Colegio de Ingenieros del Perú

Consejo Departamental de Lima

Capítulo de Ingeniería Mecánica y MecánicaEléctrica

ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA NACIONAL

Presentación ante la Comisión de Energía y Minas
Congreso de la República

Dr. Jaime E. Luyo

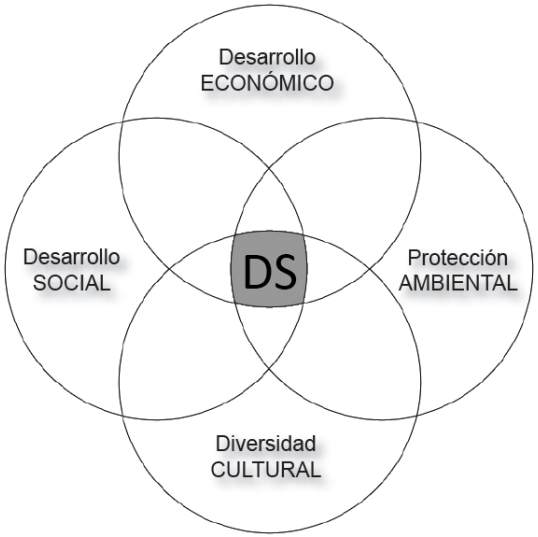
Lima, 20 de octubre del 2014

CONTENIDO

- De la Seguridad Energética a la Sostenibilidad Energética (SE).
- Calificación y Clasificación del Perú en SE según el WEC .
- La Matriz Energética del Perú y la Sostenibilidad Ambiental
- Nuevas Tecnologías con Recursos Energéticos Renovables.
- Mitos sobre RER en Perú.
- El Mito: “ Hay que esperar las Señales del Mercado ”
- Visión y Estrategia del Sector Energía . Orientaciones de Política para la Sostenibilidad Energética Nacional.

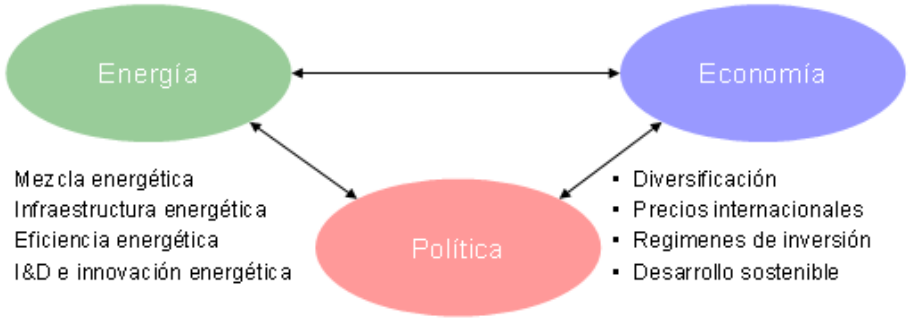
Desarrollo Sostenible y Seguridad Energética

Desarrollo Sostenible



Competitividad Responsable (CR), que *"consiste en hacer que el desarrollo sostenible (sustentable o perdurable) (DS) pese en los mercados globales".*

Seguridad Energética



- Interdependencia
- Seguridad internacional
- Seguridad nacional
- Políticas publicas

Fuente : A. Chiri y J.E. Luyo, *La Seguridad Energética: Un Reto para El Perú en el Siglo XXI,* Edit. C.I.P., Lima, dic.2008

Definición de la Seguridad Energética

La Agencia Internacional de Energía define ***la seguridad energética como la disponibilidad ininterrumpida de las fuentes de energía a un precio asequible*.**

La seguridad energética tiene muchos aspectos: la ***seguridad energética a largo plazo*** se ocupa principalmente de las inversiones oportunas para suministrar la energía en consonancia con el crecimiento económico y las necesidades ambientales. Por otro lado, la ***seguridad energética a corto plazo*** se centra en la capacidad del sistema de energía para reaccionar rápidamente a los cambios repentinos en el equilibrio entre oferta y demanda energética.

International Energy Agency, 2014

Seguridad Energética según los *Stakeholders*

Adaptación de : CERA, Mass, USA

Seguridad Energética: Principios

- *Diversificación* del suministro, cuando el país es dependiente de las importaciones debe tener varios proveedores, y tener fuentes energéticas diversas; este principio era considerado exclusivamente durante la mayor parte del siglo pasado, pero con el proceso de *globalización* de las dos últimas décadas, han surgido otros factores y agentes en la problemática de la seguridad energética que se deben tener en cuenta.

- *Interdependencia*, cuando los países tienen infraestructuras interconectadas, y por la vinculación entre productores y consumidores a través de la cadena de suministro mediante redes terrestres o marítimas integrando a los mercados; y también cuando existe interconexión entre infraestructuras energéticas, como la de *gas y electricidad*.

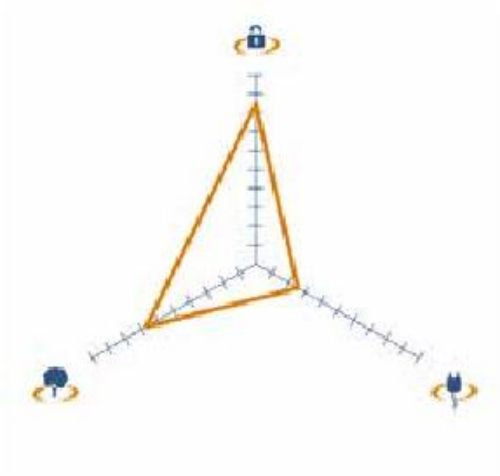
- *Resiliencia*, que es la capacidad de recuperación a su estado normal después de una perturbación (fallas de operación, sabotajes, fenómenos naturales), lo que está vinculado a la suficiencia de capacidad de producción y la *reserva energética.*

