**DELOS**
Desarrollo Local
SostenibleRevista Desarrollo Local Sostenible.
Grupo Eumed.net y
Red Académica Iberoamericana Local
Global**Vol 4, Nº 11**www.eumed.net/rev/delos/11/

EL SECTOR ELÉCTRICO PERUANO Y LAS POSIBILIDADES DE LA NÚCLEO-ELECTRICIDAD EN PERÚ

Dr. Jaime E. Luyo¹
jeluyo@yahoo.es
Peru

RESUMEN

Con motivo del desastre en la central núcleo-eléctrica japonesa de Fukushima se repasa la actual situación internacional sobre el riesgo en el uso de la energía nuclear, luego se presenta brevemente algunos aspectos del desarrollo nuclear en Perú vinculado a la posibilidad de introducir la núcleo-electricidad y la proyección de la demanda eléctrica a largo plazo; y reflexiones finales.

PALABRAS CLAVE

Energía nuclear, planta núcleo-eléctrica, central hidroeléctrica, matriz eléctrica sostenible, seguridad energética.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente los descubrimientos científicos se han ido aplicando primeramente con fines militares, como la energía nuclear que mostró su increíble fuerza, la destructiva, al final de la Segunda Guerra Mundial en Hiroshima y Nagasaki. Entre las aplicaciones pacíficas, supuestamente para beneficio de la sociedad se viene usando esta fuente para la generación de electricidad a través de plantas núcleo-eléctricas, generalmente en aquellos países que tienen escasos recursos energéticos en sus territorios o por que simplemente asumen que tienen el suficiente dominio de la tecnología nuclear como el Japón y Francia. Este último país es el segundo en el ranking mundial con 59 reactores nucleares (V. Tabla 1) que producen el 80 por ciento de la electricidad consumida y la densidad de su ubicación no permite que nadie pueda estar a más de 300 kilómetros de un reactor; además se estima que estas plantas consumen el 40% del agua en Francia. Recientemente el presidente del Observatorio de

¹ Doctor en Economía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM); Master of Science in Electrical Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, USA; Graduado con "Distinción Unánime" en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); Mención Honrosa del Premio Graña y Montero a la Investigación en Ingeniería Peruana 2010; Primer Premio del X CONIMERA y del VI CONIMERA; "Ingeniero del Año", 1996, Sociedad de Ingenieros del Perú; Past Decano de la UNMSM y Ex Director de Planificación de la UNI; Registrado en "Who's Who in Science and Engineering", USA; Miembro Senior del IEEE, USA; Co-autor de los libros "La Seguridad Energética: Un Reto para el Perú en el Siglo XXI" y "Teoría de Control Automático"; Director del Competitiveness and Sustainable Development Institute.

Energía Nuclear, Stéphane Lhomme, declaró² "La mitad de los reactores están por llegar al final de su vida útil y padecen los problemas de la edad y numerosos reactores sufren, además, de "defectos de diseño" ...Francia estuvo varias veces al borde de un desastre nuclear en los últimos 10 años.... Todos los partidos políticos defienden esa fuente de energía y están vinculados de una forma u otra al complejo industrial. Francia no tiene otra alternativa" . Por otro lado, el director de la asociación de especialistas en energía négaWatt , Thierry Salomon, dijo : "En 2035 podríamos cerrar todas las plantas nucleares y sólo depender de generadores geotérmicos e hidroeléctricos de menor escala, grandes parques conturbinas eólicas, estructuras fotovoltaicas y unidades de biomasa, y tener suficiente energía para satisfacer los requerimientos eléctricos del país".

