

4to CONGRESO INTERNACIONAL

Supervisión del Servicio Eléctrico



Energías No Convencionales en el Perú Situación Actual y Perspectivas

Autor: **Ing° Guillermo Echeandía Gonzales**

Cargo: Jefe de Unidad de Supervisión de Proyectos-GFE

Organismo: Osinergmin-Perú



TEMARIO

1. MARCO NORMATIVO
2. POTENCIAL DE ENERGÍAS NO CONVENCIONALES
3. SUBASTAS PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES
4. SITUACIÓN ACTUAL Y PERPECTIVAS
 - CENTRALES EN OPERACIÓN
 - CENTRALES EN CONSTRUCCIÓN
5. CONCLUSIONES



1. MARCO NORMATIVO

- ❑ **DECRETO LEGISLATIVO N° 1002** (02.05.2008)
Ley para Promover la Generación de Electricidad con Energía Renovables.
- ❑ **DECRETO SUPREMO N° 012-2011-EM** (23.03.2011)
Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables.
- ❑ **LEY N° 26848** (29.07.1997)
Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.
- ❑ **DECRETO SUPREMO N° 019-2010-EM** (08.04.2010)
Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.



DECRETO LEGISLATIVO N° 1002

- Promueve el desarrollo de la Generación Eléctrica con Recursos Energéticos Renovables, cuyos contratos son supervisados por Osinergmin.
- Tiene por objeto el aprovechamiento de estos recursos para incrementar la oferta del SEIN, así como, mejorar y proteger el medio ambiente.
- Son Recursos Energéticos Renovables: Biomasa, Eólico, Solar, Geotérmico, Mareomotriz e Hidroeléctrico (20 MW).
- La Energía Objetivo es alcanzar el 5% de la Producción Anual de Electricidad (sin incluir las hidroeléctricas).
- La Energía RER requerida se adjudica mediante Subastas.
- Los postores ofertan energía y precio.
- Paneles Fotovoltaicos Áreas No Conectadas.



2. POTENCIAL DE ENERGÍAS NO CONVENCIONALES

Potencial Eólico

Se ubica en la costa del Perú, debido a la fuerte influencia del anticiclón del Pacífico y de la Cordillera de los Andes, que generan vientos provenientes del suroeste en toda la región costera.

Se estima un potencial aprovechable de 22 000 MW. Se requieren estudios adicionales que permitan cuantificar el real potencial.

Región	Potencial (%)	Velocidad Promedio (m/s)
Ica y Piura	15	8,5
	30	7,5
	55	6,5



POTENCIAL DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS NO CONVENCIONALES EN EL PERÚ

Recurso	Potencial (MW)	Potencia Utilizada (MW)
Eólico	22 000	142
Solar	No determinado	80
Biomasa	450	27
Geotérmico	3 000	0