- *La información*, que es importante para el conocimiento oportuno y actualizado de la situación tanto de la oferta como la demanda energética a nivel nacional e internacio-nal, de los eventos naturales y climáticos, políticos y posibles actos de sabotaje a la infraestructura energética; y que también tiene que ver con la transparencia en las transacciones de los agentes económicos para evitar actos de *corrupción.*

Fuente : A. Chiri y J.E. Luyo, *La Seguridad Energética: Un Reto para El Perú en el Siglo XXI,* Edit. C.I.P., Lima, dic.2008

Sostenibilidad Energética de Perú según el *WEC*

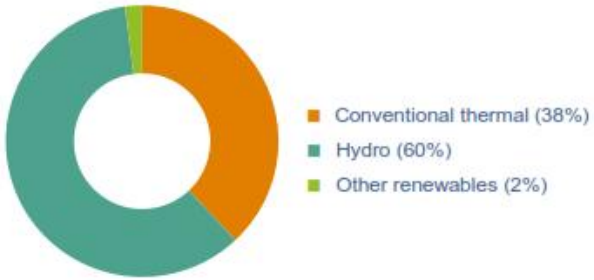
ENERGY SUSTAINABILITY BALANCE



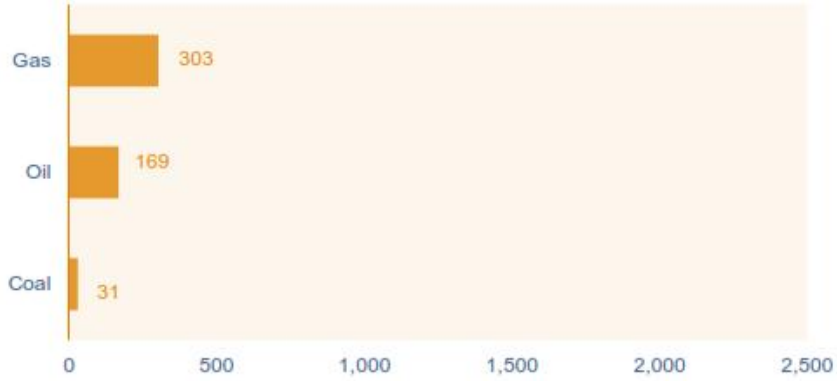
ENERGY SUSTAINABILITY INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2011	2012	2013	Trend	Score
Energy performance	37	33	45	↓	
Energy security	8	9	21	↓	A
Energy equity	99	91	96	↓	C
Environmental sustainability	34	34	43	↓	B
Contextual performance	72	66	60	↑	
Political strength	79	76	69	↑	
Societal strength	82	79	79	→	
Economic strength	55	47	23	↑	
Overall rank and balance score	**47**	**41**	**45**	↓	**ABC**

DIVERSITY OF ELECTRICITY GENERATION



FOSSIL FUEL RESERVES (IN MTOE)



Fuente: World Energy Council, WEC, 2013

Comentarios: Perú está en el 45º lugar de 129 países; precedido por México (41);Ecuador (35); Brasil(34); Panamá(29);Argentina(26); Colombia(24),y Costa Rica (21).

- Ha retrocedido en todas las dimensiones del sostenibilidad energética: *El Trilema Energético.*

Matriz Energética del Perú y Performance Ambiental

COMENTARIOS:

-El uso de la leña, bagazo-bosta-yareta se mantiene aún en el *13%* que cubre cerca del *45 %* del consumo residencial; y el actual coef. de electrificación de *88.9 %* uno de los más bajos de la región ; lo que corrobora la alta *pobreza energética* .

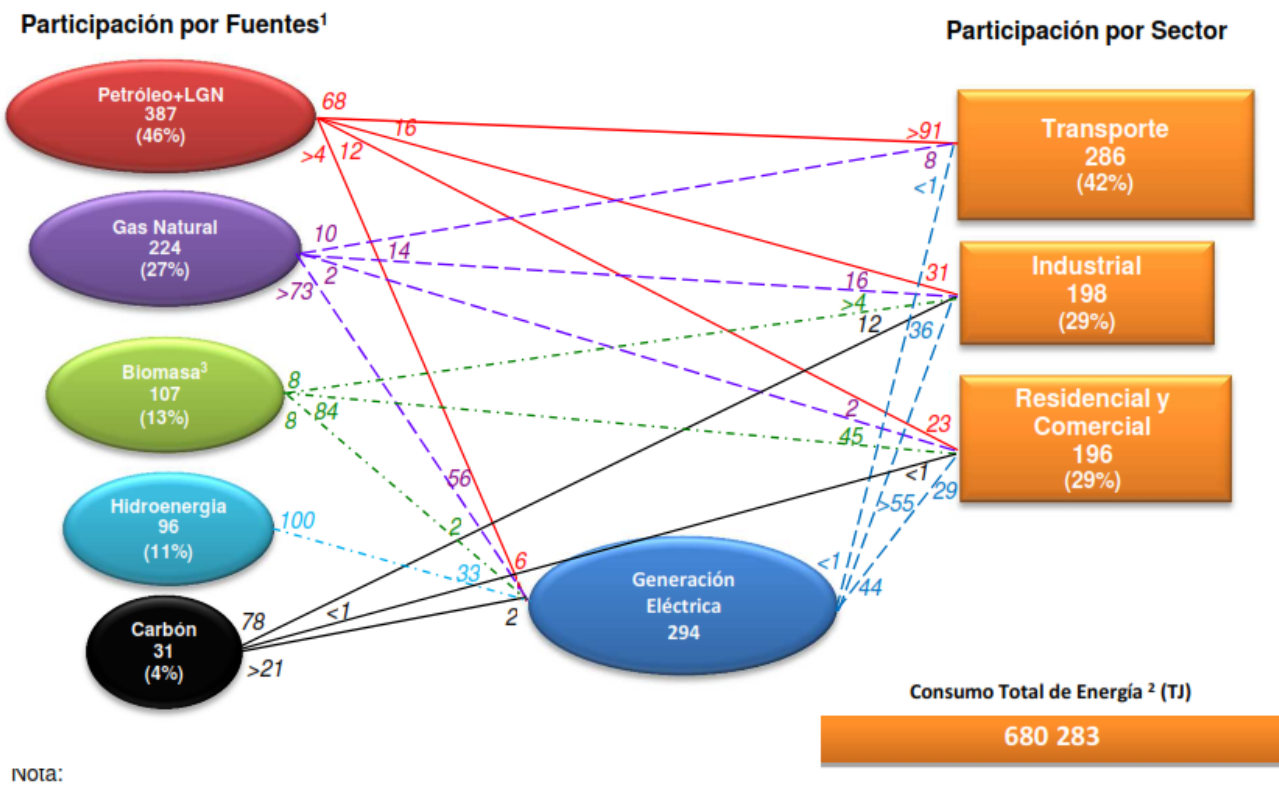
Problema que se concentra en la zonas rurales (c.e. 70%).