TABLA 1. REACTORES NUCLEO-ELÉCTRICOS EN EL MUNDO

	NUCLEAR ELECTRICITY GENERATION 2006		REACTORS OPERABLE May 2007		REACTORS UNDER CONSTRUCTION May 2007		REACTORS PLANNED May 2007	
	Billion kWh	%	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe
Argentina	7.2	6.9	2	935	1	692	0	0
Armenia	2.4	42	1	376	0	0	0	0
Belgium	44.3	54	7	5728	0	0	0	0
Brazil	13.0	3.3	2	1901	0	0	1	1245
Bulgaria	18.1	44	2	1906	0	0	2	1900
Canada*	92.4	16	18	12595	2	1540	4	4000
China	51.8	1.9	11	8587	4	3170	23	24500
Czech Republic	24.5	31	6	3472	0	0	0	0
Egypt	0	0	0	0	0	0	0	0
Finland	22.0	28	4	2696	1	1600	0	0
France	428.7	78	59	63473	0	0	1	1630
Germany	158.7	32	17	20303	0	0	0	0
Hungary	12.5	38	4	1773	0	0	0	0
India	15.6	2.6	17	3779	6	2976	4	2800
Iran	0	0	0	0	1	915	2	1900
Japan	291.5	30	55	47700	2	2285	11	14945
Korea DPR (North)	0	0	0	0	0	0	1	950
Korea RO (South)	141.2	39	20	17533	1	950	7	8250
Lithuania	8.0	69	1	1185	0	0	0	0
Mexico	10.4	4.9	2	1310	0	0	0	0
Netherlands	3.3	3.5	1	485	0	0	0	0
Pakistan	2.6	2.7	2	400	1	300	2	600
Romania	5.2	9.0	1	655	1	655	0	0
Russia	144.3	16	31	21743	5	2720	8	9600
Slovakia	16.6	57	5	2064	2	840	0	0
Slovenia	5.3	40	1	696	0	0	0	0
South Africa	10.1	4.4	2	1842	0	0	1	165
Spain	57.4	20	8	7442	0	0	0	0
Sweden	65.1	48	10	9076	0	0	0	0
Switzerland	26.4	37	5	3220	0	0	0	0
Turkey	0	0	0	0	0	0	3	4500
Ukraine	84.8	48	15	13168	0	0	2	1900
United Kingdom	69.2	18	19	10982	0	0	0	0
USA	787.2	19	103	98254	1	1200	2	2716
WORLD	2,658	16	437	370,163	30	22,443	74	81,601

Source: WNA Reactor data

Fuente: Asociación Nuclear Mundial, 2007

Como consecuencia del terremoto de grado 8.9 Richter en el Japón y el tsunami , del 11 de marzo, fueron afectados gravemente los seis reactores de la central nucleoelectrica de Fukushima Daiichi operada por Tokyo Electric Co., dejando a sus sistemas de enfriamiento fuera de servicio , con el consiguiente recalentamiento de los reactores produciéndose explosiones con fugas radioactivas al medioambiente.

El presidente de la *Nuclear Regulatory Commission* de los E.E.U.U., Gregory Jaczko, urgió³ a la Casa Blanca recomendar a los ciudadanos norteamericanos se mantengan por lo menos a 50 millas lejos del lugar del accidente, de acuerdo a las normas de seguridad para un accidente similar en los E.E.U.U.. El mayor problema son los tanques almacenamiento de combustible radioactivo usado, que al incendiarse emitirían Cesio-137 , que es cancerígeno, contaminando

2 IPS, París, 17 marzo 2011

3 Financial Times, march 17 2011

grandes áreas en el Japón por unos cien años ; ya que una reacción nuclear no se puede apagar, cuando el combustible usado es sacado de un reactor aún continúa generando gran cantidad de calor y debe ser enfriado bajo agua entre cinco y veinte años. Esto recuerda que, gran parte de la región de la explosión de Chernóbil, Ucrania, se mantiene deshabitada después de 25 años. Un estudio realizado en 2010 por la Universidad de Carolina del Sur mostró que los niños y niñas que nacieron luego del desastre, incluso a más de 75 kilómetros de distancia, tenían problemas crónicos en sus pulmones debido a la presencia de Cesio-137 en las partículas de polvo y en el suelo⁴.