3. SUBASTAS PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES



PARTICULARIDADES DE LAS SUBASTAS

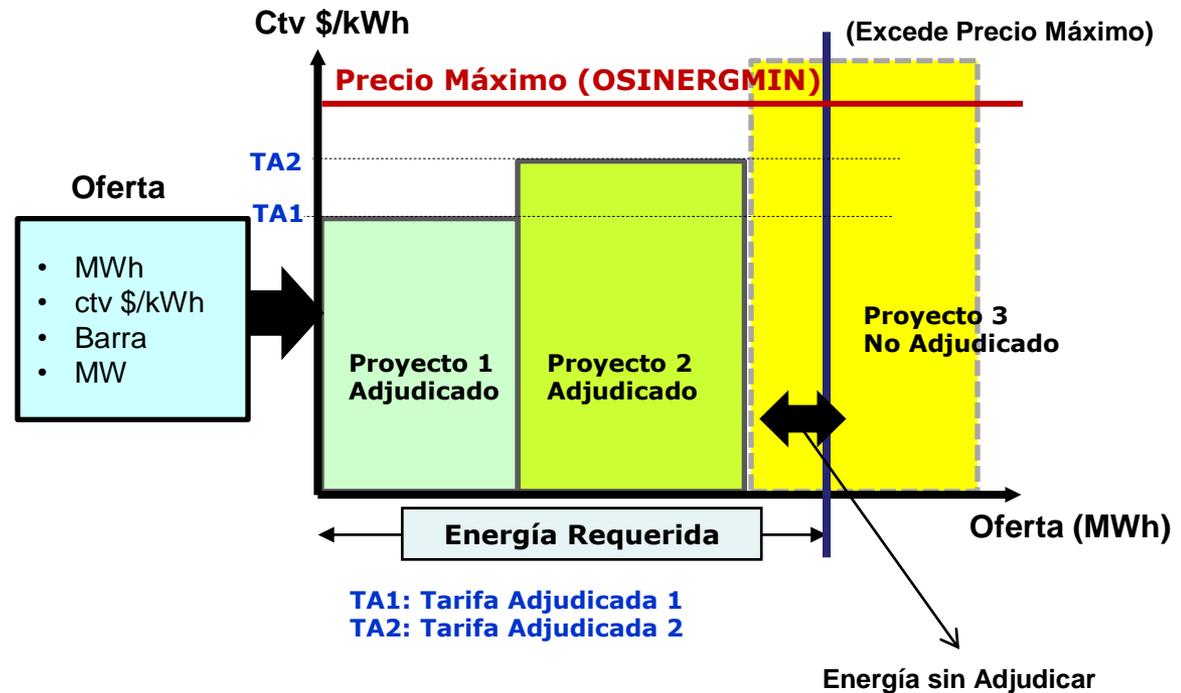
- Osinergmin conduce las Subastas que son convocadas cada dos (2) años.
- Se subasta la energía requerida y un adicional hidroeléctrico (< 20 MW).
- Según la política energética, el MINEM fija porcentaje cada 5 años.
- En los primeros cinco años ha sido de 5% de la producción eléctrica nacional.
- Los Contratos RER que resultan de las subastas tienen vigencia de 20 años.
- El adjudicatario se obliga a diseñar, financiar, suministrar los bienes y servicios requeridos para construir, operar y mantener la planta.
- Se remunera (Ingreso Garantizado) considerando lo siguiente:
 - Por la venta de energía a Costo Marginal y Potencia Firme (Ingreso 1).
 - Con una Prima (Ingreso 2), en caso no cubre el Ingreso Garantizado.



ENERGÍA Y TARIFAS ADJUDICADAS EN LAS SUBASTAS

- 1° Se toma como referencia el Precio Máximo.
- 2° Se abren los Sobres y se ordenan según los precios de menor a mayor. Los que exceden el Precio Máximo son descartados.
- 3° Se verifica que la Potencia (MW) no exceda los límites de potencia en la Barra de Oferta.
- 4° Si la energía ofertada es menor a la requerida, se adjudica.
- 5° Si la energía ofertada excede a la requerida, se verifica si se acepta adjudicación parcial y si está debajo del precio máximo

Adjudicación de Proyectos RER





PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE LAS SUBASTAS

- ❑ **MINEM**
 - Aviso Preliminar, Energía Requerida y Aprobación de Bases.
- ❑ **OSINERGMIN**
 - Convoca Subasta, Designa Comité y Determina Precio Máximo.
- ❑ **COES**
 - Límite de Potencia en Barra.
- ❑ **NOTARIA PÚBLICA**
 - Certificación del Proceso, Custodia de Documentos y Actas.
- ❑ **COMITÉ DE ADJUDICACIÓN**
 - Se encarga del Proceso de la Subasta.
- ❑ **POSTORES**
 - Participante, Postor y Adjudicatario.



PRIMERA SUBASTA

I. REQUERIMIENTOS EN ENERGÍA

	Biomasa	Eolica	Solar	Total
Energía requerida (GWh/año)	813	320	181	1314
Energía adjudicada (GWh/año)	143	571	173	887
% adjudicado	18%	178%	96%	68%

II. REQUERIMIENTOS EN POTENCIA

	Hidroeléctricas
Potencia requerida (MW)	500
Potencia adjudicada (MW)	162
% adjudicado	32%