-El alto suministro de petróleo , gas y derivados *(73 %)* , para el sector transporte , y la producción termoeléctrica a gas ; son las principales fuentes que afectan la *salud medioambiental.*

- El bajo uso de la fuentes renovables limpias *(11% aprox)* en la oferta total.

-Los mayores impactos a la *vitalidad de los ecosistemas** están relacionados a la explotación de hidrocarburos y las vías de penetración en la zona de selva.

Matriz Energética del Perú 2012 - PJ



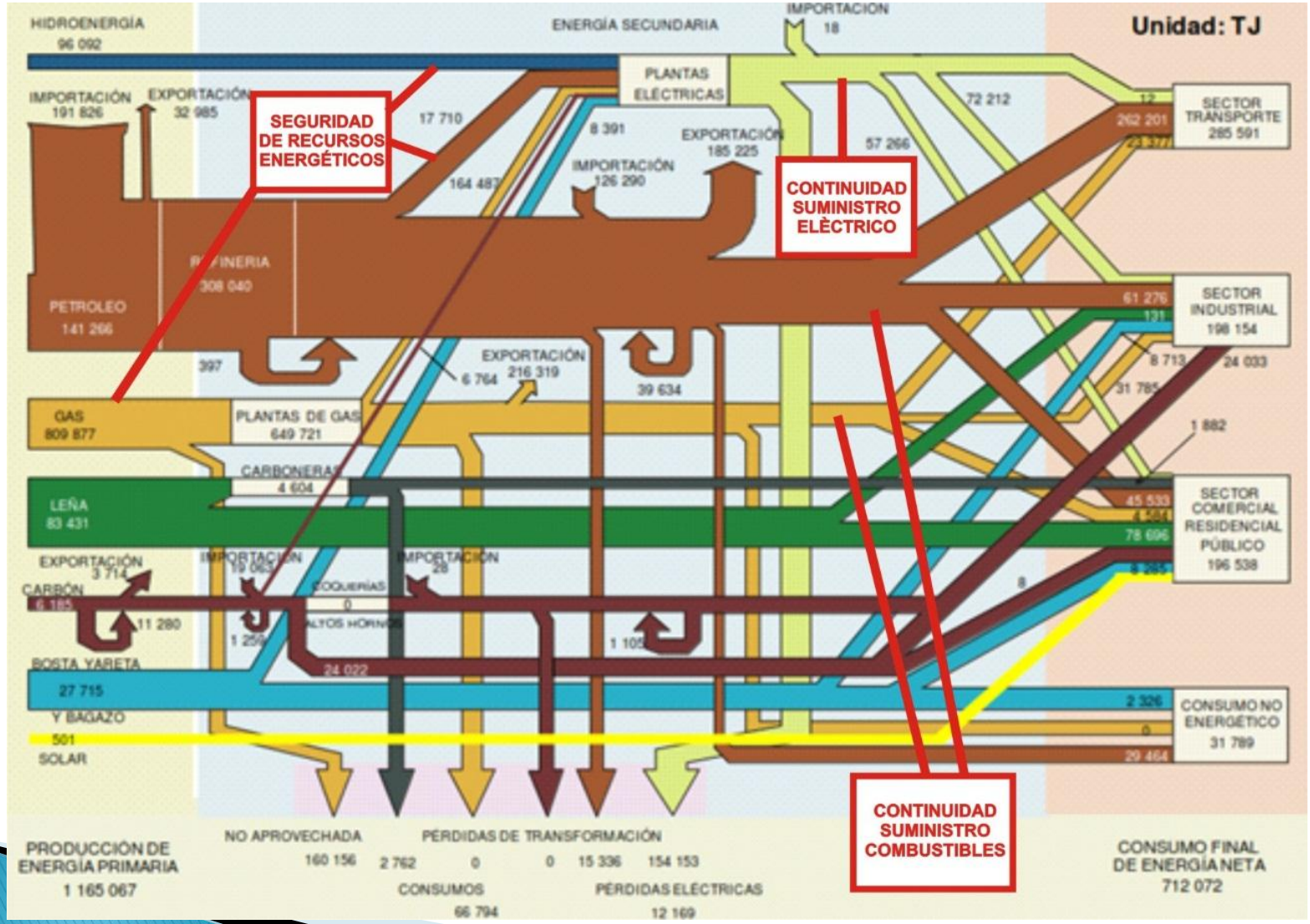
Nota:
¹: Después de pasar por los Centros de Transformación y/o descontadas las pérdidas, excepto para generación eléctrica
²: No considera consumos finales de No Energéticos.
³: La Biomasa integra a la Leña, Bosta & Yareta, Bagazo y Biogas.
1/ La participación de la energía solar es mínima y también el consumo de electricidad en el sector transporte.
2/ PJ = 10^{15} Joule

Fuente : BNE 2012, MEM

* El Perú ocupa el puesto 81 entre 125 países , con tendencia a desmejorar. Calificando en el puesto 100 en la categoría Agua , el 119 en la categoría Aire con efecto al ecosistema y 89 para la salud humana; y 94 en protección forestal.