Otras reacciones en Europa, particularmente, la Canciller alemana Angela Merkel dispuso el cierre provisional de todos los siete reactores que entraron en operación antes de 1980 , así como la revisión total de la de todos los reactores y que todas las cuestiones de seguridad deberán resolverse hacia junio de este año⁵ ; previamente el Presidente de la Agencia Alemana del medio Ambiente había declarado⁶ que : "Una conversión completa a energía renovable para el 2050 es posible desde una perspectiva técnica y ecológica de vista "Es un objetivo muy realista basado en la tecnología que ya existe. No es una predicción de castillos en el cielo "; que es coherente con la orientación de la Unión Europea que busca cumplir los *cuatro 20*: para 2020, se debe recortar las emisiones de dióxido de carbono (CO2) en un 20%; mejorar la eficiencia energética en otro 20%; y que el 20% de la energía que se consume proceda de fuentes renovables; lo que supone para la producción eléctrica, cerca del 40% de la generación provenga de los parques eólicos (*on shore* y *off shore*), las represas hidráulicas, los parques fotovoltaicos y las instalaciones termosolares, principalmente. También en el informe *World Energy Outlook 2010* de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) para limitar el calentamiento global a un nivel permisible, en el horizonte de 2030 se requerirá mejorar en un 60% la eficiencia en el uso final de la energía; alcanzar el 20% de energías renovables en el consumo; mantener un 10% de energía nuclear y lograr un 10% en la captura y secuestro de carbono.

Entre las últimas decisiones en Latinoamérica referentes a la energía nuclear, se puede mencionar que, en Venezuela el presidente ordenó congelar los planes de energía nuclear⁷ , lo que está vinculado al convenio de cooperación nuclear y la construcción de una planta nucleoelectrónica con Rusia firmado en octubre del año pasado. En otro lugar del continente, Chile firma un acuerdo de cooperación Nuclear con los E.E.U.U. , el canciller chileno afirma que éste permitirá mejorar la seguridad de los dos reactores de investigación que actualmente posee el país y avanzar "en el uso de la tecnología nuclear, tecnología médica, agricultura" y en un mejor manejo de desechos radioactivos⁸ ; esta decisión provocó la inmediata reacción de la población en los días siguientes con dos mítines pacíficos en contra del acuerdo. Por otro lado, el ex -presidente , Ricardo Lagos, ha formulado siete desafíos estratégicos para Chile⁹; en el desafío energético: Chile, Potencia en energías renovables, expresa lo siguiente: "¿Cómo hace Chile para estar entonces en la frontera de este tremendo desafío? ¿Cómo hace Chile para ponerse a la vanguardia en este terreno? ¿Cómo hace Chile, que es un país rico en recursos hídricos, para producir energía limpia, barata, y a la vez amigable con el medio ambiente? Antes del terremoto ocurrido en Japón, era legítimo preguntarse si Chile debiera contar con energía nuclear que no genera emisiones de carbono. Sin embargo la discusión sobre esta energía y sus niveles de seguridad, tras lo ocurrido en la nación asiática, hará muy difícil, por no decir imposible, la viabilidad de su desarrollo. Esto dará mayor prioridad a las Energías Renovables no Convencionales".

En Brasil, debido al accidente de Fukushima, el presidente de la Asociación de Fiscales de Seguridad Nuclear, el físico Rogerio Gomes, denunció que la inexistencia de una agencia que regule la energía nuclear pone en grave riesgo a la población, y el ministro de Ciencia y Tecnología, Aloizio Mercadante, aseguró que no hay ningún registro de problemas en las plantas nucleares del país y que fueron adoptadas todas las medidas para que las centrales

