



GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL PERU

Setiembre 2011

Ing. Saúl Moreno Romero





QUÉ ES LA ENERGÍA?

En síntesis, es todo aquello que es capaz de producir un cambio de estado o movimiento.

TIPOS DE ENERGÍA

Energía primaria

Se obtiene directamente de la naturaleza como: la energía solar, hidráulica, eólica, biomasa, combustibles de origen vegetal y animal, o después de un proceso de extracción como, el petróleo, gas natural, carbón mineral, geotérmica, energía nuclear, etc.

Energía secundaria

Obtenida de la transformación de energía primarias. Ejemplo: electricidad, derivados del petróleo, carbón vegetal, biodiesel, etc.



ENERGÍA RENOVABLE

Se denomina a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, debido a la abundancia de su disponibilidad o por ser capaces de regenerarse por medios naturales.

CLASIFICACIÓN

Las Energías Renovables se clasifican en:

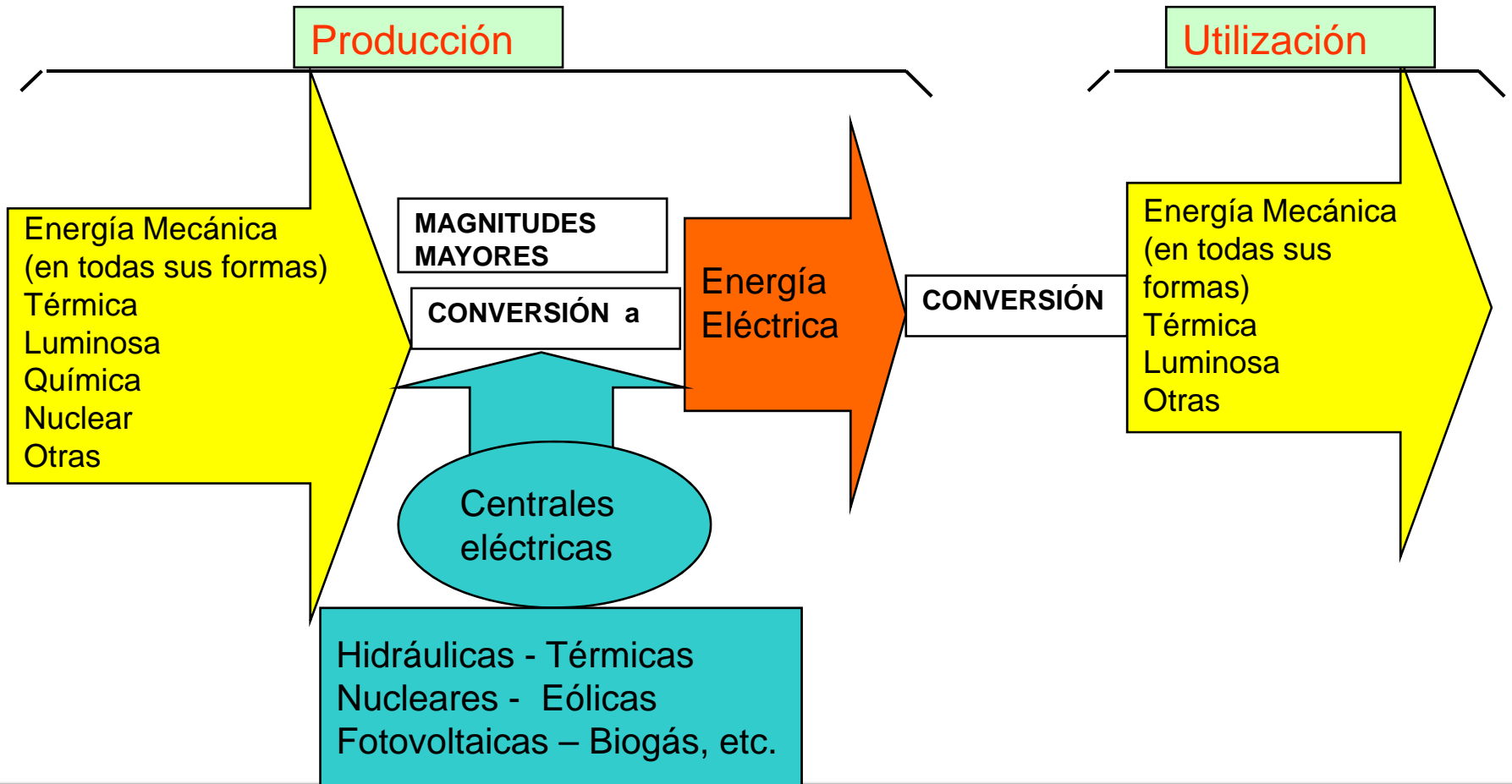
Energías Renovables Convencionales: Utilizadas en grandes centrales hidroeléctricas;

Energías Renovables No Convencionales: Que se emplean en generación eólica, solares fotovoltaicas y térmicas, geotérmicas, mareomotrices, biomasa, las pequeñas hidroeléctricas, celdas de hidrógeno.