**Primera Subasta
(Febrero 2010)**

III. TOTAL REQUERIMIENTOS

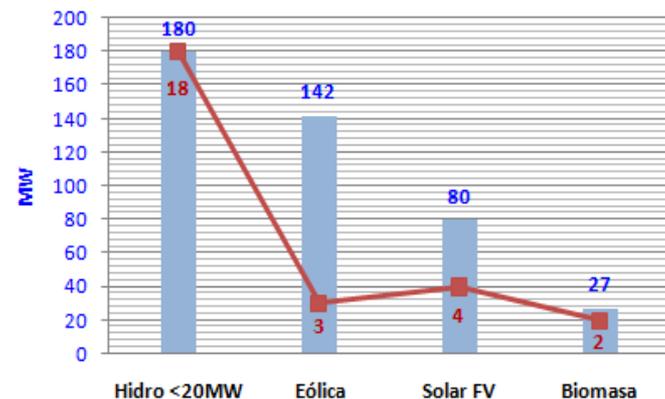
Potencia adjudicada (MW)	424
Energía adjudicada (GWh/año)	1938

Las Energías No Convencionales alcanzaron el 2,7% de la Producción de Energía Anual del país



PRIMERA SUBASTA DE ENERGÍAS NO CONVENCIONALES

Proyecto	Tecnología	MW	Inversiones (Mio US\$)	Puesta en Operación Comercial
Cupisnique	Eólica	80	242	2014
Talara	Eólica	30	101	2014
Marcona	Eólica	32	79	2014
Panamericana	Solar FV	20	95	2012
Majes	Solar FV	20	74	2012
Repartición	Solar FV	20	74	2012
Tacna	Solar FV	20	95	2012
Paramonga	Biomasa	23	9	2010
Huaycoloro	Biomasa	4	11	2012
Total		249	780	





SEGUNDA SUBASTA

CENTRALES ELÉCTRICAS NO CONVENCIONALES

	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía requerida (GWh/año)	828	429	43	1300
Energía adjudicada (GWh/año)	14	416	43	473
Potencia adjudicada (MW)	2	90	16	108
% Adjudicado	2%	97%	100%	36%

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

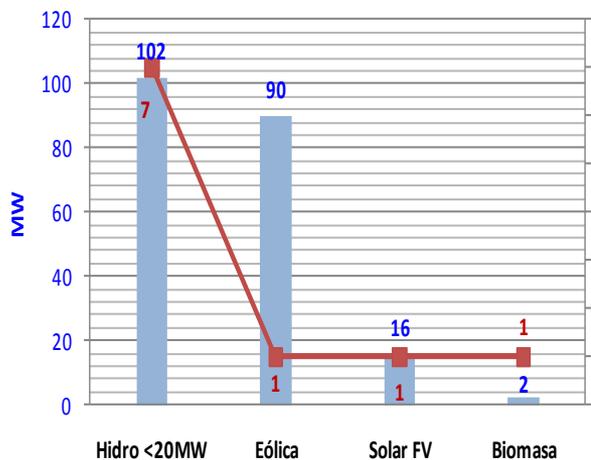
	Hidroeléctricas
Energía requerida (GWh/año)	681
Energía adjudicada (GWh/año)	680
Potencia adjudicada (MW)	102
% Adjudicado	100%

**Segunda Subasta
(Agosto 2011)**



SEGUNDA SUBASTA DE ENERGÍA NO CONVENCIONALES

Proyecto	Tecnología	Potencia (MW)	Inversiones (Mio US\$)	Puesta en Operación Comercial
Tres Hermanas	Eólica	90	185	2015
Moquegua	Solar FV	16	43	2015
La Gringa V	Biomasa	2	5	2014
Total		108	233	





TERCERA SUBASTA

(Sólo se consideró Biomasa e Hidroeléctricas)