4 IPS, march 18 2011

5 Reuters, march 15 2011

6 Reuters, july 7 2010

7 Prensa Latina, 15 marzo 2011

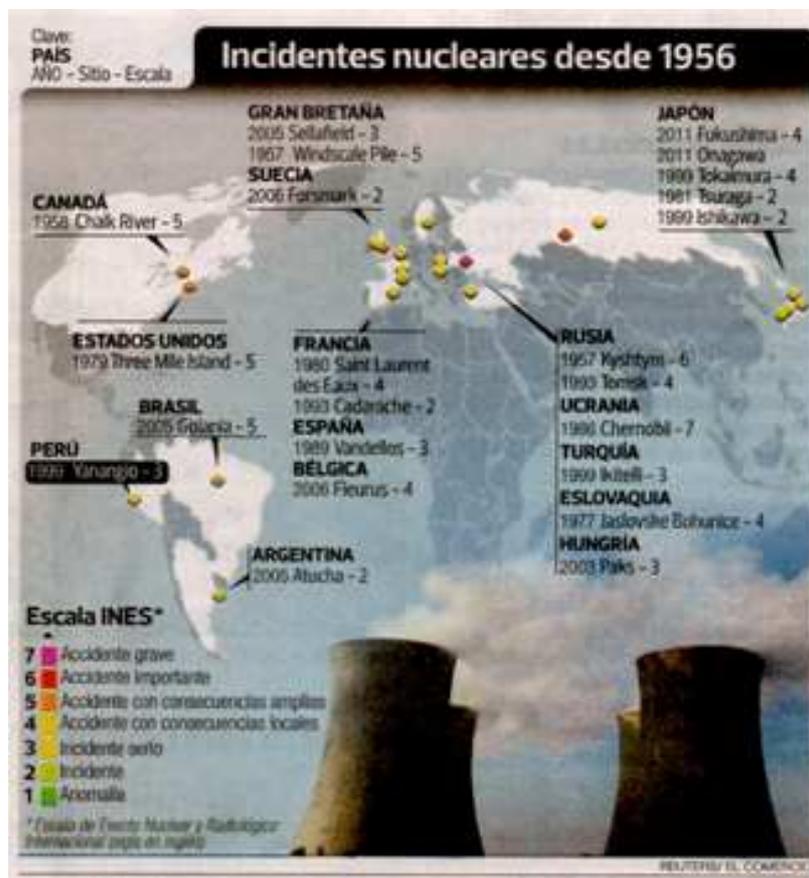
8 Reuters, 18 marzo 2011

9 Ricardo Lagos, "Chile: Siete Desafíos Estratégicos y un Imperativo de Equidad", Stgo. de Chile, marzo 2011

resistan incluso a terremotos de 6,5 grados en la escala Richter y a olas de hasta siete metros de altura, Brasil adoptará los cambios en los protocolos de seguridad que pueda promover la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA)¹⁰. Las autoridades brasileñas han manifestado que están en proceso de aprobación de cuatro nuevas centrales nucleares en el país que estarían construidas al 2030.

Respecto a la valoración del accidente nuclear de Fukushima, existen diferentes opiniones, de la agencia nuclear francesa que dice que es de nivel 6 y el del gobierno japonés de 5 en la Escala Internacional para Accidentes Nucleares (INES, v. Fig. 1) similar al accidente de *Three Miles* en los E.E.U.U. en 1979. El máximo nivel, 7, fue el ocurrido en Chernóbil en 1986.

Fig.1 . ACCIDENTES NUCLEARES 1956-2011



Fuente: EL COMERCIO, 20 de marzo 2011

Después de Fukushima, el escenario mundial ha cambiado, a pesar de que algunas voces pretenden disimular la gravedad de la realidad al comprobarse la vulnerabilidad nuclear, y también por la preocupación sobre la seguridad en el uso pacífico de la energía nuclear; trataremos de responder algunas interrogantes de interés para el Perú sobre este tema: ¿Es urgente la implementación de plantas núcleo-eléctricas en el país o primero se debe definir una estrategia y política energética a largo plazo optimizando los recursos energéticos renovables y limpios existentes y que son abundantes en el país, dentro de un proceso de planificación para un Desarrollo Sostenible? ¿Qué requisitos ineludibles se deben satisfacer?.

2. DESARROLLO NUCLEAR EN EL PERÚ

Las actividades de investigación y desarrollo de la energía nuclear en el país están centradas en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) que oficialmente inició su operación en mayo de 1977. Durante las dos últimas décadas ha tenido una escasa atención por los gobiernos de turno, sobretodo en la formación de cuadros profesionales científicos y tecnológicos en los diferentes niveles de calificación y en las áreas de especialización, para un mejor cumplimiento de sus funciones .