2012 Environmental Performance Index and Pilot Trend Environmental Performance Index
. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy.

FLUJO ENERGÉTICO NACIONAL Y LA SE



Fuente:Elaboración propia. Datos : BNE 2012, MEM

Nuevas tecnologías solares

La tecnología ***solar de concentación (CSP)*** se proyecta que contribuirá a muy largo plazo hasta el 40% de la electricidad generada en regiones con condiciones más favorables **(se incluye el Perú)**; 15% o 20% para regiones de alto consumo como USA , y más bajos niveles en otras regiones. Posibilita el almacenamiento y generación de base.

La ***energía solar térmica (STE)*** se utiliza en aplicaciones industriales, comerciales y residenciales a través de tecnologías diferentes, que incluyen la producción de vapor, los sistemas de calefacción, los sistemas de refrigeración e incluso la generación de electricidad. Puede producir temperaturas que van desde los 45°C hasta más de 300°C .

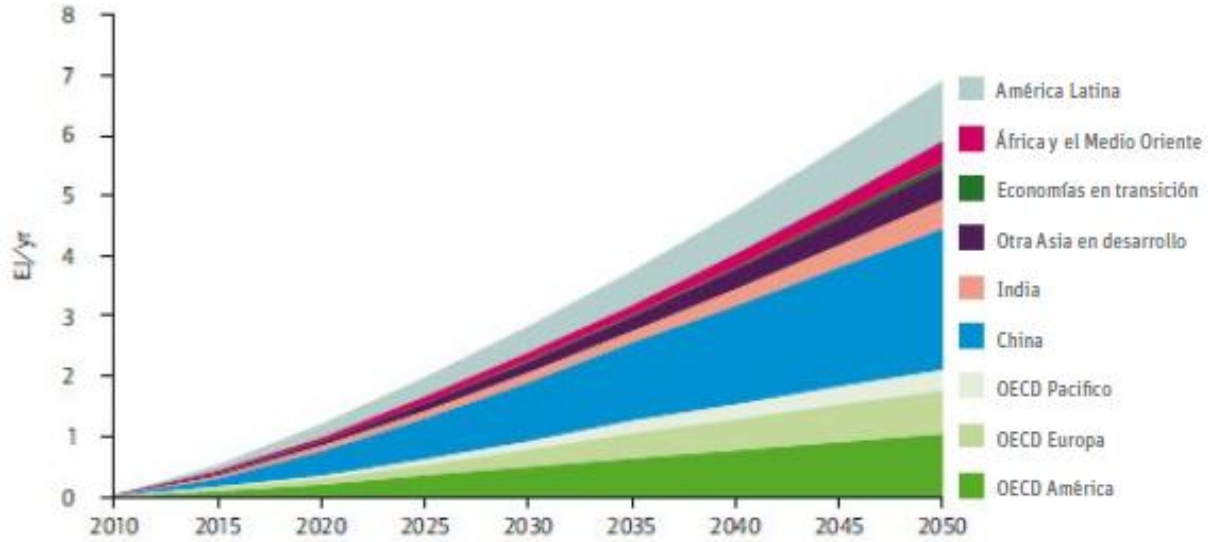
Proyección de la CSP (% del Consumo total de Electricidad) según regiones

Countries	2020	2030	2040	2050
Australia, Central Asia*, Chile, India (Gujarat, Rajasthan), Mexico, Middle East, North Africa, Peru, South Africa, south-western United States	5%	12%	30%	40%
United States (remainder)	3%	6%	15%	20%
Europe (mostly from imports), Turkey	3%	6%	10%	15%
Africa (remainder), Argentina, Brazil, India (remainder)	1%	5%	8%	15%
Indonesia (from imports)	0.5%	1.5%	3%	7%
China, Russia (from imports)	0.5%	1.5%	3%	4%

*Note: *Includes Afghanistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Pakistan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan.*

Source: IEA, 2010

Potencial de uso de calor solar térmico en procesos industriales según Regiones



MICROREDES CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA ELECTRIFICACIÓN RURAL

En el país, de acuerdo con los resultados del censo del año 2007 se tienen los siguientes valores de electrificación: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5%.Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM) , al finalizar el año 2012, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 87,2% y Rural 63% (incl. paneles FV) ; estos niveles incluso son más bajos que la media de electrificación sudamericana. Además, cerca de ***tres millones de pobladores rurales*** no tienen acceso a fuentes de energía moderna para luz y calor.

A nivel internacional, esta problemática de la pobreza energética en las poblaciones aisladas y localizadas en zonas rurales; se están estudiando y desarrollando nuevas soluciones tecnológicas como las ***Microredes con Generación Distribuida*** , y que particularmente en nuestro país con una difícil geografía se podrían implementar ventajosamente.

