



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú

Sesión I Pequeñas Hidroeléctricas en el Perú

Ing. Eduardo Zolezzi

Consultor

Banco Mundial



Sesión I: Pequeñas Hidroeléctricas en el Perú

Presentación del Informe

“Marco Institucional y Financiero para el Desarrollo de Proyectos de Generación Hidroeléctrica de Pequeña Escala en el Perú”

Temario

- **Objetivo del Estudio**
- **Antecedentes Generales**
- **Principales Resultados**
- **Conclusiones/Recomendaciones**
- **Decreto Legislativo 1002 y Reglamento**



Objetivo del Estudio

Dada la potencial importancia de la generación de electricidad utilizando recursos hidroeléctricos en Perú, y el hecho de que este potencial no está siendo desarrollado, el Banco y el Gobierno de Perú acordaron emprender dos estudios para investigar la situación, **con el objetivo de vencer las barreras existentes para desarrollar proyectos de generación hidroeléctrica.**

Un primer estudio (el presente, ya concluido) se concentró en los proyectos de generación hidráulica de pequeña escala, es decir, menos de 20 MW. El segundo estudio está enfocado en proyectos de generación hidráulica de mediana a gran escala (en desarrollo).



Antecedentes Generales

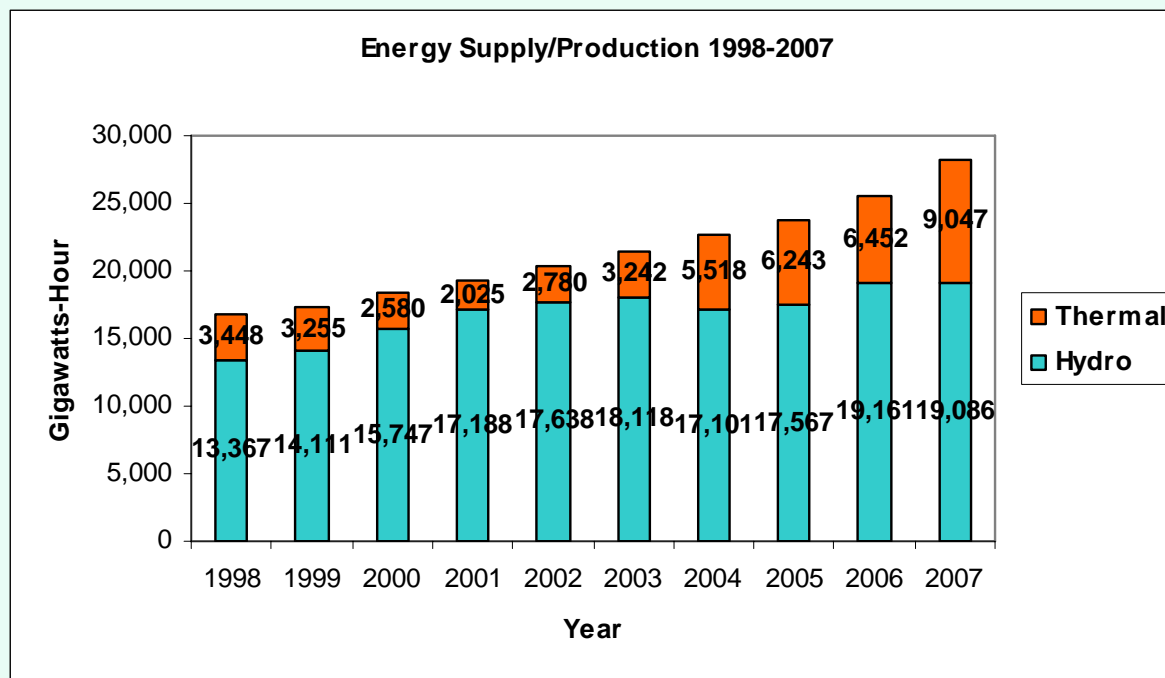
- Perú ha sido tradicionalmente un país hidroeléctrico. En 1976, cuando Lahmeyer-Salzgitter comenzó su estudio del potencial hidroeléctrico, había 1,406 MW hidroeléctricos instalados (que representaba el 75% del total), de los cuales 186 MW provenían de plantas pequeñas, menores a 30 MW.
- El estudio de Evaluación del Potencial Hidroeléctrico de Lahmeyer-Salzgitter identificó inicialmente 798 proyectos, de los cuales se descartaron 250 por condiciones técnicas desfavorables o por su tamaño (menores de 100, 50 ó 30 MW, según tipo de embalse o desarrollo de cuenca)
- La lista final incluyó un total de 548 proyectos de generación hidroeléctrica, con un potencial de unos 60,000 MW. De esos 548 proyectos, 163 contaban con capacidades instaladas inferiores a 100 MW (por un total de 8,377 MW), incluyendo algunos con menos de 30 MW que formaban parte de los esquemas generales de desarrollo de cuencas que se incluyeron en las recomendaciones.



