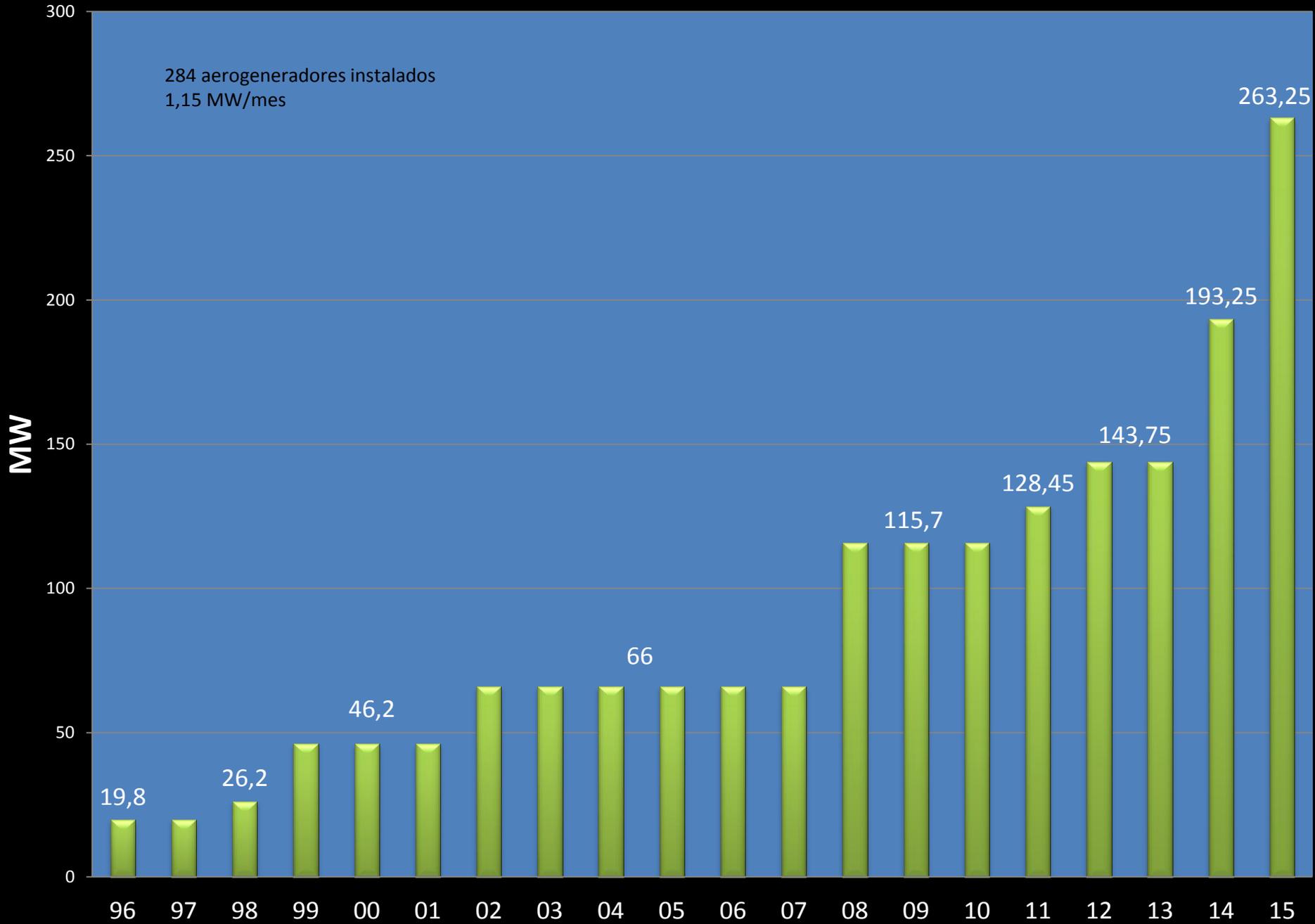
Localización Plantas Eólicas Instaladas

Capacidad total: 263,25 MW

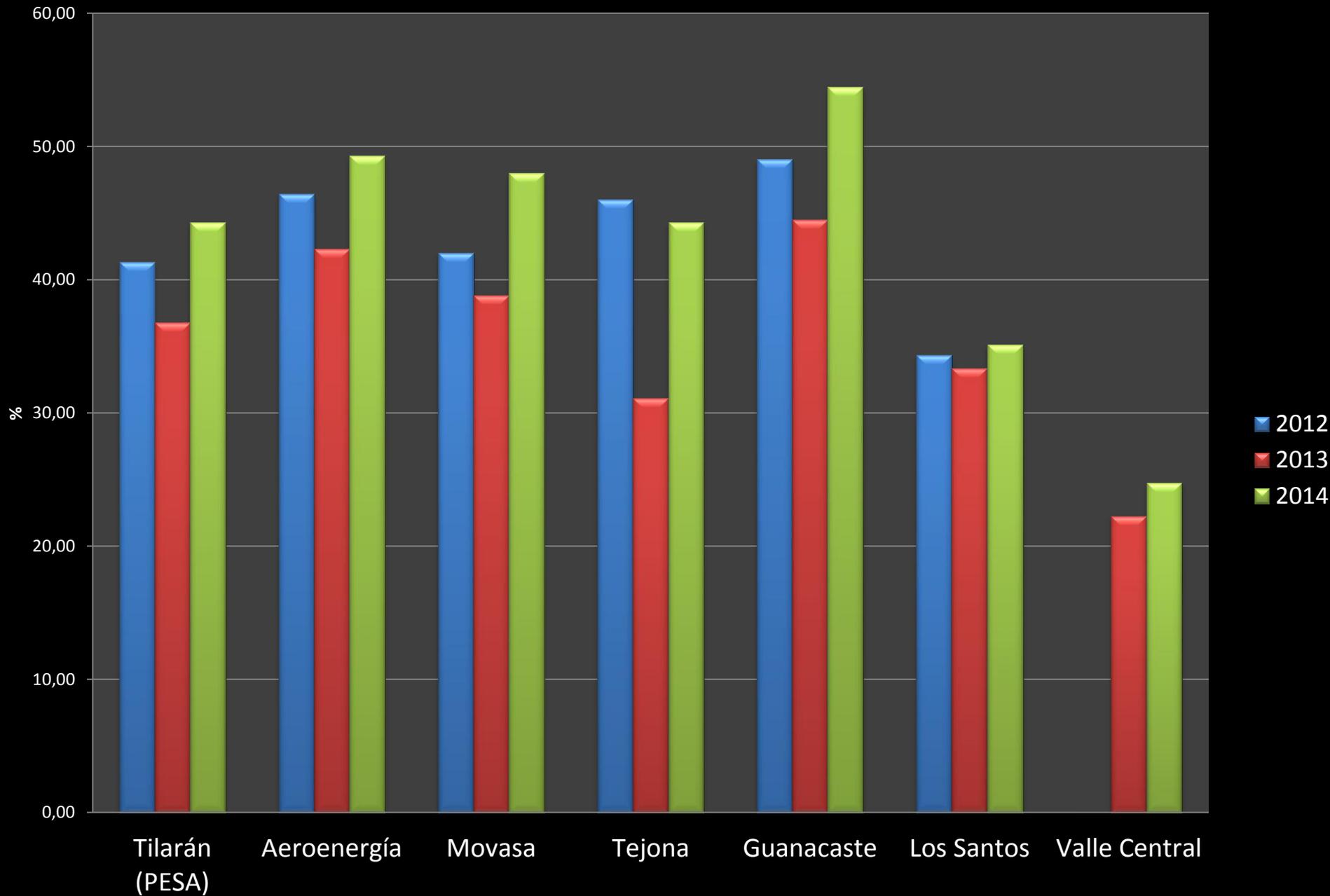


Incremento de capacidad eólica instalada en el SEN

284 aerogeneradores instalados
1,15 MW/mes



PLANTAS EÓLICAS - FACTOR DE PLANTA



CONTRATOS CON EL ICE PROYECTOS EÓLICOS PRIVADOS

2010	Adjudicados en Licitación Pública No. 2010-LI-000020-PROV (2 proy. Ley 7508, B.O.T.) Chiripa y Orosí en operación.
2012	Seleccionados mediante concurso 01-2012 (5 proyectos bajo Ley 7200) Tila Wind en operación.
2014	Seleccionados mediante concurso 02-2014 (2 proyectos bajo Ley 7200)

Proyectos eólicos privados seleccionados en concurso 01-2012 Ley 7200

Planta Eólica	Descripción	Ubicación	Capacidad (MW)
P.E. Altamira (contrato firmado)	Gamesa G87/90, 10 x 2 MW	Tilarán	20
P.E. Campos Azules (contrato firmado)	Gamesa G87/90, 10 x 2 MW	Tilarán	20
P.E. Vientos de La Perla (en trámite)	Gamesa G87/90, 10 x 2 MW	Quebrada Grande, Liberia	20
P.E. Vientos de Miramar (en trámite)	Gamesa G87/90, 10 x 2 MW	Quebrada Grande, Liberia	20
		TOTAL	80

Proyectos eólicos privados seleccionados concurso 02-2014 Ley 7200 (junio 2014)

Planta Eólica	Descripción	Ubicación	Capacidad (MW)
P.E. Vientos del Este (en construcción)	Vestas V90, 3 x 3 MW	Tilarán	9
P.E. Mogote (en trámite)	Vestas V90, 7 x 3 MW	Guayabo, Bagaces	20
		TOTAL	29

Localización proyectos eólicos contratados y en trámite (109 MW)



CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA EÓLICA COSTA RICA

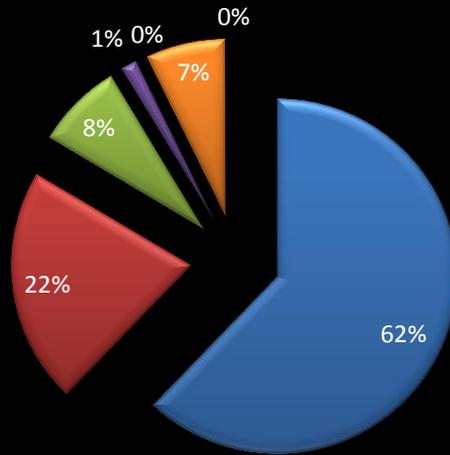


Capacidad Instalada TOTAL en C.R. para
Diciembre 2016:
3566 MW

Penetración eólica a Dic 2016:
10,4%

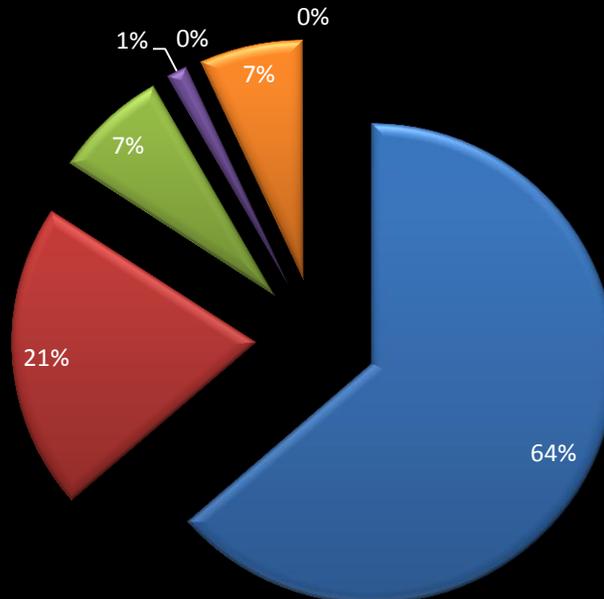
Costa Rica: Sistema Eléctrico Nacional

CAPACIDAD INSTALADA 2013



- Hidroeléctrico
- Termoeléctrica
- Geotérmica
- Bagazo
- Biogas
- Eólica
- Solar

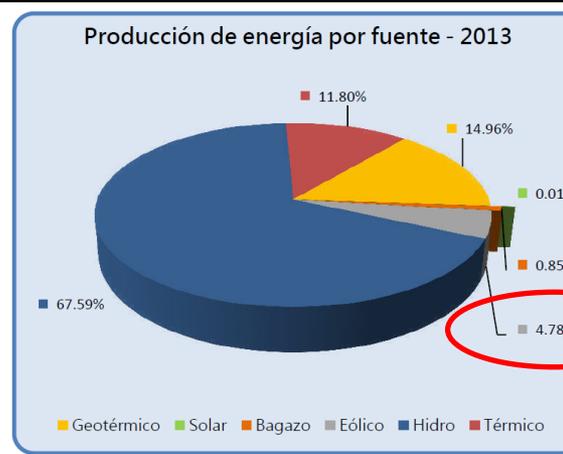
CAPACIDAD INSTALADA 2014



- Hidroeléctrico
- Termoeléctrica
- Geotérmica
- Bagazo
- Biogas
- Eólica
- Solar

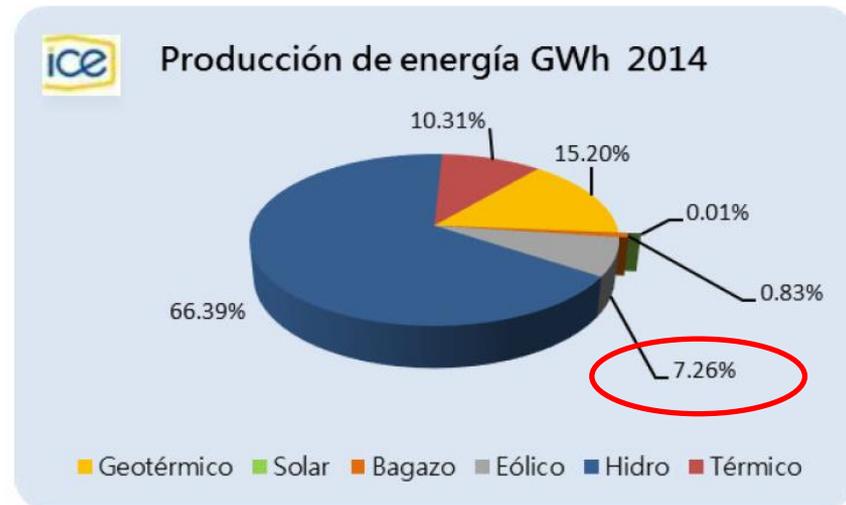
GENERACIÓN 2013 y 2014

GWh	2013
Geotérmico	1,516.74
Solar	1.44
Bagazo	86.32
Eólico	484.57
Hidro	6,847.04
Térmico	1,196.00
Producción	10,136.11
Intercambio	47.81
Demanda	10,183.92
% Crecimiento	0.90%



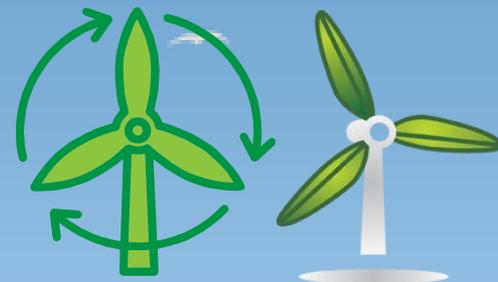
Balance eléctrico 2014

GWh	2014
Geotérmico	1,538.14
Solar	1.46
Bagazo	83.63
Eólico	734.75
Hidro	6,717.15
Térmico	1,043.20
Producción	10,118.33
Intercambio	204.76
Demanda	10,323.10
% Crecimiento	1.49%



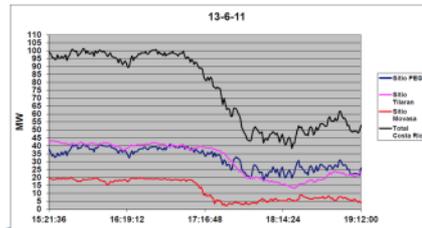
TEMAS

- INTRODUCCIÓN
- POTENCIAL EÓLICO
- PLANTAS EOLICAS INSTALADAS
- **VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO**
- RESTRICCIONES DEL CENCE PARA ENERGÍA EÓLICA
- RED DE MEDICIÓN



Variabilidad del recurso eólico

Variación negativa de generación eólica (-0,48 p.u./hora) registrada en la época seca (I semestre del año)