Comparación entre MR y Soluciones individuales

Technology	Advantages	Shortcomings
Small RE individual power plants	• High flexibility. • Easy to move and share • Load is managed by the user on a day to day basis • Black outs affect only one user	• Limited surge power capacity • Maintenance and repair service complex to organize in rural areas • Monitoring individual plants can be expensive and difficult
Micro grid fed by RE/ Hybrid power plant	• Improved quality (surge power, load shedding, etc) • Lower investment for compact villages • Efficient maintenance • With genset backup: Power supply also during unfavourable weather conditions	• Higher technological and organizational complexity • If there is a plant failure, everybody is cut off • Social rules required to distribute energy availability • Local management required

Symposium on Microgrids, Korea, Jeju 2011

Comentarios

- Con la concepción de que electrificación rural es *" luz y entretenimiento"*, se está programando instalar 500,000 paneles fotovoltaicos estimados en US$ 500 millones , que demandará necesariamente subsidios (FISE y otros) ya que la población no podrá asumir el costo de la factura mensual.
- Esta "solución" no posibilitará realizar ninguna actividad productiva para salir de la pobreza.
- Más bien, el objetivo es *simular* que se está mejorando el coeficiente de electrificación rural en forma acelerada y masiva.

Lo que dicen algunos especialistas en Energía MITOS

- Con la implementación masiva de plantas de generación eólicas y fotovoltaicas se podrá satisfacer la demanda eléctrica del país a mediano y largo plazo ya que existen grandes recursos en el país.

- Que la agregación de pequeñas CHEs puede reemplazar a una gran CHE con embalse y, que más bien, se debe programarse estas grandes centrales para el siglo XXII.

- Que la producción de electricidad con fuentes de energía renovable no-convencional no es contaminante ni tiene externalidades negativas en lo social y ecológico.

ACLARACIONES

- Con respecto al supuesto gran potencial de las eólicas en el país de 22,000 MW; su *potencial técnico real* de generación es solo de aprox. 6,000 MW. y solo se podrían conectar unos 1,000 MW eólicos al SEIN.

- Debemos advertir que en localidades de España, EE. UU. y México han surgido recientemente protestas contra las eólicas (y también las fotovoltaicas) por la eliminación de fauna avícola, contaminación por ruido y afectación del paisaje de la zona*. Que los aerogeneradores pueden afectan la seguridad del SEIN, particularmente durante los "huecos de tensión".

- El mayor aporte fotovoltaico sería en la costa sur del Perú y, considerando un potencial estimado de 7,000 MW , y f.c. 0.15 , el potencial técnico sería de aprox. 1,000 MW, pero mucho menor para una conexión al SEIN.

- Ambas tecnologías son intermitentes,para las características del SEIN , si se quiere conectar 1,000 MW de estas ER-NC, se requerirá un *backup* de fuentes no-renovables como la termoeléctrica a GN.

* J.E. Luyo, *What are the Challenges facing Wind Sector Development ?* , InterAmerican Dialogue's, oct. 2012

ACLARACIONES

- Existe la creencia extendida ,incluso por los especialistas en energía , que ***la electricidad*** no se puede almacenar en grandes cantidades ; pero, considerando que existe la conversión electromecánica de energía , hace muchas décadas se está almacenando indirectamente en grandes represas, lo que permite la generación en periodos de estiaje. Por lo que es necesaria la ***construcción de grandes hidroeléctricas de base*** con esta capacidad de regulación , que no tienen las otras hidroeléctricas "de pasada " que se "secan" en estiaje.

- La generación eléctrica con recursos renovables NC incide en un incremento del precio de la electricidad; sin embargo esto se justifica en el país, ya que reemplaza el consumo de una fuente no-renovable de gas (de Camisea) que además tiene ***un subsidio implícito*** en su precio que viene afectando la competitividad de las CHEs.

- El mayor recurso energético renovable del país y mejor alternativa para sostener el desarrollo económico del país a largo plazo es: ***la hidro-electricidad (70,000 MW)***. Las otras fuentes renovables NC se mantendrán a mediano y largo plazo. como ***complementarias*** .

EL MITO: "Hay que esperar las señales del mercado"