- En el 2006, treinta años posteriores al estudio de Lahmeyer-Salzgitter, la capacidad instalada hidroeléctrica del país fue de 3,203 MW en 167 plantas, de los cuales 337 MW provienen de pequeñas hidroeléctricas de menos de 30 MW. De las 167 plantas, solamente 19 tienen una capacidad mayor a 30 MW.
- Los 1,797 MW hidroeléctricos adicionales instalados representan un **crecimiento promedio anual de solo 2% en treinta años**. En el caso de pequeñas plantas, se ha pasado de un 13% del total hidroeléctrico en 1976 a 10.5% en el 2006.
- Claramente la hidroelectricidad ha avanzado muy poco en 30 años respecto a su potencial, más aún relativamente en el caso de plantas de pequeña escala.



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



En lo que respecta a la producción de energía, se nota un descenso significativo, relativo, de la hidroelectricidad respecto a la generación térmica, de un 89% en el 2001 a 68% en el 2007.



- No existe una base sólida para estimar el potencial técnico de los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala en Perú debido a la falta de inventario de dichos recursos. A pesar de estas incertidumbres, Perú cuenta con un considerable potencial para desarrollar proyectos de generación hidroeléctrica de pequeña escala. Este potencial se estima en por lo menos 1,600 MW, de los cuales 100 MW se encuentran en sitios que se beneficiarían de la infraestructura existente, y 1,500 MW en sitios nuevos.
- El MEM tiene prevista una nueva evaluación (HidroGIS) bajo el Proyecto de Electrificación Rural que cuenta con la asistencia del Banco Mundial. Dicha evaluación proveerá información más confiable respecto del potencial técnico para desarrollar proyectos hidroeléctricos de pequeña a mediana escala.



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



Existe un portafolio muy reducido de proyectos hidroeléctricos de pequeña escala. En los registros del MINEM solo existen 17 proyectos en cartera entre 1 y 30 MW, con un total de 200 MW.

Número	Nombre	Patrocinador del Proyecto	Capacidad de Diseño (MW)	Producción Anual Estimada (GWh)	Inversión Estimada (US\$ Millones)
<i>Concesiones Definitivas</i>					
1	Centauro I y III	Corporación Minera del Perú S.A. – CORMIPESA	25	-	14
9	Pías I	Aguas y Energía Perú S.A.	11	82	13,4
10	Poechos (2da Central Eléctrica)	Sindicato Energético S.A. – SINERSA	10	-	9
		Subtotal	46		
<i>Concesiones Temporales</i>					
9	Quiroz-Vilcazán	Junta de Usuarios del Distrito de Riego San Lorenzo	18	-	-
15	Uchuhuerta	Electroandes S.A.	30	235	36
16	Pías II	Aguas y Energía Perú S.A.	16	-	-
		Subtotal	64		