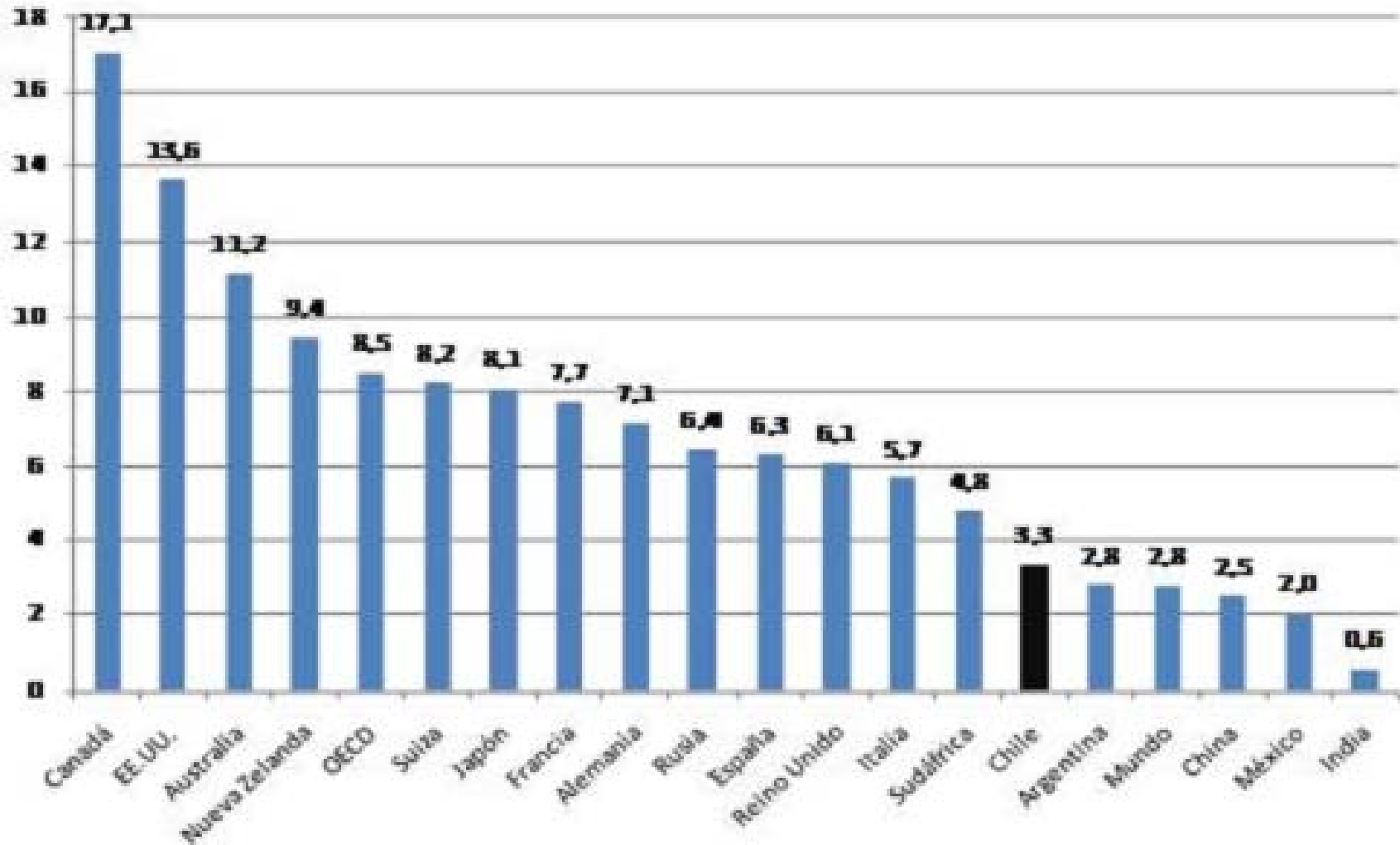
CONCEPTOS BÁSICOS DE ENERGÍA

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.





Consumo de energía kWh/hab. en el mundo





Número de centrales eléctricas a nivel nacional:

DEPARTAMENTO	Aislado	SEIN	COES	Total general	%
Amazonas	4	3		7	4%
Ancash	4	2	3	9	5%
Apurímac		8		8	4%
Arequipa	7	6	14	27	14%
Ayacucho		2		2	1%
Cajamarca	5	15	3	23	12%
Cusco		2	1	3	2%
Huancavelica		1	2	3	2%
Ica			2	2	1%
Junín	1	11	6	18	10%
La Libertad	2	4	1	7	4%
Lambayeque			1	1	1%
Lima	7	3	20	30	16%
Loreto	6			6	3%
Madre de Dios	2	1		3	2%
Moquegua			2	2	1%
Pasco	1		1	2	1%
Piura		10	10	20	11%
Puno		1	3	4	2%
San Martín		6		6	3%
Tacna			2	2	1%
Tumbes			1	1	1%
Ucayali	1		2	3	2%
Total general	40	75	74	189	100%



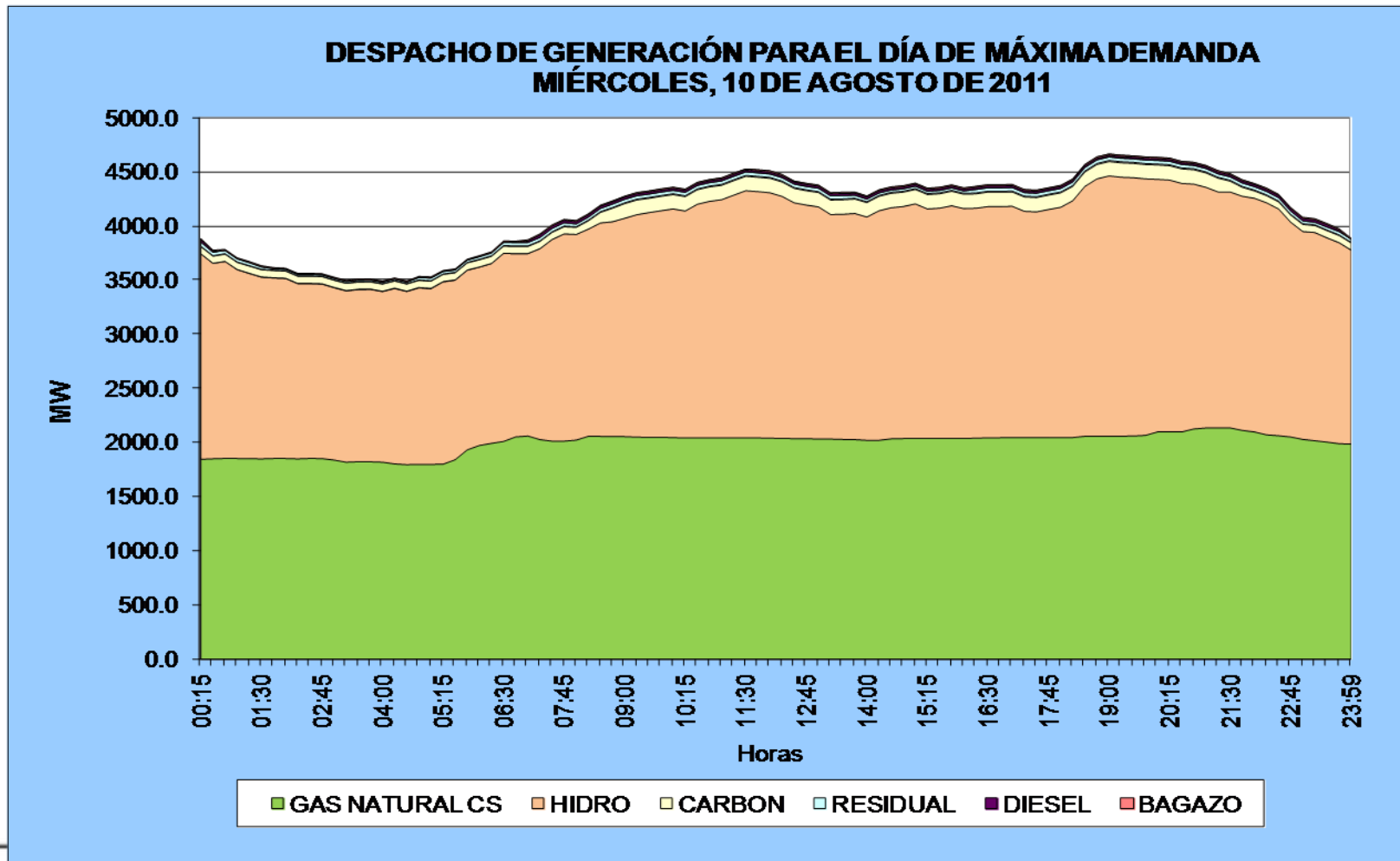
PARQUE GENERACIÓN: Cajamarca

En el departamento de Cajamarca existen 23 centrales eléctricas, cuya potencia total es de 177 MW, de las cuales 5 abastecen sistemas aislados, 15 operan interconectadas al SEIN, de estas 3 son despachadas por el COES.