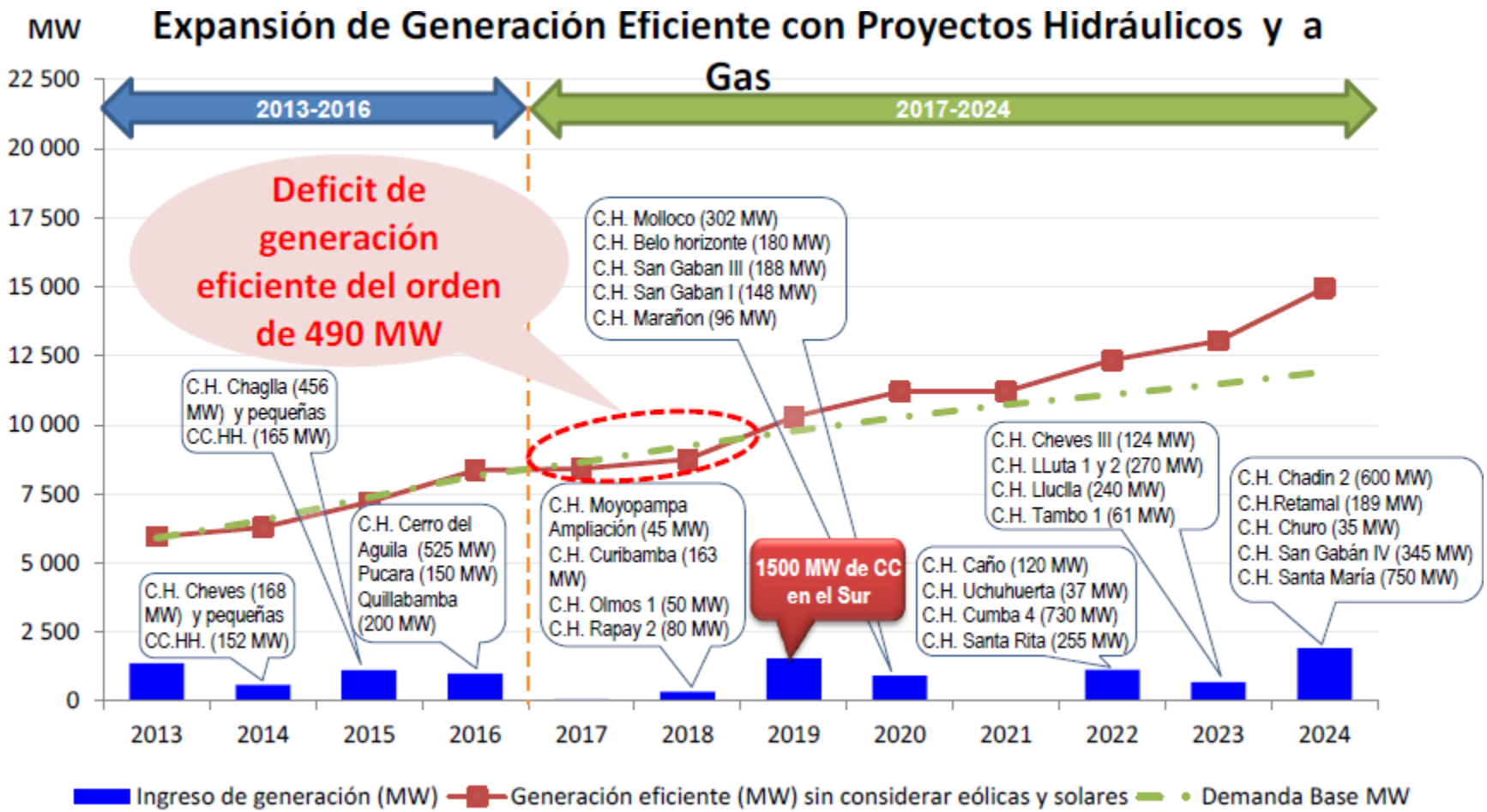
- En agosto 2008, el MEM oficializa el estado de ***congestionamiento del gasoducto*** y, los costos marginales se elevaron 6 veces en el mes de julio respecto al mismo mes del año previo.
- En febrero del 2011 la ***reserva de capacidad de generación fue de 5% en la región centro y sur y, de 1% en la región norte del país*** ; por lo que se decidió el alquiler de plantas Diesel de emergencia, asi como la ***importación de electricidad del Ecuador*** que se inició en el mes de junio 2011 después del racionamiento eléctrico y apagones en el norte debido también a la ***congestión de las líneas de transmisión*** del centro hacia el norte y hacia el sur desde el 2007 .
- En el 2012*, se ha declarado ***en situación excepcional el SEIN*** por 40 días, es decir, una autorización para no respetar los márgenes técnicos de seguridad operativa en el SEIN.

*Resolución Ministerial Nº 068-2012-MEM/DM , Lima, 10 de febrero 2012 .

- En el 2013, en el Sur (Arequipa, Cuzco, Puno Tacna y Moquegua), solo en su primer trimestre, los ***prolongados apagones*** sumaron 12; en el 2012 se registraron nueve.
- En el mes de febrero 2014, en la misma región sur se produjo una interrupción de más de una hora. Estas interrupciones se producen principalmente por la ***congestión de las líneas de transmisión eléctrica*** del centro al sur del país.

¡ NO SE RESPETÓ LOS 4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA SE !

La Seguridad del SEIN



Ref:. Diagnóstico de las Condiciones Operativas del SEIN-Periodo 2015-2024; COES-SINAC, 27 de febrero 2013.

OBSERVACIONES : – resulta evidente que, solo con proyectos de *CHEs de alrededor de o menores de 200Mw* no resolverán el problema de suficiencia y seguridad del SEIN para el mediano y largo plazo; ya que para el bicentenario 2021 se requerirá prácticamente *instalar 7,000 Mw adicionales* (incluyendo reservas).

–el Estudio del COES estaría orientado a demostrar que la generación termoeléctrica a gas es indispensable; *eludiéndose plantear las grandes CHE con embalses.*