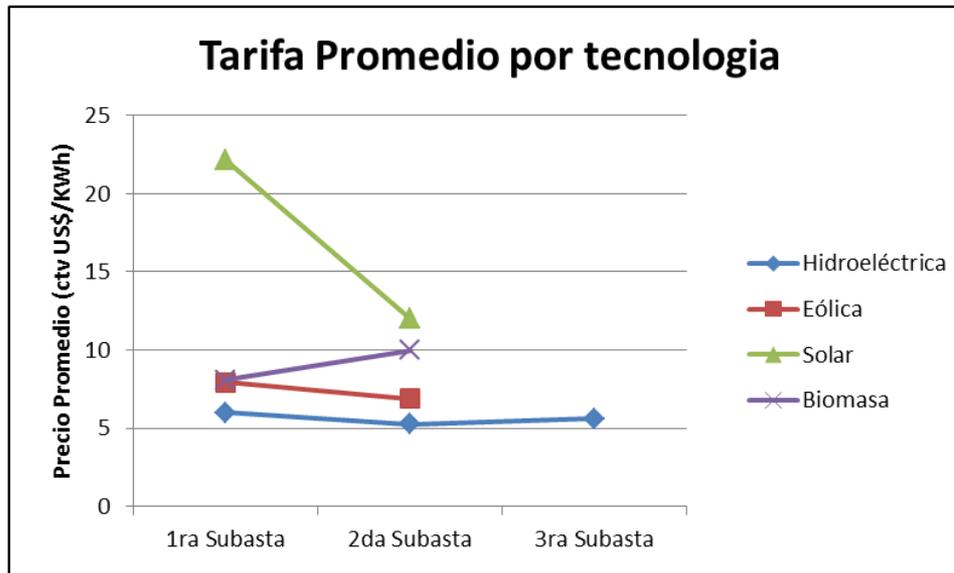
Central Hidroeléctrica	Potencia (MW)	Inversión (Mio US\$)	Puesta en Operación Comercial
Hidrika 1	7	22	2018
Hidrika 2	4	8	2018
Hidrika 3	10	31	2018
Hidrika 4	8	19	2018
Hidrika 5	10	22	2018
Potrero	20	39	2016
Yarucaya	17	38	2016
Carhuac	16	35	2018
Runatullo II	19	36	2015
Karpa	19	54	2016
Colca	13	28	2016
Zaña 1	13	32	2018
Laguna Azul	20	60	2017
Santa Lorenza	19	42	2017
Total	195	466	

**Tercera Subasta
(Diciembre 2013)**



TARIFA PROMEDIO ADJUDICADA POR TIPO DE TECNOLOGÍA (Ctvs US\$/kWh)

Subasta	Hidroeléctrica	Eólica	Solar	Biomasa
Primera	5,99	7,91	22,14	8,10
Segunda	5,24	6,9	11,99	9,99
Tercera	5,59	-	-	-





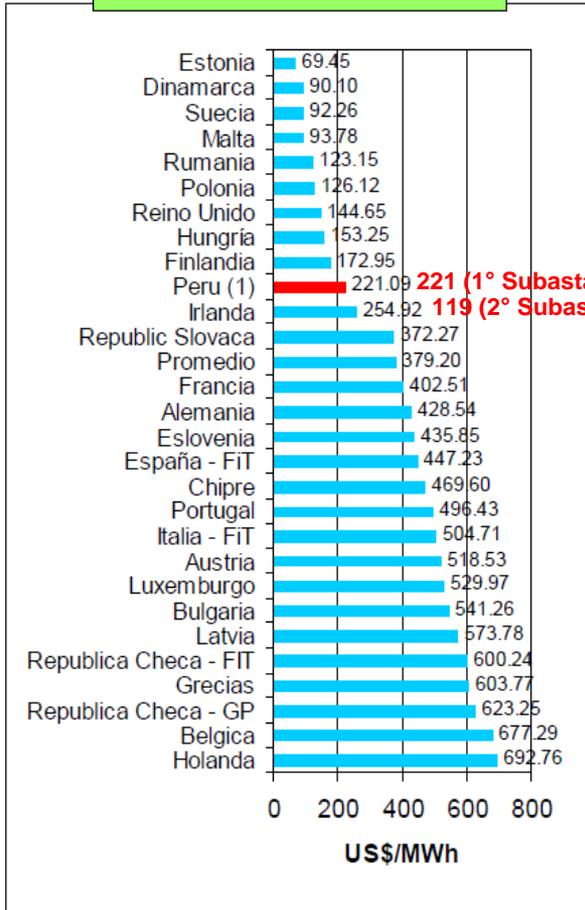
4. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