Esta deficiencia de capital intelectual y humano ha sido reiteradamente reclamada por la comunidad científica, particularmente por el ex-presidente del IPEN durante su gestión, Dr. Modesto Montoya; la situación poco ha cambiado si observamos el cuadro actual de investigadores en el instituto. Sin embargo , también se han tenido propuestas de exagerado optimismo, como las emitidas por el titular del IPEN en el 2009 , Conrado Seminario, en el sentido de que en el 2011 el Perú podría exportar uranio y tener una planta núcleo-eléctrica¹¹ , opinión compartida también por el presidente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

El IPEN realiza, entre otras actividades, las siguientes: investigación y desarrollo; esterilización de productos médicos; servicios para la medicina, minería, agricultura, hidrología, medio ambiente, industria; Irradiación gamma; técnicas analíticas nucleares; radiotrazadores; Control nucleónico; producción de radioisótopos. La actual administración ha publicado a mediados del año pasado su *Plan Estratégico Institucional 2010-2016* , que tiene como visión : “Ser la institución líder en Latinoamérica en el campo nuclear y sus aplicaciones en generación de energía eléctrica así como en el desarrollo tecnológico para mejorar la productividad y competitividad”. Y tiene como objetivos estratégicos:

- Desarrollar y aplicar la ciencia y tecnología nuclear, transfiriendo los conocimientos generados para mejorar la productividad y el bienestar del país.
- Promover la generación de energía eléctrica de origen nuclear y el uso intensivo de las aplicaciones nucleares en los sectores productivos y de servicios del país.
- Garantizar el uso seguro de la tecnología nuclear y de las radiaciones ionizantes.

Como objetivo inductor N° 21 tiene: *Desarrollar la instalación de una central de Nucleoelectricidad* para contribuir a la diversificación de la matriz energética y a la preservación del medio ambiente con energía limpia y segura. Se concreta en el proyecto institucional : Central Nuclear de Potencia (núcleo-electricidad) 2010-2016.

Al respecto, podemos ver que esta iniciativa aislada en el campo energético de un instituto estatal , que pretende introducir una compleja tecnología energética en un corto plazo sin disponer los recursos humanos y tecnológicos mínimos suficientes , por más interesante y oportuna que pueda parecer ; no responde a una estrategia y política energética integral a largo plazo , dentro de un proceso de planificación que optimice el uso los recursos energéticos del país. Esta Política para un Planeamiento energético integral a largo plazo en el país debe definirse en base a una estrategia sustentada en tres pilares (Luyo, 2009, 2008):

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 seguridad energética.

Sobre algunos requisitos mínimos para la implementación de una central núcleo-eléctrica, podemos mencionar algunas conclusiones de estudio presentado por encargo de la *American Academy of Arts & Sciences* (Joskow and Parsons, 2009) que entre otras dice: “ que para estimula un verdadero renacimiento que conduzca a inversiones significantes en nuevas plantas nucleares, varios cambios en el *status quo* se deben dar:

- Un significativo precio se debe asignar a las emisiones de CO₂ ;

11 ANDINA, 12 marzo 2009

- Los costos de financiamiento y construcción de la plantas nucleares deben ser reducidos o al menos estabilizados, y los costos corrientes estimados deben ser verificados con la experiencia real de construcción ;
- **Los marcos regulatorio de seguridad y de licencias** deben demostrar ambos su **eficiencia y eficacia**.
- Los precios de los combustibles fósiles tiene que estabilizarse a niveles moderados a altos (V. Tabla N°2), y
- Debe lograrse un progreso en la **seguridad y en la disposición de los desechos radiactivos a largo plazo** para lograr la suficiente aceptación pública y reducir las barreras políticas a nuevas inversiones en plantas nucleares. “

TABLA N° 2. COSTOS COMPARATIVOS DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA INCLUYENDO EL CARGO POR CO2

Costs of Electric Generation Alternatives, Inclusive of Carbon Charge

	Overnight Cost \$/kW	Fuel Cost \$/MMBtu	Levelized Cost of Electricity, ¢/kWh	
			with carbon charge \$25/tCO ₂	with carbon charge \$50/tCO ₂
Nuclear	4,000	0.67	8.4	8.4
Coal (low)	2,300	1.60	7.3	9.4
Coal (moderate)	2,300	2.60	8.3	10.4
Coal (high)	2,300	3.60	9.3	11.4
Gas (low)	850	4.00	5.1	6.0
Gas (moderate)	850	7.00	7.4	8.3
Gas (high)	850	10.00	9.6	10.5

The low, moderate, and high fuel costs for coal correspond to a \$40, \$65, and \$90/short ton delivered price of Central Appalachian coal (12,500 Btu), respectively. Costs are measured in 2007 dollars.