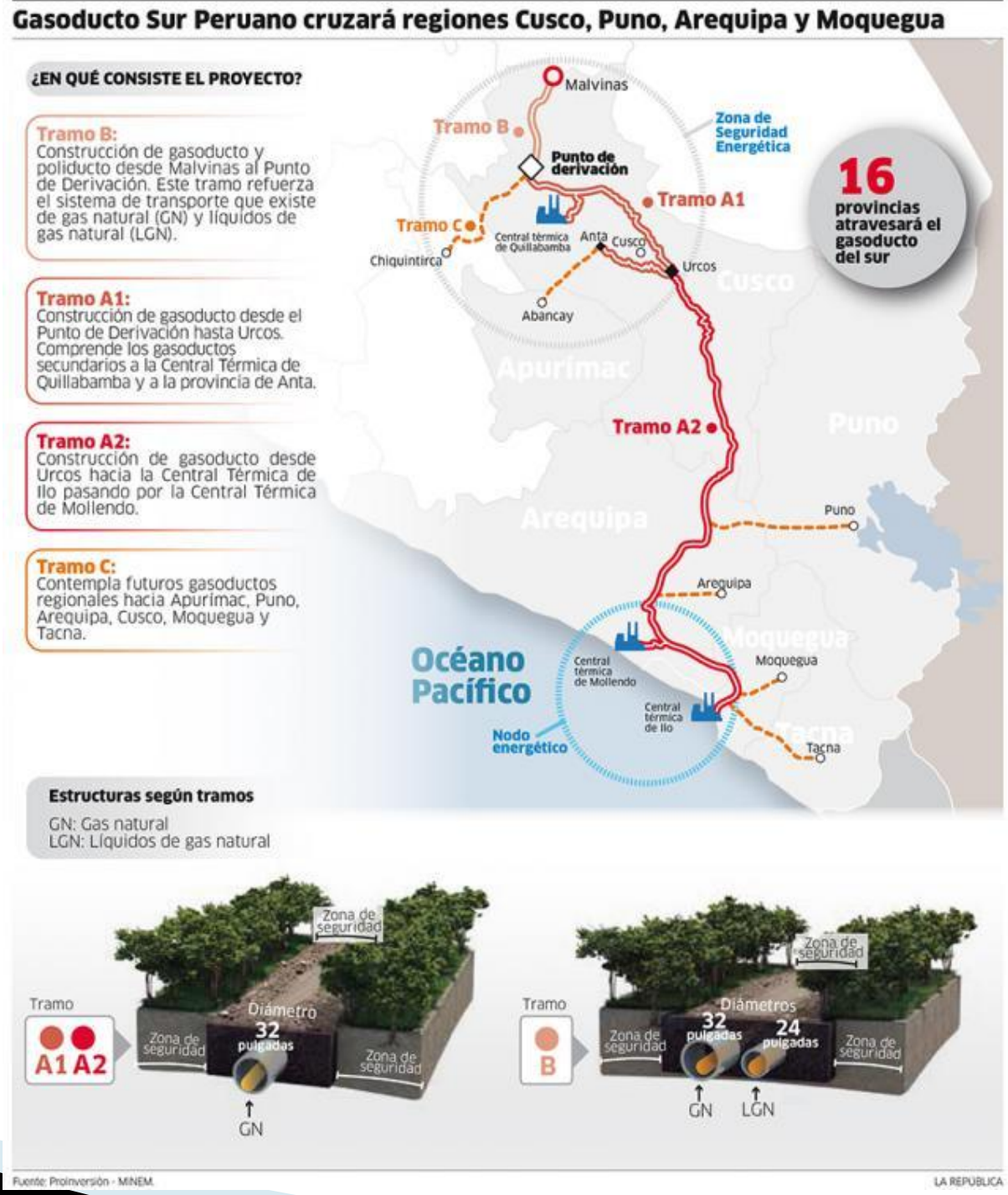
El GSP

Comentarios

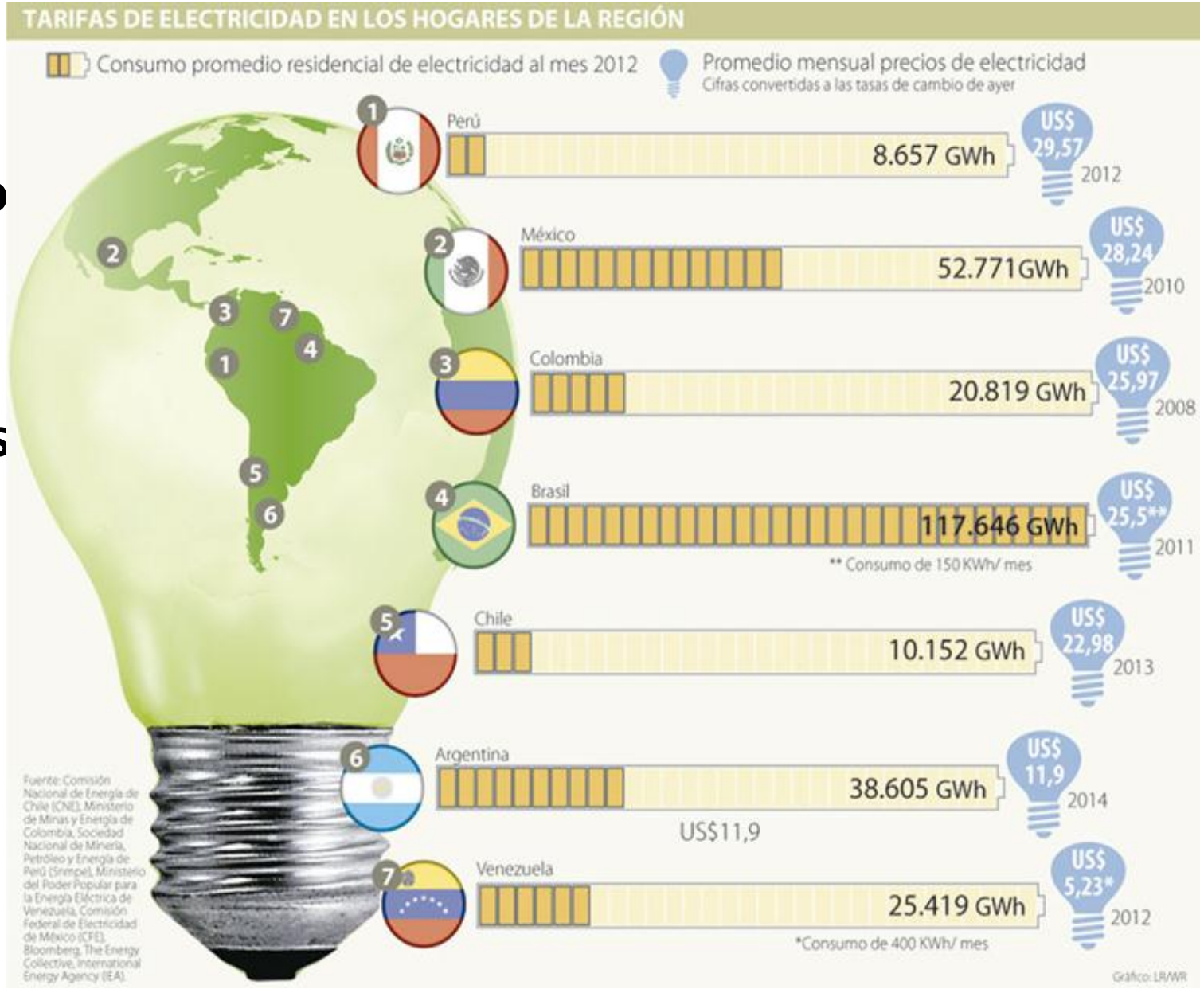
-Según Pro-Inversión la demanda del mercado interno será de ***750 MMpc/día***; que incluye 350 MMpc para las termoeléctricas de Ilo y Matarani , y para grandes empresas Cachimayo, Gloria, Yura, y Aceros Arequipa y pequeñas industrias (sin mencionar la petroquímica y la masificación del GN).