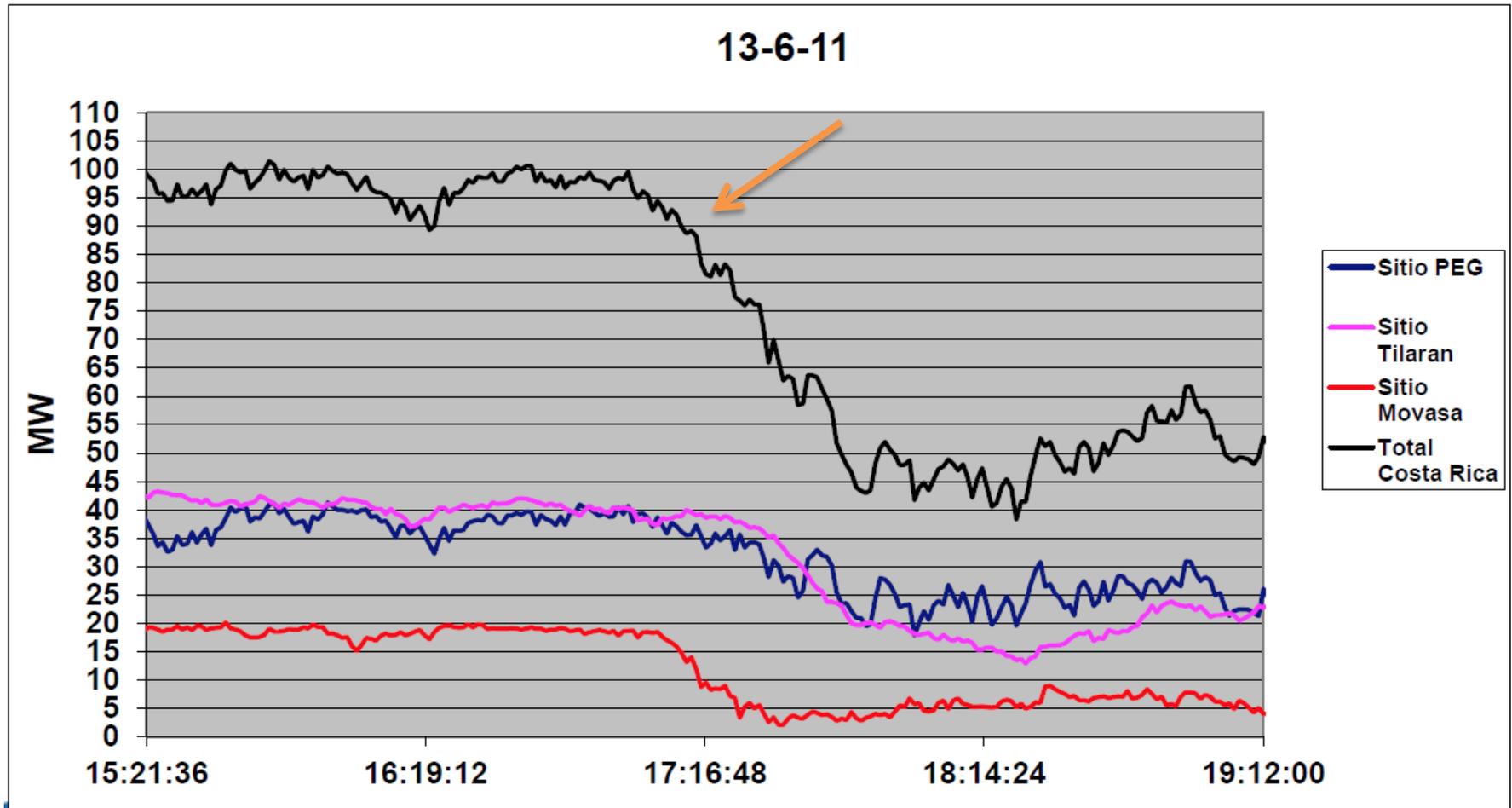


Cambio de potencia de la generación eólica mientras se da el aumento de demanda de la mañana



Variabilidad del recurso eólico.