Fuente: P. Joskow y J.E. Parsons, Academia de Artes y Ciencias, E.E. U.U. N.A., 2009

NOTA: Reciente subasta para la construcción de la C.H.E. Belo Monte de 11.3 GW en Brasil se adjudicó al consorcio liderado por Eletrobras que ofertó la tarifa más baja, de US\$ 44.4/MWh (**¢ 4.44/kwh**). *Business News Americas*, April 21, 2010.

También sobre la contaminación ambiental, algunos comentaristas opinan que la nucleoelectricidad es limpia, no-contaminante; esto no es muy cierto ya que se deben tener en cuenta las externalidades y los costos de la manipulación y transporte del material radioactivo en el proceso de producción (V. Tabla N° 3); además, el almacenamiento de los desechos radioactivos requiere de una alta seguridad ya que el enfriamiento de éstos puede durar décadas. En caso de un accidente nuclear, la contaminación radioactiva puede trasladarse incluso a otros países y, además sus efectos negativos para el ser humano permanecer por décadas, superando en gravedad a cualquier otra fuente energética existente en la naturaleza.

TABLA Nº3. EXTERNALIDADES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR Y SUS COSTOS EN PAÍSES DIFERENTES

External costs of the nuclear fuel cycle in different countries

Country	External cost (m€/kWh)
Belgium	4.0-4.7
France	2.5
Germany	4.4-7.0
The Netherlands	7.4
United Kingdom	2.4-2.7

Fuente: Agencia de Energía Nuclear-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2003

3. PROYECCIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

El país tiene importantes recursos energéticos renovables, como los recursos hídricos que puede ser usado para la generación hidroeléctrica, cuyo potencial se encuentra distribuido en el 97.8% en la cuenca del Atlántico, y la de Pacífico y el Lago Titicaca solo representan el 2.2% (V. Tabla 4) y actualmente se estima que el potencial técnicamente aprovechable es de 58,000 MW, mientras que el origen eólico se estima en 20,000 MW para la generación eléctrica, y geotérmico de unos 3,000 MW; es importante entonces, lograr progresivamente una mayor participación de los recursos abundantes en energía hídrica, y los renovables existentes en energía eólica que se pueden convertir en electricidad en cantidades importantes y contribuir en mejorar la capacidad de generación del sistema eléctrico interconectado nacional; adicionalmente, las fuentes de energía solar, de la biomasa, y las pequeñas centrales hidroeléctricas y eólicas, con el concepto de generación distribuida en energías renovables, se podrá satisfacer, dentro del principio de equidad social, las necesidades de electrificación y energía de aquellas comunidades que por la difícil geografía del país no tienen acceso a un suministro energético continuo y/o suficiente para su desarrollo. Las plantas hidroeléctricas que han venido dependiendo de los hídricos de la Cuenca del Pacífico hasta la presente década son del orden de cientos de megavatios y estarán afectadas progresivamente por el Cambio Climático, pero desde fines de la década actual, las plantas de base deberán ser del orden de los miles de megavatios y los recursos están en la cuenca del Atlántico; para lo cual se deberán superar problemas y riesgos técnicos y financieros y de minimización de los impactos ambientales, ecológicos y sociales a los que está sujeto todo gran proyecto de ingeniería.