- CENTRALES EN OPERACIÓN
- CENTRALES EN CONSTRUCCIÓN

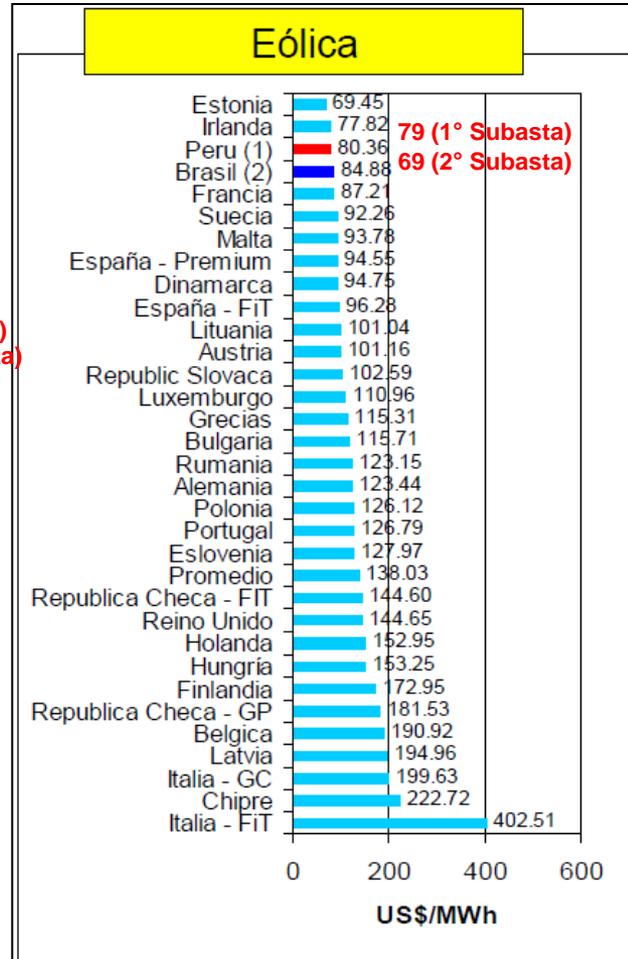


PRECIOS DE LAS SUBASTAS - Comparación con otros Países

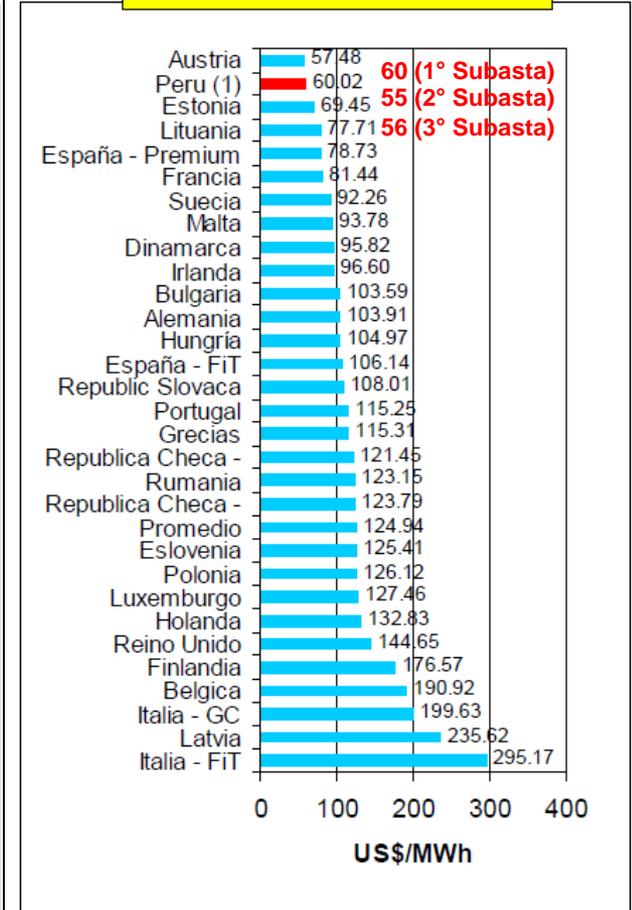
Solar



Eólica



Hidroeléctricas





CENTRALES ELÉCTRICAS NO CONVENCIONALES (En Operación)