Ejemplo 1

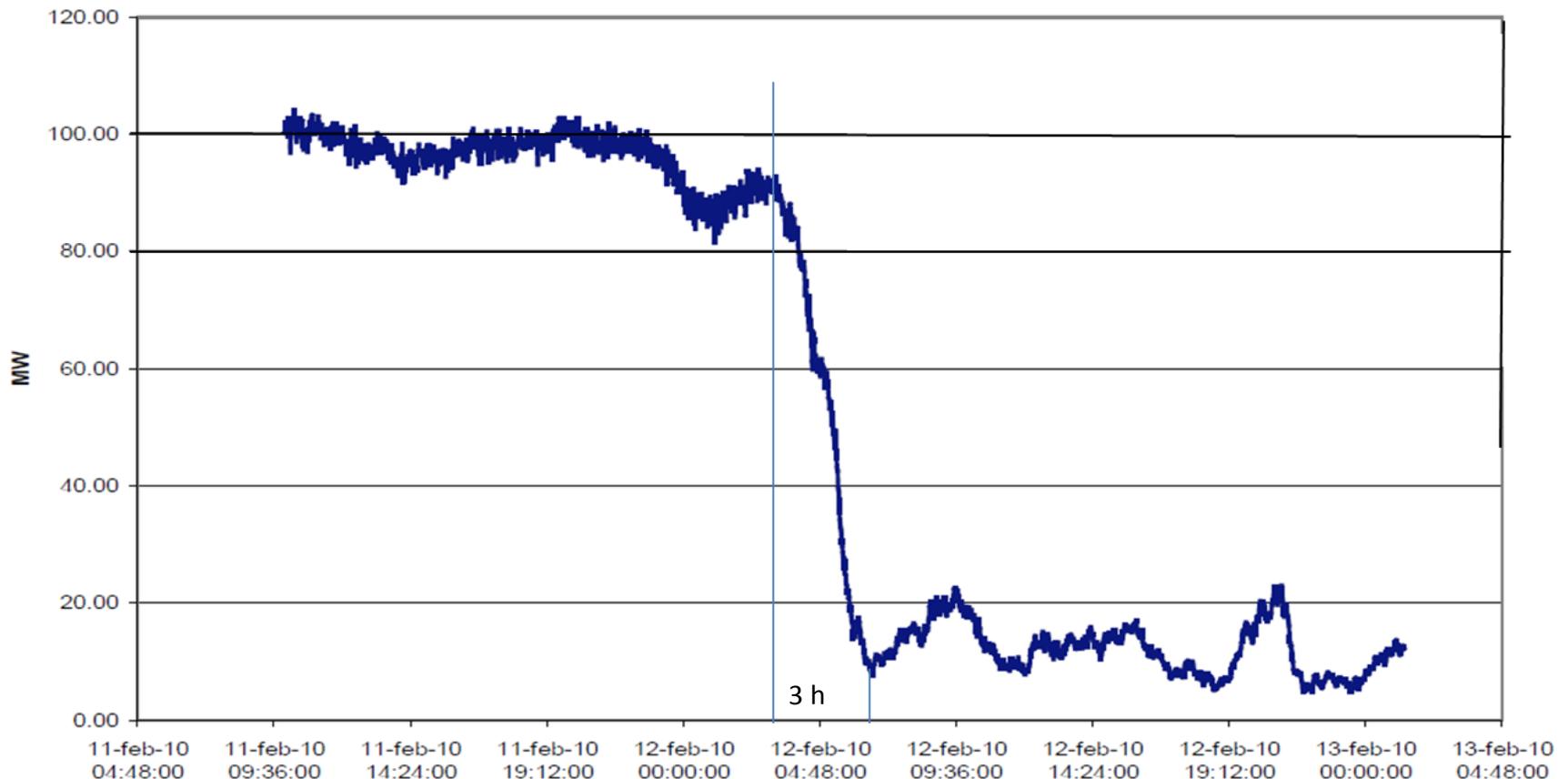


Fuente: CENCE

Cambio de potencia de la generación eólica mientras se da el aumento de demanda de la mañana