SISTEMA	TIPO CENTRAL	CENTRAL	Potencia instalada (MW)
COES	H	Caña brava	5.71
COES		Carhuaquero	105.02
COES		GALLITO CIEGO	34
Aislado	H	Buenos Aires	1.33
Aislado		Catilluc	0.47
Aislado		Pomahuaca	0.255
Aislado		Pucará	0.85
Aislado		Tabaconas	0.245
SEIN	H	Cantange	1.606
SEIN		Chicche	0.576
SEIN		Chiriconga	2
SEIN		Guineamayo	1.2
SEIN		Huayunga	0.52
SEIN		La Pelota	3.2
SEIN		Paucamarca	0.328
SEIN		Quanda	2.8
SEIN		Querocoto	1.448
SEIN		Shipilco	0.58
SEIN	T	Bambamarca	0.5
SEIN		Cajamarca	6.624
SEIN		Chota	2.45
SEIN		Cutervo	1.1
SEIN		Jaen	4.7
		Total	177.512

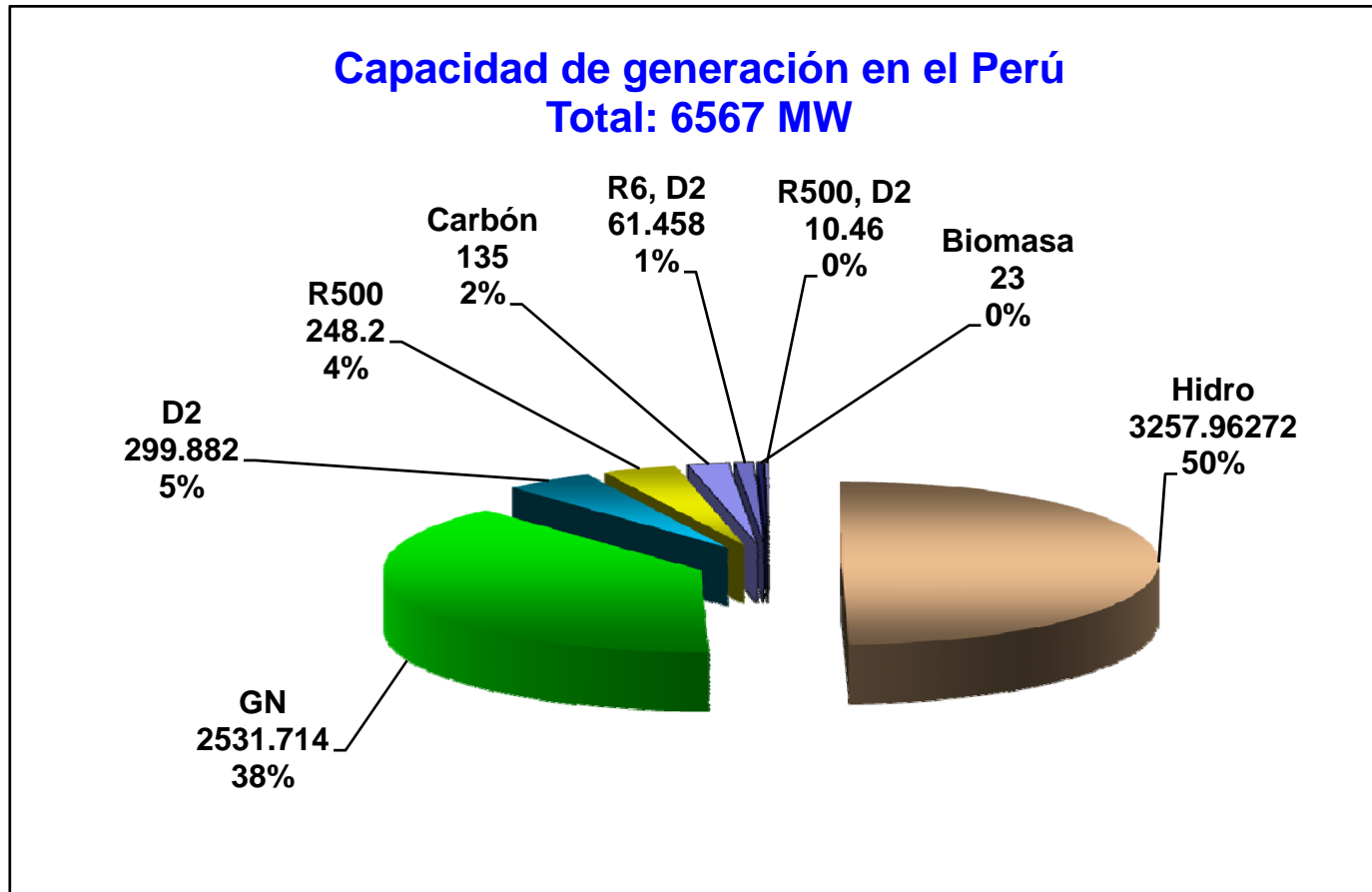


COBERTURA DE LA DEMANDA EN EL SEIN





CAPACIDAD DE GENERACIÓN EN EL PERÚ POR TIPO COMBUSTIBLE





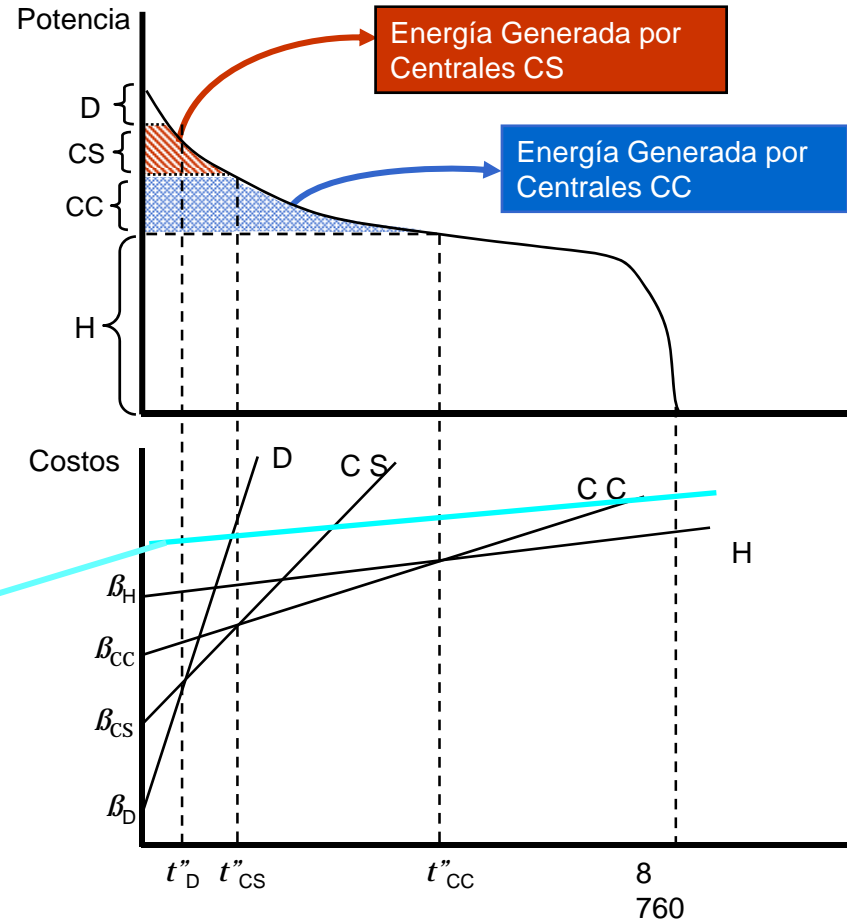
COSTOS DE ENERGÍA

Si solo se consideraran los costos de y operación, las energías renovables no convencionales **no serían viables** debido a la magnitud de sus costos fijos de inversión.