PRIMERA SUBASTA	Concesionario	Potencia (MW)	Energía (MWh/año)	Tarifa (cUS\$/kWh)	Inversión (Mio US\$)	Puesta en Operación Comercial
C.S. Panamericana	Panamericana	20	50 676	21,5	95	31.10.2012
C.S. Majes	Solar Majes	20	37 630	22,3	74	31.10.2012
C.S. Repartición	Repartición	20	37 440	22,3	74	31.10.2012
C.S. Tacna	Tacna Solar	20	47 196	22,5	95	31.12.2012
C.E. Marcona	Cobra-Perú	32	148 378	6,6	79	25.04.2014
C.E. Talara	Energía Eólica	30	119 673	8,7	101	30.08.2014
C.E. Cupisnique	Energía Eólica	80	302 952	8,5	242	30.08.2014
C.B. Paramonga	Paramonga	23	115 000	5,2	s/d	31.03.2010
C.B. Huaycoloro	Petramas	4	28 295	11,0	11	06.12.2011
Total		249	887 240		771	



CENTRALES ELÉCTRICAS NO CONVENCIONALES (En Construcción)

SEGUNDA SUBASTA	Concesionario	Potencia (MW)	Energía (MWh/año)	Tarifa (cUS\$/kWh)	Inversión (Mio US\$)	Puesta en Operación Comercial
C.S. Moquegua FV	Moquegua FV	16	43 000	12	43	31.03.2015
C.E. Tres Hermanas	Cobra Perú	90	415 760	8,9	185	31.12.2015
C.B. La Gringa V	Energía Limpia	2	14 016	10	5	31.12.2014
Total		108	472 776		233	



CENTRALES CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES (RESUMEN)

Subasta	N° Proyectos	Potencia (MW)	Energía (MWh/año)	Potencia (*) (MW)	Energía (*) (MWh/año)
Primera	27	424	1 938 657	249	887 240
Segunda	10	210	1 152 706	108	472 776
Tercera	14	193	1 171 509	-	-
Total	51	827	4 262 872	357	1 360 016

(*) Sólo Energías No Convencionales

La participación de los proyectos RER No Convencionales es 3,4%, porcentaje menor al 5% previsto en el D. L. N° 1002.



5. CONCLUSIONES

- ❑ El porcentaje objetivo de participación en la producción nacional de electricidad de las energías no convencionales es 5% (D.L. N° 1002).
- ❑ En las tres subastas RER se han adjudicado 357 MW y 1 360 016 GWh en Energías No Convencional que representa el 3,4%.
- ❑ La Gerencia de Fiscalización Eléctrica de OSINERGMIN supervisa los Contratos RER y realiza el seguimiento de la ejecución de los proyectos adjudicados.
- ❑ La tarifa de las centrales solares se redujo de 22 cUS\$/kWh (primera subasta) a 12 cUS\$/kWh (segunda subasta). En el caso de las eólicas, la tarifa de la segunda subasta (6,9 cUS\$/kWh) resultó menor a la tarifa promedio adjudicada en la primera subasta (7,9 cUS\$/kWh).
- ❑ Se han integrado al SEIN, 249 MW en centrales no convencional que se distribuyen en:
 - Fotovoltaica : 80 MW (4 centrales de 20 MW c/u)
 - Eólica : 142 MW (3 centrales de 32 MW, 80 MW y 30 MW)
 - Biomasa : 27 MW (2 centrales de 23 MW y 4 MW)



- ❑ Se encuentran en construcción tres centrales no convencionales que incrementarán en 108 MW la oferta del SEIN (Una Fotovoltaica 16 MW, una Eólica 90 MW y una Biomasa 2 MW).
- ❑ Como perspectiva, el Perú cuenta con un importante potencial de recursos para su uso en centrales eléctricas no convencionales. Se prevé una nueva subasta de energías renovables en el primer semestre del próximo año, lo cual permitiría incrementar la oferta de estas energías en el SEIN.
- ❑ Por la evolución de la tecnología de los equipos de las centrales no convencionales, es posible que sus precios disminuyan en los próximos años y se tornen más competitivos comparado con otros tipos de energía.