Ejemplo 2

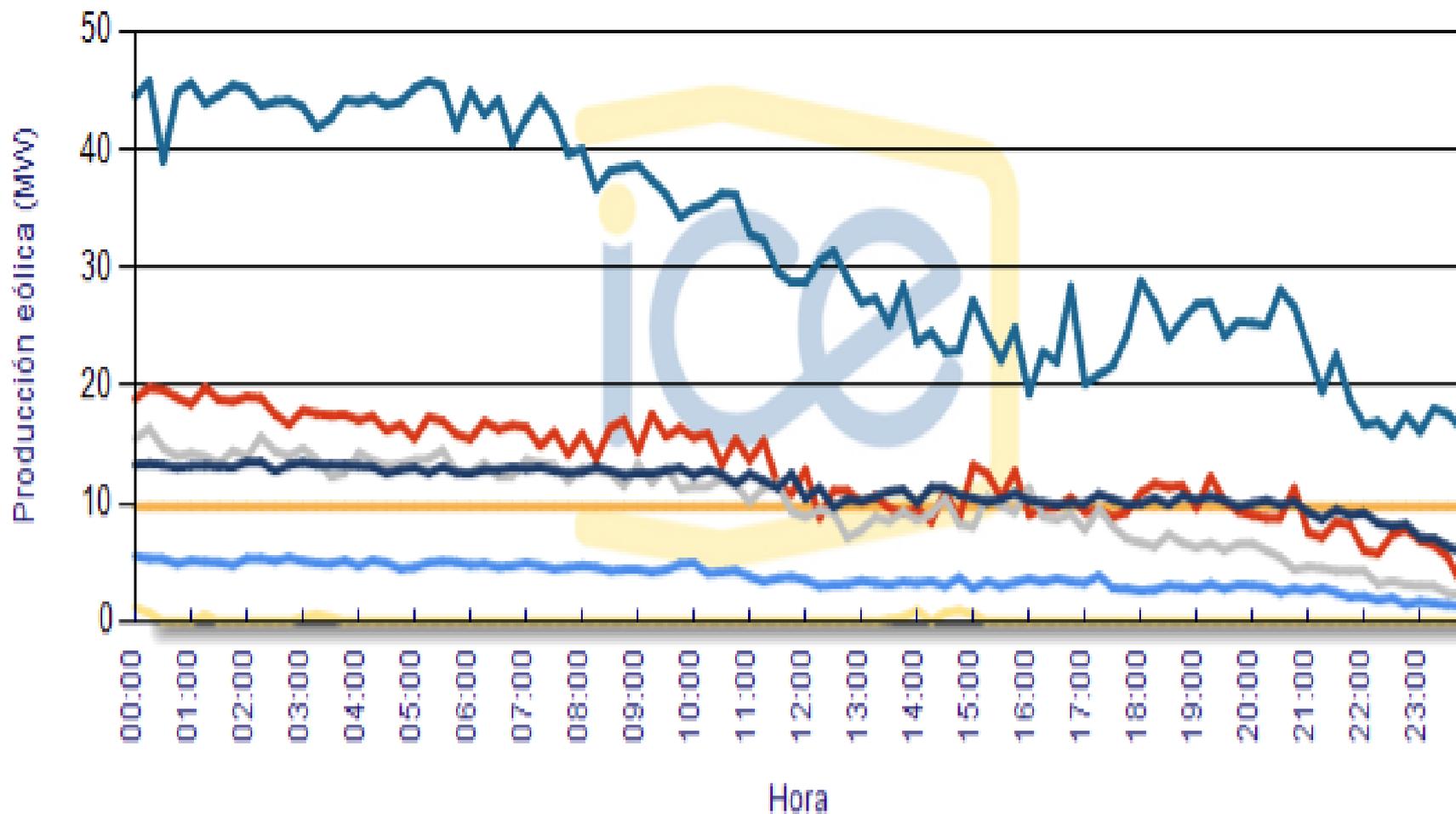
Generación Eólica Total



Fuente: CENCE

Ejemplo 3

Producción eólica diaria: miércoles, 26 de febrero de 2014

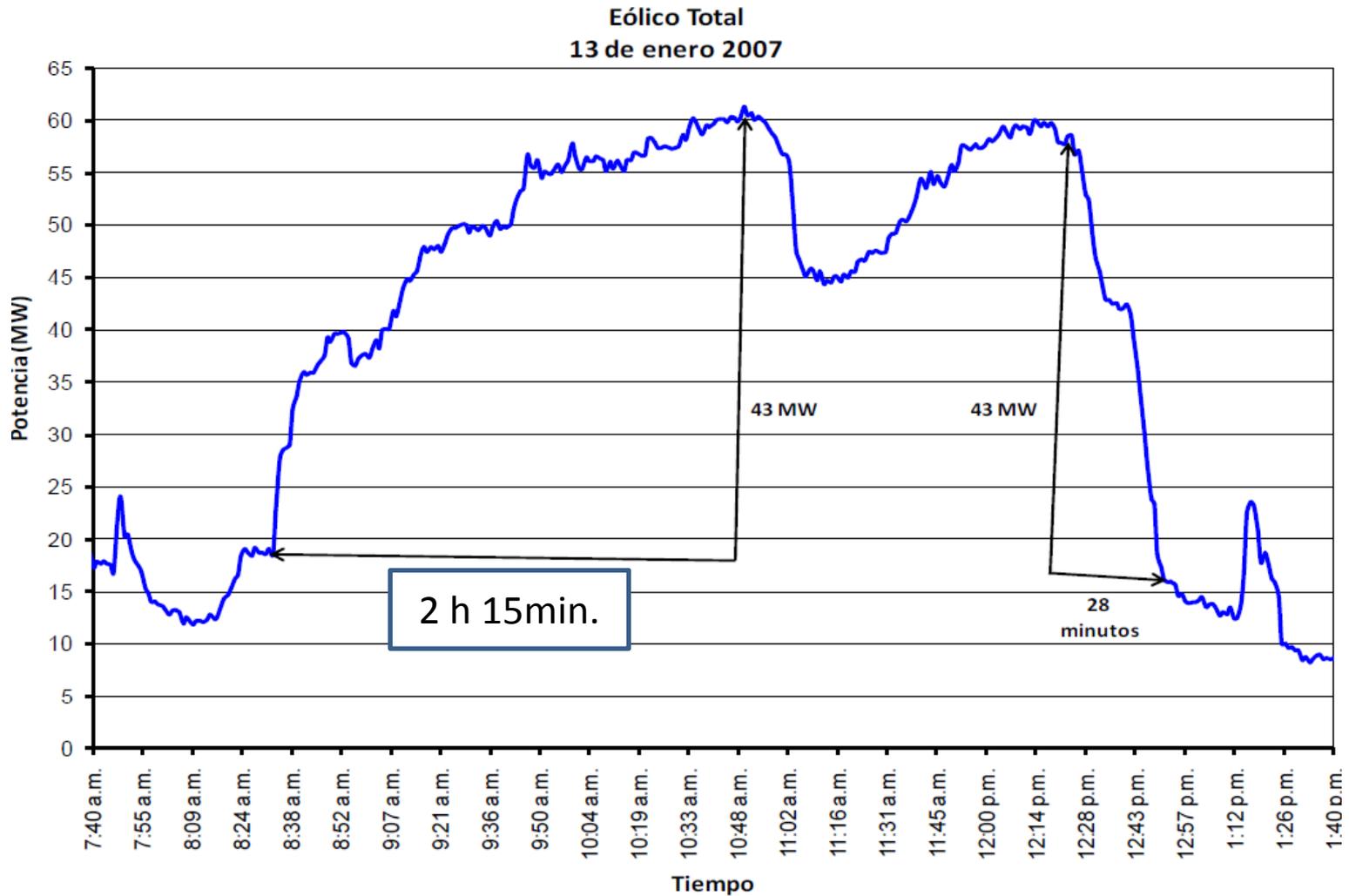


Fuente: CENCE

— Aeroenergía — MOVASA — PEG — PESA — Tejona — Valle Central
— Los Santos

Ejemplo 4

VARIABILIDAD DEL RECURSO EOLICO



Fuente: ICE, CENCE

VARIABILIDAD DEL RECURSO EOLICO



TEMAS

- INTRODUCCIÓN
- POTENCIAL EÓLICO
- PLANTAS EÓLICAS INSTALADAS
- VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO
- **RESTRICCIONES DEL CENCE PARA ENERGÍA EÓLICA**
- RED DE MEDICIÓN



Restricciones del CENCE para energía eólica en el sistema eléctrico nacional.