En tanto no cambie esta situación (mediante impuestos medioambientales u otros mecanismos), su participación solo es posible con tarifas **subsidiadas**.

Además del establecimiento de **cuotas mínimas** en el parque generador.

Renovable No Convencional



H: Hidráulica, CC: Ciclo Combinado, CS: Ciclo Simple, D: Diesel

β : Costo Fijo Anual de Tecnología, b_i : Costo Variable por hora de Tecnología



Las actividades de generación según Ley de Concesiones Eléctricas (LCE)

Artículo 3º.- Se requiere concesión definitiva para el desarrollo de cada una de las siguientes actividades:

- a) La generación de energía eléctrica que utilice recursos hidráulicos, con potencias instaladas mayores a 500 kW;
- d) **La generación de energía eléctrica con recursos Energéticos Renovables** conforme a la Ley sobre la materia, con potencias instaladas mayores de 500 kW.

Artículo 4º.- Se requiere autorización para desarrollar las actividades de generación termoeléctrica, cuando la potencia instalada sea superior a 500 kW.



TECNOLOGÍAS RER

- Eólica,
- Solar térmica y fotovoltaica,
- Geotérmica,
- Mareomotriz,
- Biomasa y
- Pequeñas hidroeléctricas con una capacidad instalada de hasta 20MW.

Ventajas: Son renovables y su costo de utilización es bajo

Desventajas: Elevado costo de inversión y es variable o discontinua su persistencia en el tiempo.



Generación Eólica

El término eólico viene del latín Aeolicus, relativo a Éolo, dios de los vientos en la mitología griega .

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire.

El viento, fuente de energía

La energía eólica se ha convertido en una de las alternativas renovables más utilizadas.

ASPAS
Son de fibra de vidrio y miden aproximadamente 15 metros.

GENERADOR

SENSORES
Miden las condiciones atmosféricas.

AEROGENERADORES INTELIGENTES

Los molinos están diseñados para adaptarse a las condiciones de viento, dirección y velocidad, para conseguir el máximo rendimiento y proteger el conjunto en caso de temporal.

CONJUNTO
Aproximadamente 60 toneladas de peso

BARQUILLA
Controla el generador y los motores de orientación

Potencial eólico en el territorio panameño

Si el viento es débil las palas se orientan verticalmente para ofrecer la máxima potencia y se inicia el giro del rotor.

Cuando el viento es excesivo las palas se colocan paralelas al viento y el rotor deja de girar.

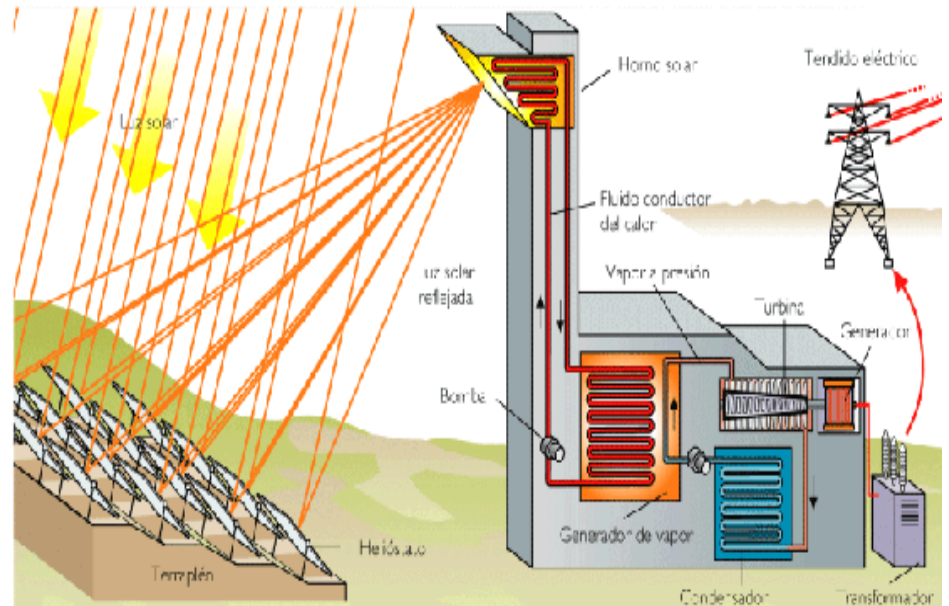
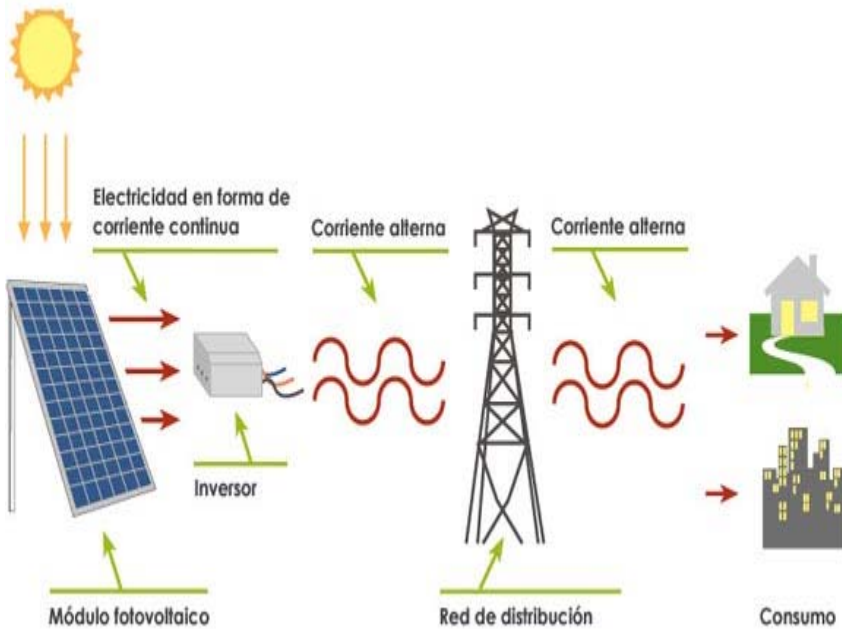
La electricidad es enviada por cables que bajan por el interior de la torre y se conecta a la red camino a la central.

La central recibe la energía eléctrica en una batería para luego transportarla a la ciudad o poblado al cual se suministrará.



Generación Solar

La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. La radiación solar anual a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la humanidad. De ahí que la radiación solar, recogida de forma adecuada con paneles solares o concentración calorífica, puede transformarse en otras formas de energía.