La Republica, 07 de julio 2014

-Entonces, este consumo en 30 años de concesión requerirá unas reservas aprox. de ***8.5 Bpc (el total de reservas certificadas del lote 88 de Camisea)***.



Perú, México y Colombia tienen las tarifas residenciales de electricidad más altas



Fuente : La República, Bogotá, sábado 13 de setiembre del 2014

VISIÓN DEL SECTOR ENERGÍA*

- La visión objetivo del sector energético puede ser definida como:

"*Un sistema energético sostenible, eficiente, que contribuye al crecimiento económico y a una mayor equidad social, y protege el medioambiente".*

* J.E. Luyo, LINEAMIENTOS DE POLÍTICA ENERGÉTICA EN EL PERÚ, estudio para Osinergmin, Lima, julio 2009

ESTRATEGIA ENERGÉTICA NACIONAL

La Estrategia Energética* **con visión de largo plazo debe estar sustentada en tres pilares:**

El consumo de cantidades crecientes de energías renovables convencionales y no convencionales y limpias, cuyos recursos existentes sean abundantes;

la institucionalización de la eficiencia y ahorro energético en el país; y

la gestión de la demanda.

- **La eficiencia energética y la gestíon de la demanda permitirá simultáneamente <u>reducir</u>:**

  – el nivel de consumo de recursos energéticos;

  – la contaminación ambiental;

  – el monto de los subsidios a los combustibles y la electricidad; y

  –el monto de los recursos financieros para la instalación de nuevas y más grandes plantas de producción de combustibles y de electricidad".

* J.E. Luyo, LINEAMIENTOS DE POLÍTICA ENERGÉTICA EN EL PERÚ, estudio para Osinergmin, Lima, julio 2009

Orientaciones de Política para la Sostenibilidad Energética Nacional

- La adopción de las ***Reformas de Tercera Generación**** (alianza y complementaridad público-privada, desarrollo local-regional , estrategias de promoción de las exportaciones, de la PYMES, de la innovación) posibilitará superar los obstáculos ideológicos y políticos fundamentalistas y polarizantes , abriendo el camino hacia el anhelado objetivo de la *Integración Latinoamericana* intensificando la cooperación energética como oportunidad histórica de los países de la región .

- ***La integración energética en América Latina*** posibilitará mejorar la Gobernabilidad y la Seguridad Energética para la sostenibilidad del crecimiento económico y el desarrollo social en la región.

- Considerando experiencias exitosas de países vecinos de *participación de sus empresas estatales y también del sector privado nacional* en proyectos energéticos en sus propios países como a nivel internacional , resulta de importancia ***la participación de la empresa nacional en el sector energía***, que ha sido escasa a partir de la década de 1990.

* *J.E. Luyo, Reformas de Tercera Generación para Integración Energética en América Latina*, U. Rio Janeiro, agosto 2010

Orientaciones de Política para la Sostenibilidad Energética Nacional

- Rectificar la errada política de expansión termoeléctrica a GN concentrada en Lima, dependiente de un solo ducto desde Camisea, dejando de lado las fuentes energéticas renovables como la hidroelectricidad. Urge el diseño de un ***Plan Energético Nacional*** hacia un Desarrollo Energético Sostenible.
- Usar los recursos no-renovables gasíferos del país para el ***desarrollo de una industria petroquímica nacional*** . Los 2.5 TCF del lote 88 devueltos por el consorcio exportador pueden ser reorientados a este fin, pero con la participación de PetroPerú. Esta decisión posibilitará con el Gasoducto Sur Peruano la petroquímica y la masificación del gas ; cambiando así la priorización y mayor uso del GN como combustible para la generación eléctrica dada por ProInversión.
- El mayor aprovechamiento de la energía solar en el país estará en la ***aplicación de las nuevas tecnologías*** : ***CSP*** para la generación eléctrica y la ***STE*** para uso industrial ; y en menor grado un híbrido CSP-PV. Para la electrificación rural se debe proyectar las ***microredes-generación distribuida.***

Orientaciones de Política para la Sostenibilidad Energética Nacional

- ***Meritocracia y ética en la Reforma del Estado***.

En el sector energía peruano ha sido más notorio en la última década que, independiente del gobierno de turno, con mayor frecuencia los mismos altos directivos y funcionarios de las diferentes entidades públicas y privadas que supuestamente deben guardar independencia, encargados en su oportunidad de dictar las políticas y normatividad , la regulación y fiscalización , la operación del mercado y del SEIN y, de la actividad empresarial ; van desplazándose casi rotativamente a lo largo del tiempo entre las entidades vinculadas al sector. Modalidad denominada ***revolving doors*** y de ***cooptación política*** en el sector energía peruano, lo que explica muchas veces situaciones aparentemente incoherentes en la toma de decisiones en el sector.

Este es un rezago de la *Reforma de Segunda Generación* (marcos legales, jurídicos y regulatorios) aún pendiente de resolver.

“ningún viento es favorable para el que no sabe a dónde va”.

Séneca

“las verdades fragmentadas son a menudo tan nocivas como los errores” . “El futuro es la razón de ser del presente”.

Gastón Berger, 1957