Para el período 2012-2015 : 350 MW

Para el período 2016-2018: 460 MW

Cap. Inst C.R. para Dic 2018
3678 MW



Penetración eólica podría
ser: 12,5%

CENCE: Centro Nacional Control de Energía

TEMAS

- INTRODUCCIÓN
- POTENCIAL EÓLICO
- PLANTAS EOLICAS INSTALADAS
- VARIABILIDAD DEL RECURSO EÓLICO
- RESTRICCIONES DEL CENCE PARA ENERGÍA EÓLICA
- **RED DE MEDICIÓN**

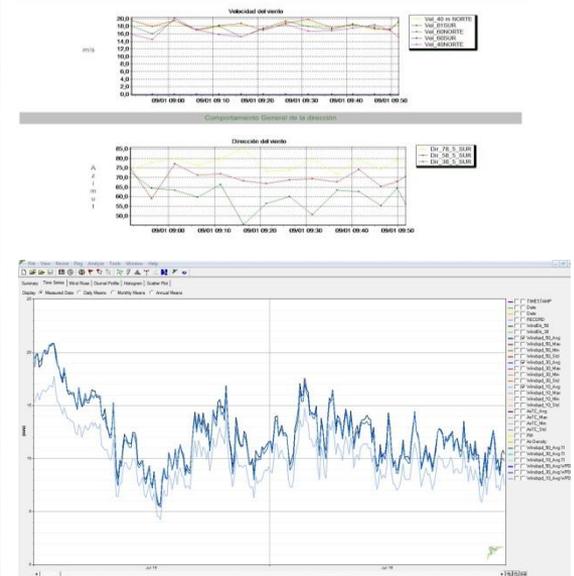
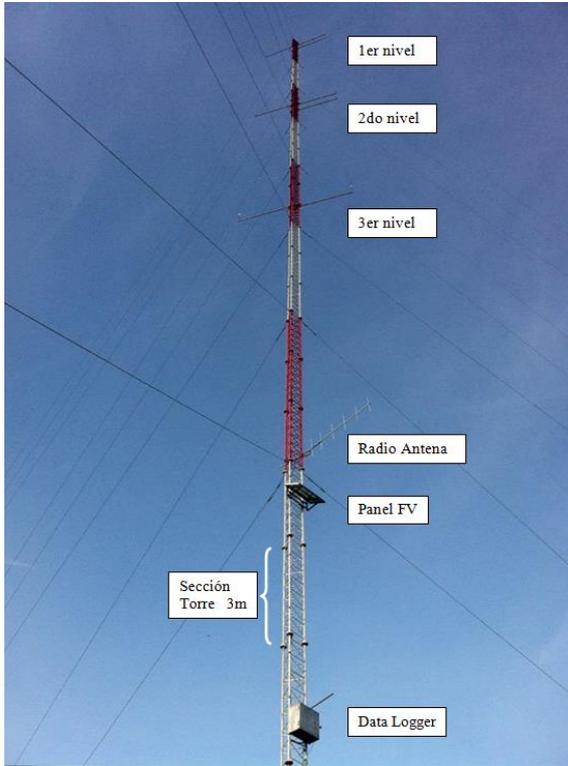
ICE - RED DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS EÓLICOS



- ❖ 21 ESTACIONES DE MEDICIÓN (60 y 81 m de altura)
 - 16 estaciones completas con sensores en operación
 - 5 torres construidas en proceso para colocar sensores

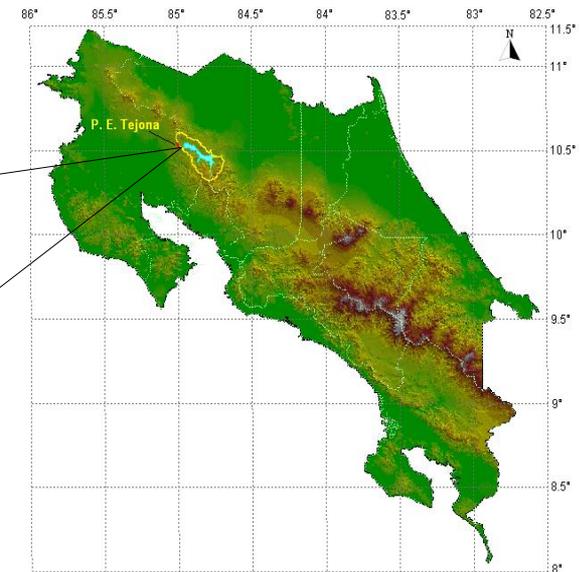
Fuente: ICE. (NIC, CS Estudios Básicos de Ingeniería).