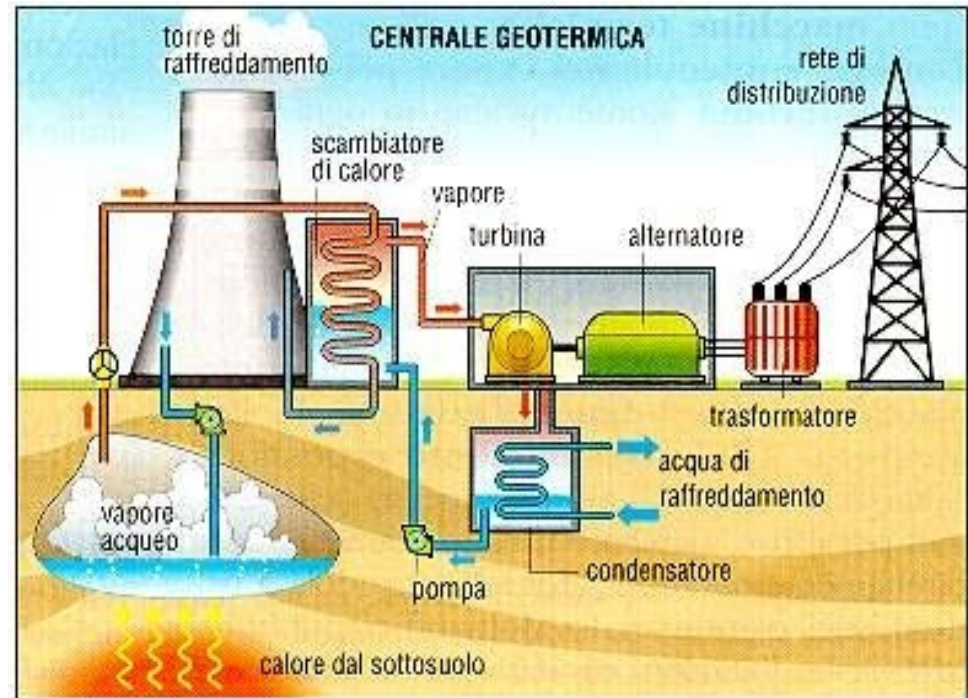




Generación Geotérmica

El término geotérmica viene del griego geo, "Tierra"; y de thermos, "calor"; literalmente "calor de la Tierra". Es obtenida mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Parte del calor interno de la Tierra (5.000 °C) llega a la corteza terrestre. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar.

Existe gran potencial de esta energía en las cadenas volcánicas del sur del Perú.





Generación Mareomotriz

La energía mareomotriz es ocasionada por las fuerzas gravitatorias entre la Luna, la Tierra y el Sol, que originan las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre estos tres astros.

Esta diferencia de alturas puede aprovecharse en lugares estratégicos como golfos, bahías o estuarios utilizando turbinas hidráulicas que se interponen en el movimiento natural de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Mediante su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad.

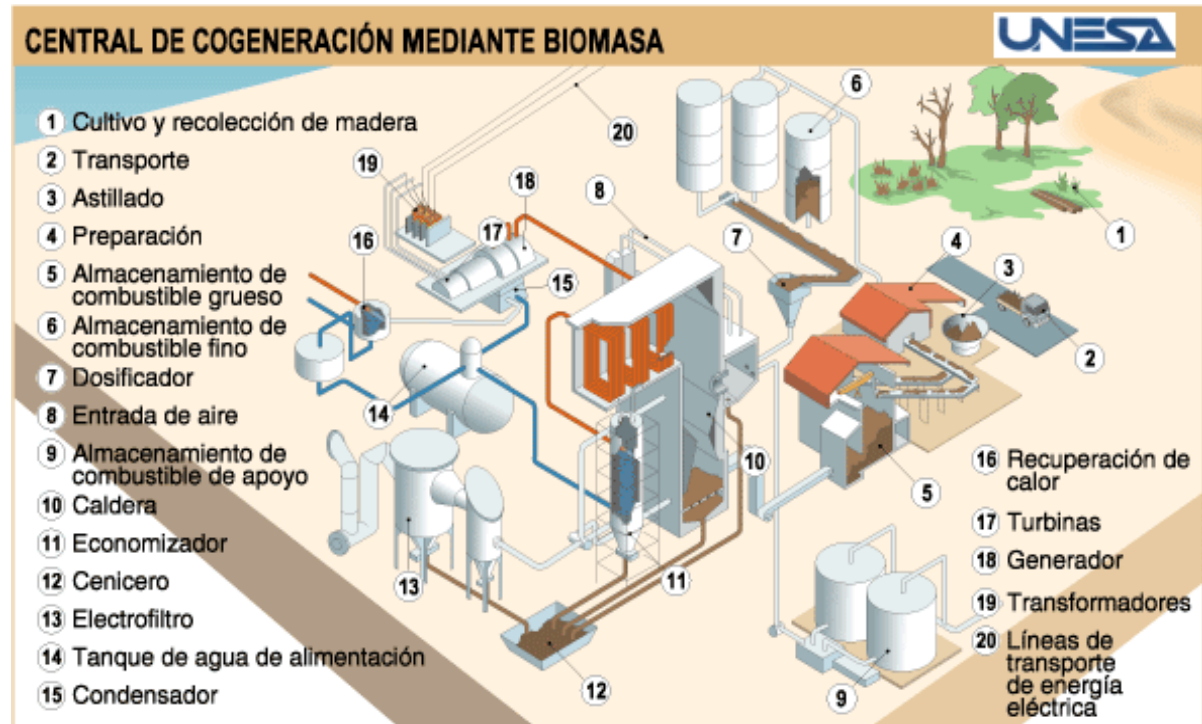




Biomasa

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso de fotosíntesis en las plantas que contienen clorofila, que transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos, además emiten oxígeno.

Mediante estos procesos, la biomasa almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal, liberando de nuevo el dióxido de carbono almacenado.