FOTOS DE CENTRALES NO CONVENCIONALES EN EL PERÚ



Central Solar Repartición (Arequipa)



Módulos de Central Solar Moquegua FV



Sistema de Seguimiento Solar



Módulos de Central Solar Tacna



Seguidor Solar y Módulos Fotovoltaicos



**Cimentación de
Central Eólica Marcona**



**Vaciado de Concreto para
la Cimentación**



Cimentación Concluida



Aerogenerador



Montaje de Aspas





Central Biomasa Huaycoloro





GERENCIA DE FISCALIZACIÓN ELÉCTRICA

GERENCIA DE FISCALIZACIÓN ELÉCTRICA

SUPERVISIÓN DE CONTRATOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN OPERACIÓN

SUPERVISIÓN DE CONTRATOS DE PROYECTOS DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CONSTRUCCIÓN



CENTRAL EÓLICA CUPISNIQUE – 83,15 MW



CENTRAL EÓLICA TALARA – 30,86 MW
Banco de Condensadores y Transformador de Potencia 32 MVA - 30/220 KV (S.E. C.E. Talara)

Octubre 2014



Noviembre 2014

Publicación Mensual de Avance de los Proyectos (Contratos Supervisados por Osinergmin)
<http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/GFE/176.htm?908>

CENTRAL MAJES SOLAR 20T (OPERANDO)

DENOMINACIÓN	CENTRAL MAJES SOLAR 20T
EMPRESA CONCESIONARIA	GRUPO T SOLAR GLOBAL S.A.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Fijos
UBICACIÓN Departamento Provincia Distrito Altitud	Arequipa Caylloma Majes 1 680 msnm
DATOS TÉCNICOS Potencia Instalada Punto de Oferta Cantidad de Módulos Fotovoltaicos Cantidad de Centros de Transformación Nivel de Tensión de Transformadores Secos Cantidad de Inversores Tensión de Entrada a Inversores (10) Tensión de Salida de Inversores (30) Factor de Planta	20 MW Barra de Repartición 138 kV 55 704 (Módulos de 350, 370, 390 y 410 W) 16 (1 250 kW c/u) 0,3/23 kV (1,4 MVA) 32 (625 kW c/u) 0,5 - 0,825 kV– DC (Corriente Continua) 0,3 kV– AC (Corriente Alterna) 21,5%
DATOS DE CONTRATO Firma de Contrato Puesta en Operación Comercial (POC) Energía Anual Ofertada Precio de la Energía Ofertado	31.03.2010 31.10.2012 37 630 MWh 22,25 Ctsv US\$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos de capa fina con potencias de 350, 370, 390 y 410W, todos ellos orientados hacia el Norte y con una inclinación de 15° sobre la horizontal.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 2 Anillos en 23 kV (Anillos 1 y 2, cada Anillo agrupa 8 C.T.). Desde c/u de los 2 Anillos se alimenta al Transformador de interconexión al SEIN de 20 MVA (23/138 kV).
- La radiación solar máxima en la zona del proyecto, esto es, en las Pampas de Majes es de 724 W/m².
- Mediante R.M. N° 244-2011-MEM/DM del 23.05.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación, a favor de GTS Majes S.A.C.
- Con R.S. N° 020-2012-EM del 02.02.2012 se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión, a favor de GTS Majes S.A.C.
- La S.E. Majes Solar (S.E. Pedregal) alimenta a la Barra Principal de 138 kV. A dicha Barra llega la L.T. 138 kV S.E. Majes (SEIN) - S.E. Majes Solar, y de dicha Barra parte la L.T. 138 kV S.E. Majes Solar (138 kV) - S.E. Camaná (SEIN).
- Mediante R.M. N° 227-2012-MEM/DM se aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial del 30.06.12 al 31.10.2012.
- La Puesta en operación Comercial se dio el 31.10.2012.
- La C.S. Majes actualmente está entregando al Sistema Interconectado Nacional una potencia de 20 MW (al medio día).
- El periodo de generación diario es de 06:30 a 17:30 horas aproximadamente.
- Monto de Inversión: 73,6 MM US\$