ICE - RED DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS EÓLICOS

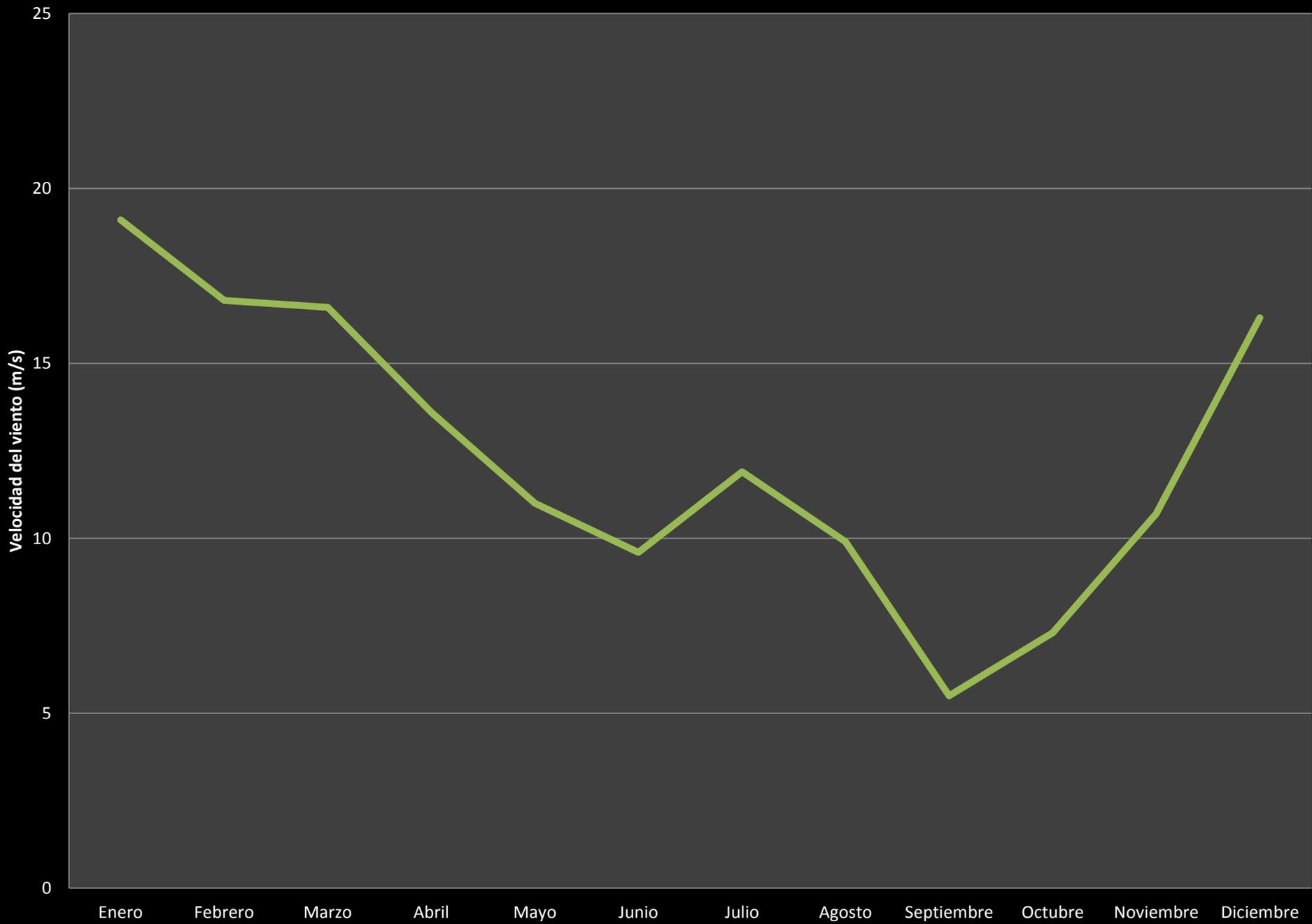


Fuente: ICE. (NIC, CS Estudios Básicos de Ingeniería).

AVANCES EN PREDICCIÓN PARA ENERGÍA EÓLICA

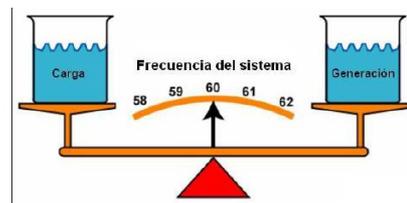


Variación mensual del viento en sitio Tejona, Tilarán, Costa Rica - 2013



Consideraciones para ER

- Las plantas eólicas, las solares fotovoltaicas y las hidroeléctricas de filo de agua no pueden entregar energía firme.
- Las plantas eólicas contribuyen en forma directa a reducir la generación térmica en la época seca.
- La variabilidad del recurso eólico debe cubrirse utilizando plantas hidroeléctricas con embalse y plantas térmicas que realicen regulación de la frecuencia en el sistema. (60 Hz)
- Las plantas hidroeléctricas Pirrís, Cachí, La Joya y Angostura aportan reserva para hacer frente a la variación de generación eólica.



Regulación de frecuencia = mantener balance carga - generación

Consideraciones para ER (cont.)

- La regulación de frecuencia es obligatoria para mantener la seguridad del sistema y el abastecimiento de la demanda. Incluso a nivel regional hay exigencias en regulación que deben cumplirse.
- Se requiere contar con plantas hidroeléctricas con embalse para generación plurianual. (por ejemplo P.H. Arenal, P.H. El Diquís).
- Embalses plurianuales son los únicos que entregan energía firme en época seca y logran recuperarse en la época lluviosa (filo de agua no puede).
- Se requiere instalar más plantas geotérmicas (no dependen del clima, es energía firme y renovable).

Consideraciones para ER (cont.)

- La capacidad en líneas de transmisión debe tomarse muy en cuenta porque el mayor potencial eólico se encuentra en la zona norte del país.
- La entrada en operación de P.H. Reventazón (junio 2016) disminuirá la generación con combustibles y ayudará a regular la variabilidad de las plantas eólicas.
- La calidad del servicio eléctrico tiene un peso muy importante y es un factor clave para la atracción de inversiones al país.

GRACIAS



AHORREMOS ELECTRICIDAD