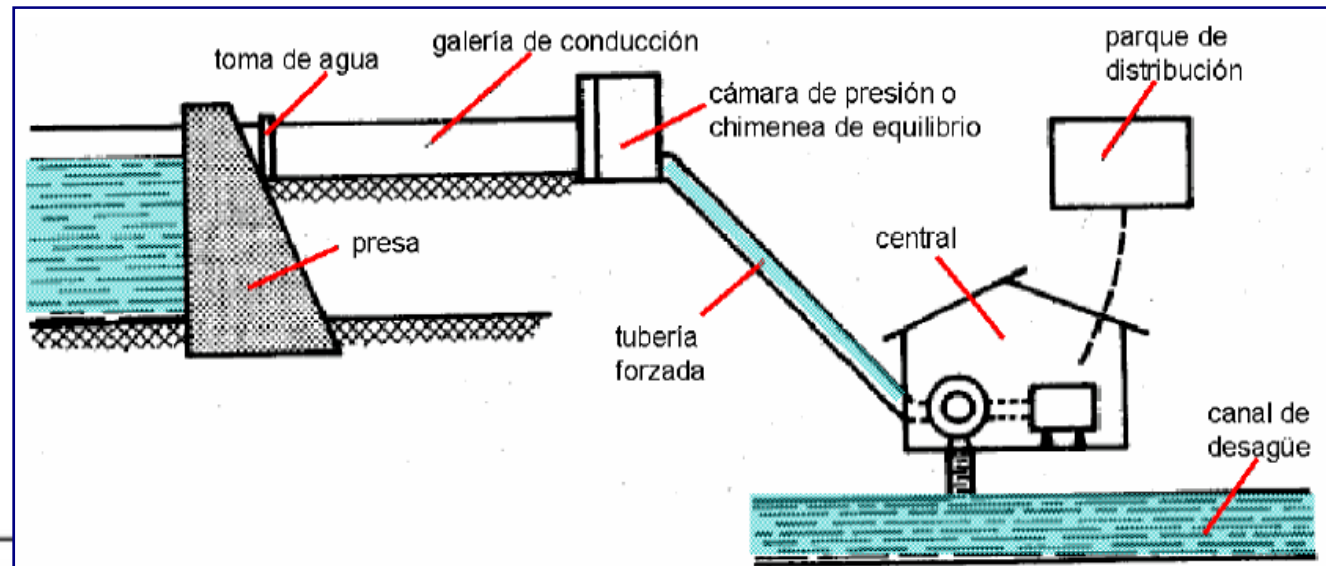


Pequeñas centrales hidroeléctricas

La energía hidráulica o energía hídrica se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de agua en ríos, saltos de agua o mareas. Es un tipo de Energía Renovable No Convencional cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla, en caso contrario es considerada sólo una forma de energía renovable convencional.

En nuestro país las centrales mini hidráulicas son aquellas que cuentan con una potencia instalada menor a 20 MW. Esta tecnología renovable es la forma más amigable con el medioambiente que se conoce para la producción de electricidad.

Su empleo data desde hace siglos mediante la rueda hidráulica aplicada, por ejemplo, en molinos rurales.





PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA GENERACIÓN CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES (RER) EN EL PERÚ

En mayo de 2008, se emitió el Decreto Legislativo 1002 - Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables, que promueve la inversión para la generación de electricidad con el uso de Recursos Energéticos Renovables (RER), tales como la energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y las pequeñas hidroeléctricas con una capacidad instalada de hasta 20MW.

En marzo de 2011, se publicó el Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 012-2011-EM



SUBASTAS RER

De acuerdo a lo dispuesto en el Decreto Legislativo 1002, se han convocado dos subastas de las cuales la segunda se encuentra en proceso.

Los precios de reserva o precios máximos fueron fijados por el regulador OSINERGMIN GART, a través de estudios encargados a consultoras especialistas en este tipo de tecnologías y considerando entre otros, el tipo de tecnología, costos de inversión, costos de explotación, un horizonte de 20 años, una tasa de rentabilidad de 12% anual, el tamaño de los proyectos, los costos de conexión y otros factores que incentiven la inversión de proyectos con costos eficientes.



a) PRIMERA SUBASTA

Duró aproximadamente un año (agosto 2009 a julio 2010).

Su objetivo fue seleccionar mediante un proceso de subasta los proyectos de generación RER con biomasa, eólica, solar y pequeñas hidroeléctricas para el suministro de electricidad al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, teniendo como límites, entre otros, a: a) la fecha máxima para la puesta en operación comercial el mes de diciembre de 2012; b) las cuotas de energía asignadas a tecnología y c) los precios base máximos.

Al no haberse cubierto la totalidad de la energía requerida en el proceso de subasta, se procedió con una segunda convocatoria para cubrir la energía remanente. En tal razón la Primera Subasta RER tuvo dos convocatorias, cuyo detalle se describe a continuación.



Resultados de la primera subasta: 1ra. Convocatoria

I.- RESULTADOS EN ENERGÍA:

RESULTADOS	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Precio Máximo (Ctv US\$/kWh)	12,00	11,00	26,90	
Energía Requerida (GWh/año)	813,00	320,00	181,00	1 314,00
Energía Adjudicada (GWh/año)	143,30	571,00	172,94	887,24
N° de Proyectos Propuestos	2	6	6	14
N° de Proyectos Adjudicados	2	3	4	9

II.- RESULTADOS EN POTENCIA

RESULTADOS	Hidroeléctrica
Precio Máximo (Ctv US\$/kWh)	7,40
Potencia Requerida (MW)	500,00
Potencia Adjudicada (MW)	161,71
N° de Proyectos Propuestos	17
N° de Proyectos Adjudicados	17

Con estos resultados se logró cubrir el 68% de la energía requerida para las tecnologías eólica, biomasa y solar. En el caso de las centrales hidroeléctricas RER, se adjudicó el 32% de lo ofertado. En consecuencia, la primera convocatoria fue declarada parcialmente desierta, lo que originó iniciar una segunda convocatoria para subastar los requerimientos no cubiertos.



Resultados de la primera subasta: 2da. Convocatoria

I.- RESULTADOS EN ENERGÍA:

RESULTADOS	Biomasa	Solar	Total
Precio Máximo (Ctv US\$/kWh)	5.50	21.10	
Energía Requerida (GWh/año)	419.00	8.00	427.00
Energía Adjudicada (GWh/año)	11.70	0.00	11.70
N° de Proyectos Propuestos	5	3	8
N° de Proyectos Adjudicados	1	0	1

II.- RESULTADOS EN POTENCIA

RESULTADOS	Hidroeléctrica
Precio Máximo (Ctv US\$/kWh)	6.40
Potencia Requerida (MW)	338.29
Potencia Adjudicada (MW)	19.00
N° de Proyectos Propuestos	17
N° de Proyectos Adjudicados	2



a) SEGUNDA SUBASTA

Actualmente se encuentra en proceso. La energía requerida por tecnología es la siguiente:

	Tecnología Biomasa con:		Tecnología Eólica	Tecnología Solar	Total
	Residuos agro- industriales	Residuos urbanos			
Energía MWh/año	593 000	235 000	429 000	43 000	1 300 000

La Energía Adjudicada para cada tecnología será el resultado de la Subasta.

Adicionalmente, la generación RER de proyectos hidroeléctricos, hasta un máximo de 681 000 MWh/año.