Plano de Ubicación



Disposición Final de Módulos Fotovoltaicos



Centro de Transformación de Corriente Continua a Corriente Alterna

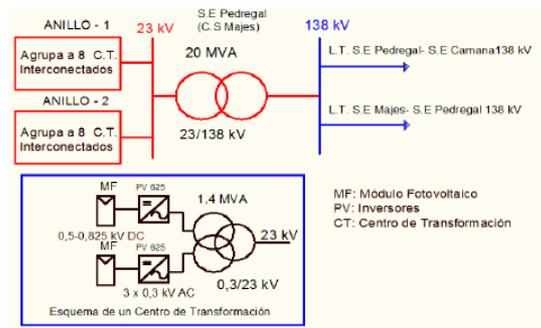


Transformador de Potencia 20 MVA, 23/138 kV (S.E. Central Majes Solar (S.E. Pedregal))



Diagrama de Carga Diario

ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN



CENTRAL TACNA SOLAR (OPERANDO)

DENOMINACIÓN	CENTRAL TACNA SOLAR
EMPRESA CONCESIONARIA	TACNA SOLAR S.A.C.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN Departamento Provincia Distrito Altitud	Tacna Tacna Tacna 560 msnm
DATOS TÉCNICOS Potencia Instalada Punto de Oferta Cantidad de Módulos Fotovoltaicos Cantidad de Seguidores Solares Cantidad de Centros de Transformación (C.T.) Nivel de Tensión de Transformadores de C.T. Cantidad de Inversores Tensión de Entrada a Inversores (10) Tensión de Salida de Inversores (30) Factor de Planta	20 MW Barra Los Héroes 66 kV 74 988 (290 W pico c/u) 182 16 (1,25 MW c/u) 0,3/23 kV (1,25 MVA) 32 (625 kW c/u) 0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua) 0,3 kV – AC (Corriente Alterna) 26,9%
DATOS DE CONTRATO Firma de Contrato Puesta en Operación (POC) Energía Anual Ofertada Precio de la Energía Ofertado	31.03.2010 31.10.2012 47 196 MWh 22,5 Ctsv US\$/kWh

INFORMACIÓN RELEVANTE

- La central está constituida por 74 988 Módulos Fotovoltaicos de 290 W pico c/u, todos ellos de estructura metálica en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La Central está equipada con 182 sistemas de seguimiento solar.
- La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 4 Anillos en 23 kV (cada Anillo agrupa 4 C.T.). Desde c/u de los 4 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/66 kV).
- La línea de transmisión 66 kV (5,4 km) conecta la C.S. Tacna (S.E. Parque Solar) con la S.E. Los Héroes del SEIN.
- Mediante R.M. N° 299-2011-MEM/DM del 04.07.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación.
- Con R.S. N° 025-2012-EM del 08.02.2012 se otorgó Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de transmisión eléctrica a favor de GTS Tacna Solar S.A.C.
- Mediante R.M. N° 231-2011-MEM/DM del 11.05.2011, se autorizó la modificación de Contrato, estableciendo como nueva fecha para la Puesta en Operación Comercial para el 31.10.2012.
- La Puesta en Operación Comercial se dio el 31.10.2012.
- La C.S. Tacna actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 16 MW.
- El periodo de generación diario es de 06:00 a 17:30 horas aproximadamente.
- Monto de Inversión: 94,6 MM US\$



Plano de Ubicación

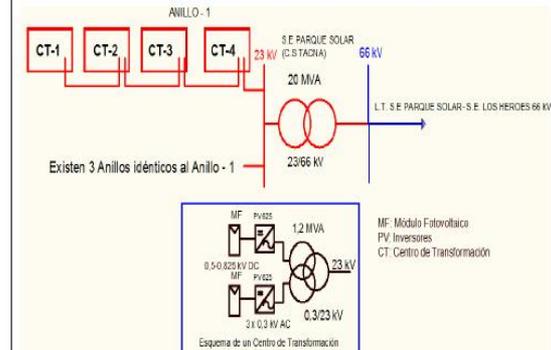


Módulos Solares Instalados



seguidor Solar

ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN



Transformador de Potencia de 20 MW – 23 / 66 kV (S.E. C.S Tacna)



Muchas Gracias

Ing° Guillermo Echeandía G.
gecheandia@osinerg.gob.pe