Como referencia actual, se puede mencionar que en Ecuador se ha iniciado la implantación del proyecto de la Central Hidroeléctrica (CHE) Coca Codo¹² de 1,500 MW por la compañía china *Sinohydro*, con un plazo de ejecución de 5 años, y con un monto de inversión de US\$ 1980 millones, del cual el ExIm Bank China financiará US\$ 1680 millones, y otros 14 proyectos hidroeléctricos para una inversión que sumarán US\$ 8,000 millones; en Brasil la CHE Belo Monte de 11.3 GW se adjudicó al consorcio liderado por Eletrobras que ofertó la tarifa más baja¹³.

En el Perú, se podrían aprovechar los recursos hídricos de la zona del Pongo de Manseriche con un conjunto de CHEs que podrían generar unos 7,000 MW, donde aparentemente no existirían los problemas existentes en la zona de Inambari; pero faltan los necesarios estudios de factibilidad y definitivos, condición necesaria para la correspondiente licitación y financiamiento para la construcción.

¹² Business News Americas, march 14 2011

¹³ Business News Americas, April 21, 2010

TABLA 4. RECURSOS HÍDRICOS NACIONALES

Vertiente	Superficie (1000 km ²)	Población		Disponibilidad de agua		Índice M ³ /hab-año
		(miles)	(%)	(MMC anuales)	(%)	
Pacífico	279,7	18 315 276	65	37 363	1,8	2040
Atlántico	958,5	8 579 112	30	1 998 752	97,7	232 979
Lago Titicaca	47,0	1 326 376	5	10 172	0,5	7669
Total	1 285 2	28 220 764	100	2 046 287	100	72 510

Fuente: Autoridad Nacional del Agua-Ministerio de Agricultura del Perú, 2009.

Haciendo una proyección de la Demanda Eléctrica a largo plazo con una tendencia optimista , en promedio de 7.% y con un impacto de eficiencia energética promedio anual de 0.5%, para el 2021 (V. Fig. 2) podemos estimar que se necesitarían del orden de 13,000 MW (incluyendo el 30% de reserva) ; es decir si se tienen actualmente unos 6,000 MW en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) , entonces serían necesarios unos 7,000 MW adicionales de capacidad de generación eléctrica y, para la fines de la siguiente década 10,000 MW más. Esta realidad, urge entonces adoptar una concepción planificadora y de previsión para un desarrollo energético sostenible dentro de una estrategia como la que hemos presentado previamente, que pueda sustentar el crecimiento económico y de desarrollo del país, evitando las pasadas crisis energéticas (2004 y 2008) y los problemas actuales en países vecinos .

Fig. 2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA A LARGO PLAZO



Fuente: Elaboración propia

Según el Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 del MEM (PRE 2009), en el año 2017 la oferta de generación considerando los proyectos programados para entrar en operación, con concesión definitiva y algunos con concesión provisional, sería de 11,300 MW y que implica un incremento en nueva capacidad de 5,300 MW para el periodo 2010-2017, compuesta por 2,600 MW, 2,000 MW y 700 MW de recursos térmicos, hídricos y de RNC respectivamente y un margen de reserva de 31%. Se puede observar que, para el año 2012 se proyecta generación termoeléctrica adicional a ciclo simple y ciclo combinado por 1,060 MW, y en el 2013 de ciclo combinado por 1040 MW que dan además un margen de reserva de 43.5% y 56.6% en el 2012 y 2013 respectivamente para una proyección de demanda de 5.83% promedio anual para el largo plazo; si consideramos que para el 2011 entrarán los 500 MW de generación de fuentes de energía renovable no-convencional (ERN) licitados recientemente, se puede entonces

diferir para el 2013 el ingreso de 360 MW de la generación térmica adicional programada para el año 2012, pudiéndose además evitar los 1040 MW térmicos programados para el 2013, con lo cual se podría tener una oferta del orden de 10,500 MW para el 2017. Para mantener un margen de reserva mayor al 30%, y dentro de una estrategia de reemplazo de generación de fuentes no renovables y contaminantes con la continuación del impulso a las ERNC y limpias es factible por lo menos duplicar los 700 MW adicionales programados en el (PRE) para el periodo. Es una oportunidad de inicio de cambio hacia una *Matriz Eléctrica Sostenible*.