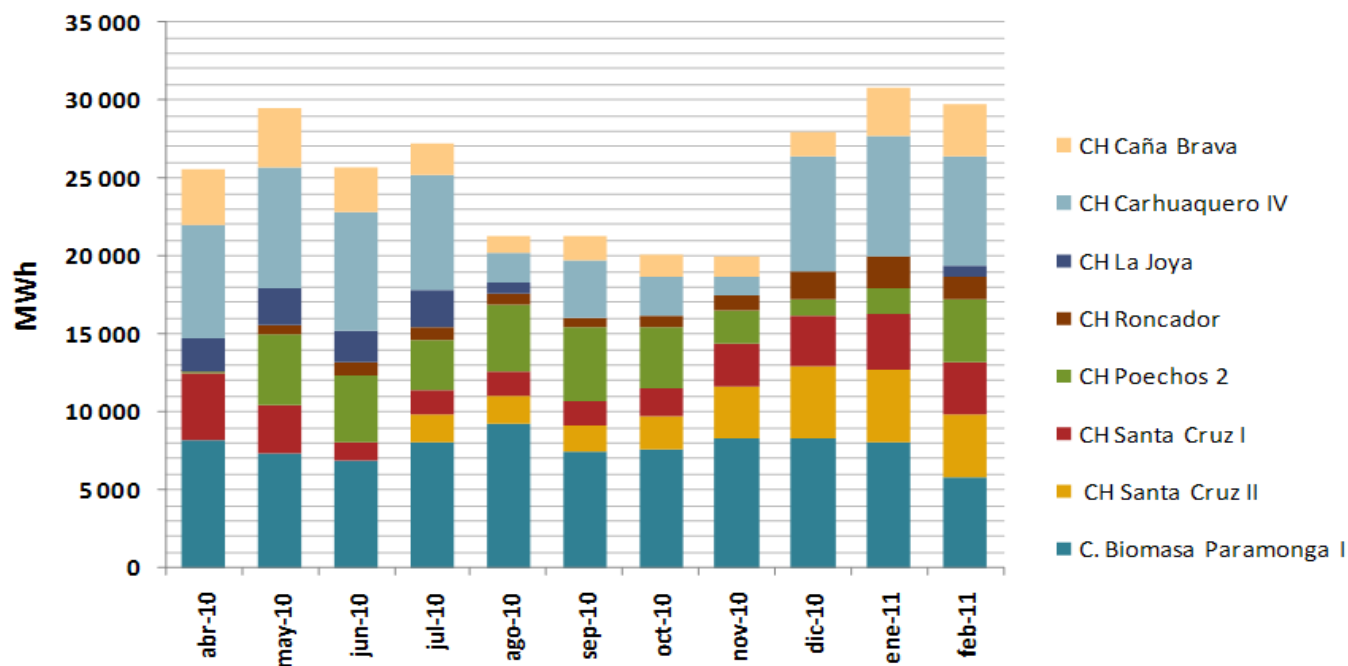
La Puesta en Operación Comercial de los proyectos de generación RER deberá ser, a más tardar, el 31 de diciembre del 2014.



PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD CON RER

A febrero de 2011, son ocho las centrales de generación RER que vienen produciendo electricidad en el Sistema interconectado Nacional, siete de ellos ingresaron a operación comercial en abril de 2010 y el octavo en julio de 2010. Los demás proyectos RER tienen previsto ingresar a operación comercial a más tardar el 31 de diciembre de 2012.

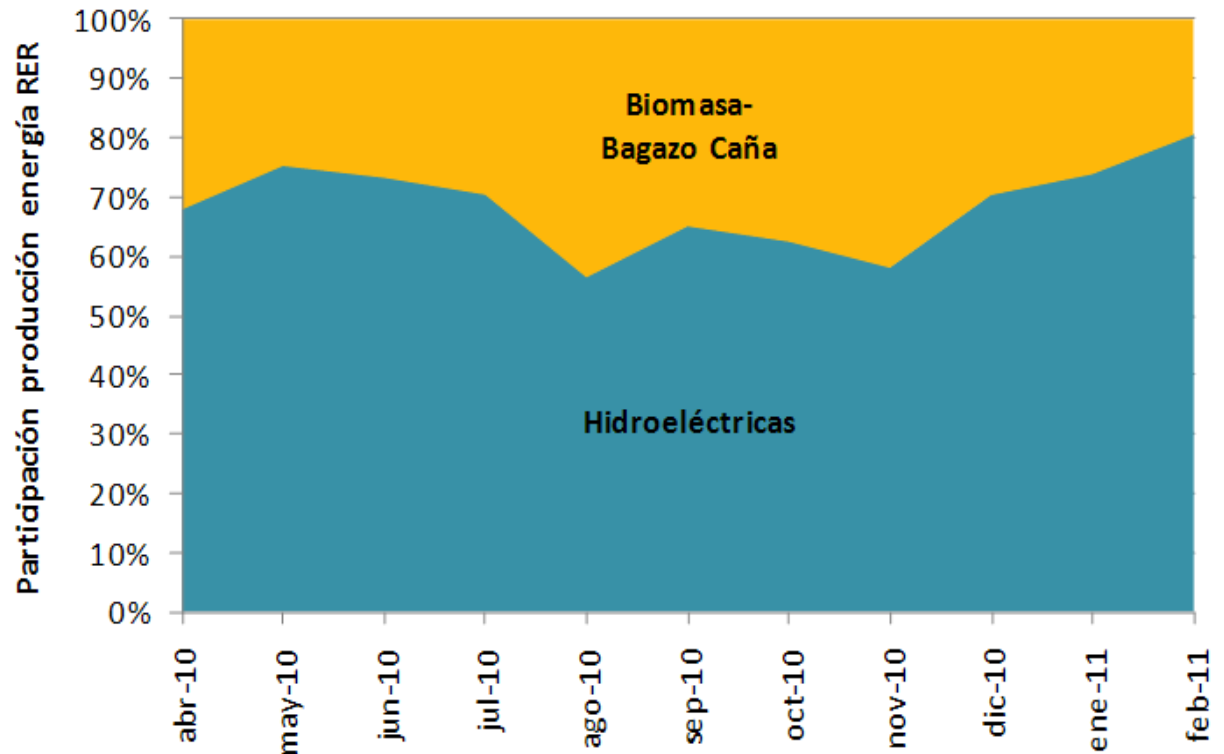
El gráfico muestra la producción mensual de las centrales RER que han ingresado a operación comercial.





PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD CON RER

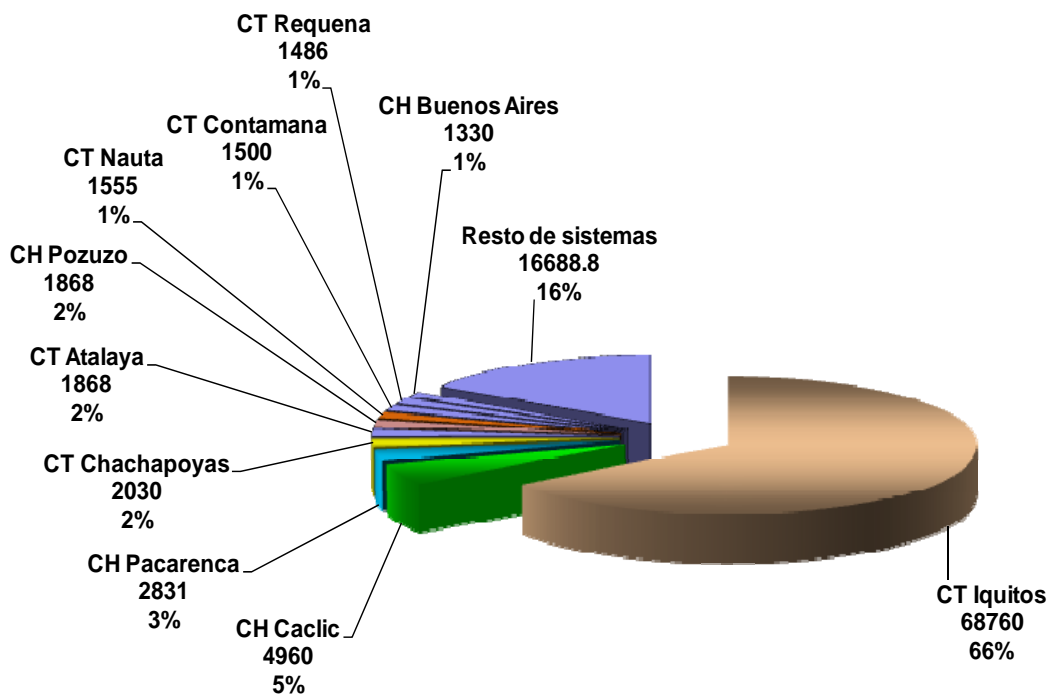
Entre los ocho generadores RER destaca la producción de electricidad de la central de generación con Biomasa (Bagazo de caña de azúcar) con aproximadamente el 30% de la producción de energía eléctrica con recursos energéticos renovables.