Por las consideraciones expuestas, y si tomamos en cuenta que además existe la incertidumbre si los proyectos hidroeléctricos y de ERNC ingresarán total o parcialmente según el (PRE) después del requisito de licitaciones o subastas y dada la experiencia existente según (ESAN 2008) respecto a las barreras y riesgos para las inversiones en estos tipos de tecnología; la posibilidad de ingreso a partir del 2017 de una CHE con 2,000 MW según estudios recientes, reforzaría la seguridad del SEIN y se tendría posibilidades de exportar parte de su capacidad en el periodo de avenida para el primer año, pero que iría reduciéndose para ir cubriendo la demanda y el margen de reserva del SEIN hasta el 2021 aproximadamente, año en que suspendería la exportación.

Para el largo plazo; en el año 2030 se requerirían unos 14,000 MW adicionales de oferta a partir del 2017 para cubrir solamente las necesidades del mercado eléctrico peruano, sería entonces necesario el desarrollo de las CHEs de Pongo de Manseriche de unos 7,000 MW y otras de la Cuenca del Atlántico, complementando con las de ERNC; por lo que, a través de la interconexiones eléctricas con países vecinos no solamente se exportaría a mediano plazo sino también que se tendría que importar electricidad en largo plazo y en periodos cuando hubiere contingencias que reduzcan la capacidad de generación en el SEIN.

4. CONCLUSIONES

Dentro del futuro escenario que hemos ensayado para el Sector Eléctrico peruano y las posibilidades de la núcleo-electricidad en Perú , podemos concluir que:

- El Perú deberá recurrir a sus fuentes de energía renovables que posee en abundancia así como a la institucionalización de la eficiencia energética a nivel nacional , para hacer frente a las necesidades futuras de energía, es decir, lograr la *Seguridad Energética* del país.
- Entonces, la posibilidad de incorporación de la núcleo-electricidad dependerá más de la ejecución de una deficiente política y a la ausencia de un *Plan Energético a mediano y largo plazo* en el país.
- Según el presente ensayo , la necesidad y posibilidad de incorporación de la núcleo-electricidad en la Matriz Eléctrica no es a corto plazo ; después de superar los requisitos mínimos mencionados previamente , y según la tendencia mundial hacia la *green energy* y la Seguridad Energética ; estimamos que el plazo más próximo sería hacia mediados o fines de la década de 2020 dependiendo de la política energética vigente.
- Es recomendable ampliar el apoyo al IPEN para que continúe mejorando sus producción de productos y servicios que ha venido desarrollando, y sobretodo para la incorporación y formación de nuevos cuadros de personal de científicos, ingenieros y técnicos especializados en cada una de las áreas de actividad , particularmente en la núcleo-electricidad; ya que actualmente adolece de un déficit de personal especializado de alta calificación.
- Se debe estudiar seriamente la posibilidad de incorporación de la núcleo-electricidad dentro un Plan Energético Nacional a largo plazo hacia un Desarrollo Sostenible del país.

5. REFERENCIAS

- IPEN (2010), *Plan Estratégico Institucional 2010-2016*, Res. N° 192-IPE/PRES, Lima ,Perú.
- LUYO, J.E. (2010), “*Hacia la Definición de una Política Energética para el Desarrollo Sostenible del Perú*”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana ,N° 131, Univ. Málaga,España,
- LUYO, J.E. (2009),”*Lineamientos de Política Energética en el Perú*” .Estudio para el Osinergmin , política para el largo plazo. Lima, Perú.
- CHIRI, A. y LUYO,J.E.(2008), “*La Seguridad Energética , Un Reto para el Perú en el Siglo XXI*”, Edit. C.I.P., Lima , Perú.
- JOSKOW,P.& J.E. PARSONS (2009) , *The economic future of nuclear power*, American Academy of Arts & Sciences , USA .
- PRE (2009), Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 Ministerio de Energía y Minas, Lima,Perú.
- ESAN (2008), “Análisis de las Barreras de Entrada para la Inversión en Centrales Hidroeléctricas “.Lima, Perú.

NOMENCLATURA

MEM: Ministerio de Energía y Minas del Perú

SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

CHE: Central Hidroeléctrica