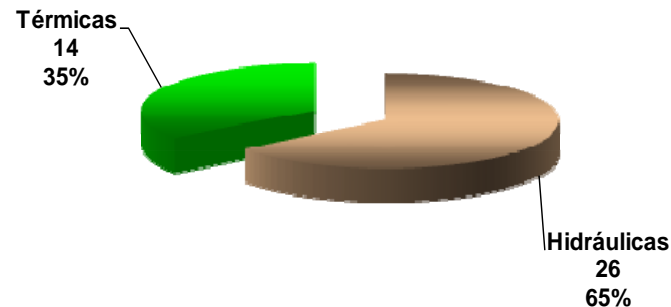


GENERACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS AISLADOS A CARGO DE LAS CONCESIONARIAS DE DISTRIBUCIÓN

Capacidad de generación en sistemas eléctricos aislados
Total: 105 MW



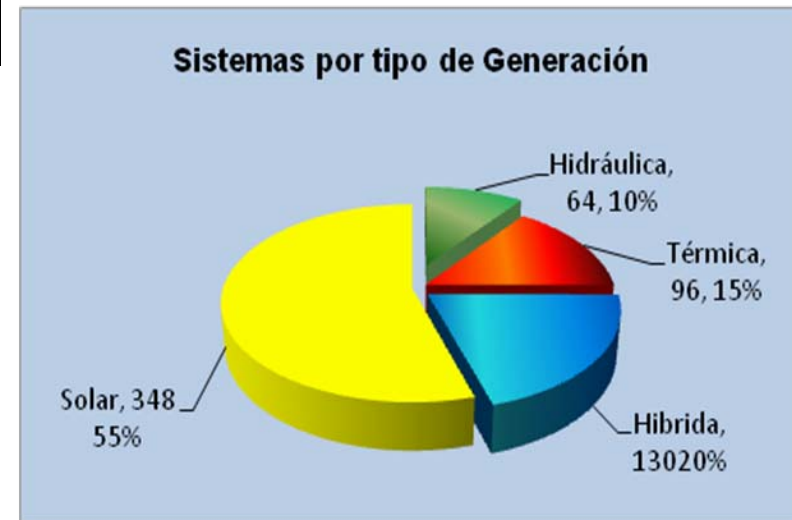
Capacidad de generación en sistemas eléctricos aislados
Total: 105 MW





SISTEMAS ELÉCTRICOS RURALES AISLADOS IDENTIFICADOS A CARGO DE MUNICIPALIDADES Y ENTIDADES LOCALES

Tipo de Generación	N° de sistemas aislados registrados	Potencia instalada (MW)	Número de usuarios
Hidráulica	64 ¹	10,40	26 195
Térmica	96 ¹	7,40	10 890
Hibrida	130 ²	0,33	445
Fotovoltaica	348 ³	0,32	6 197
Total	638	18,45	43 727





FIJACIÓN DE LA TARIFA ELÉCTRICA RURAL PARA SUMINISTROS NO CONVENCIONALES (SISTEMAS FOTOVOLTAICOS)

Con el objeto de determinar la tarifa eléctrica fotovoltaica rural, previamente, se analizó y definieron los tipos de módulo de sistemas fotovoltaicos a utilizar (capacidad y tensión de servicio). Se tuvo en cuenta los requerimientos de los suministros en sistemas eléctricos rurales atendidos a través de sistemas fotovoltaicos. Los tipos definidos son los siguientes:

Tipo de Modulo	Potencia Instalada	Tensión de Servicio	Energía Promedio Mensual Disponible (kW.h/mes)		
			Costa	Sierra	Selva y Amazonía
BT8-050	50	12 V DC	7,32	7,24	6,07
BT8-080	80	12 V DC	11,75	11,54	9,66
BT8-160	160	220 V AC	16,73	16,51	13,11
BT8-240	240	220 V AC	24,92	24,51	21,19
BT8-320	320	220 V AC	33,14	32,81	29,65



SUPERVISIÓN DE LA GENERACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS AISLADOS

La supervisión de la generación en sistemas aislados se realiza mediante el procedimiento No. 220-2010-OS/CD.

OBJETIVO DEL PROCEDIMIENTO

Mejorar la confiabilidad y calidad del suministro eléctrico en los sistemas aislados

ALCANCE

Las empresas distribuidoras que desarrollan actividades de generación eléctrica para el suministro a sistemas aislados.

INDICADORES

Para verificar el grado de confiabilidad y calidad del suministro de cada sistema eléctrico, se utilizan, los siguientes indicadores:

- Margen de Reserva de Generación.
- Número de Salidas Forzadas.
- Duración de Salidas Forzadas.



Número de salidas forzadas e índice de indisponibilidad

Tipo de generación que abastece el sistema	Número máximo acumulado de salidas forzadas/semestre (s)	Horas máximas de indisponibilidad forzada/semestre (h)
Generación Hidráulica/ Mixta	4	6
Generación térmica	3	6

Límites de márgenes de reserva

El margen de reserva en generación que garantiza la cobertura de la demanda en los sistemas eléctricos aislados, ha sido determinado mediante Resolución OSINERGMIN N° 0168-2007-OS/CD, según Informe N° 0113-2007-GART de “Determinación de los precios en Barra”.

Categoría	Margen de Reserva	Sistemas
A	30%	Térmicos
B	30%	Hidráulicos
E	20%	Iquitos
F	20%	Iberia-Iñapari
G	20%	Tarapoto
I	30%	Térmicos de EOR, no precisados en E,F y G



CAUSAS QUE ORIGINAN SALIDAS FORZADAS DE LA GENERACIÓN

Fallas por causas Propias



Fallas en redes



Fallas atribuibles a terceros



Fallas por FN o FM



Extraordinarios, imprevisibles e irresistibles



Adicionalmente se ha establecido la implementación de:

- **Planes de Contingencias Operativas (PCO)** para mantener la continuidad del servicio ante la ocurrencia de cualquier eventualidad que afecte el suministro.
- **Programas de Adecuación de Confiabilidad del Suministro (PACS)**, para garantizar la cobertura del incremento de la demanda.

Estos planes involucran las **actividades de transmisión y distribución.**



EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN QUE NO CUMPLEN CON EL LIMITE DE TOLERANCIA DEL MARGEN DE RESERVA DE GENERACIÓN EN SISTEMAS ELECTRICOS AISLADOS
AÑO DEL 2009