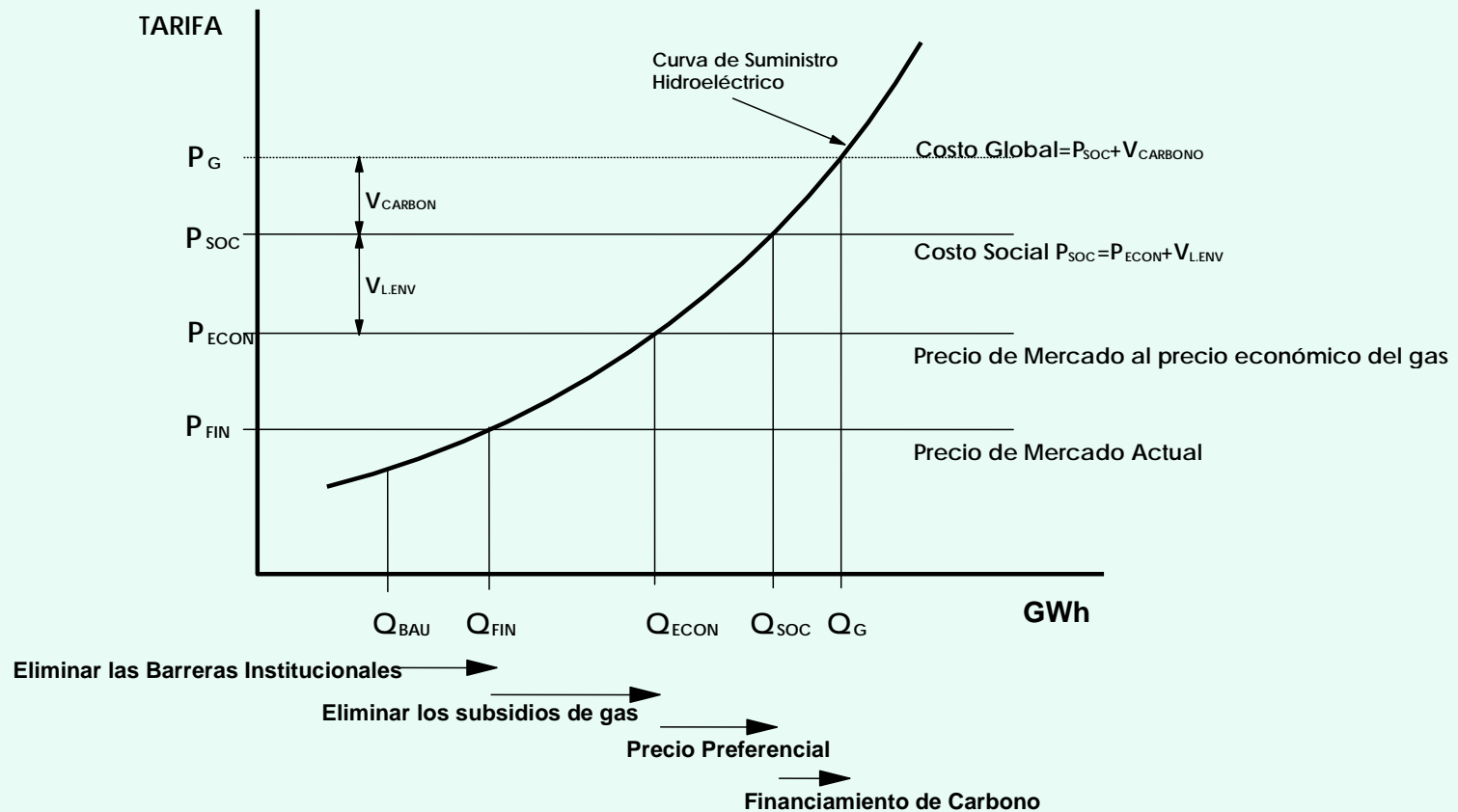
Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



<i>Autorizaciones</i>					
1	Caña Brava	Duke Energy Egenor S. en C. por A.	5,65	-	6,05
3	Gratón	SIIF Andina S.A.	5,00	-	4,72
4	Ispana-Huaca	Inversiones Productivas Arequipa S.A.C.	9,60	-	-
5	La Joya	Generadora de Energía del Perú S.A.	9,60	-	9,57
6	Patazo	Generación Taymi S.R.L.	1,02	-	0,77
7	Roncador	Agroindustrias Maja S.A.C.	3,80	-	2,5
8	San Diego	Duke Energy Egenor S. en C. por A.	3,24	-	2,93
9	Salí	ABRIngenieros S.A.C	8,95	-	8.1
Subtotal			46,86		
<i>Con Estudios</i>					
1	Aricota III	Empresa de Generación del Sur-EGESUR	19,00	66	21
3	Camana	Plan Maestro	2,80	23	8
5	Culgul	Electroperú S.A.	20,00	133	54
Subtotal			41,80		
<i>Todos los Proyectos</i>			Total	198,70	



Principales Resultados





Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



Los precios del gas para la generación de electricidad en Perú son quizás los más bajos en todo el mundo. Los precios actuales del yacimiento Camisea para generadores se han establecido en US\$1.30-US\$1.39/MMBTU. Los precios de entrega para los generadores en las proximidades de Lima en 2008 alcanzan a US\$2.13-US\$2.24/MMBTU.

	Precio del Gas (US\$/mmBTU)	Costo Variable (Energía) de Generación TGCC, (Centavos de US/kWh)
Perú	2,15	1,70
Vietnam	3,20	2,24
Georgia (importaciones de GAZPROM)	3,50	2,45
Azerbaijan (importaciones de Rusia)	6,77	4,74
EE UU, octubre de 2007 Precio al Contado Henry Hub	7,02	4,91



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



Se estima que el costo económico total de generación térmica de TGCC (de costo de inversión de US\$1,150/kW), a un precio económico del gas de US\$4.0/MMBTU, es US\$ 5.6 centavos de US\$ por kWh.

		Precio Económico del Gas (\$4/MMBTU)		Precio Actual del Gas (\$2.15/MMBTU)	
		Estimación Costos de Capital 2006 [1]	Costos de Capital 2008* [2]	Estimación de Costos de Capital 2006 [3]	Costos de Capital 2008 * [4]
Costo del combustible					
Rendimiento Térmico de la Planta	kcal/kWh	1,800	1,800	1,800	1,800
Costo del Gas en Chilca/Kallpa	\$/mmBTU	4.0	4.0	2.15	2.15
	BTU/kCal	3,968	3,968	3,968	3,968
	\$/kWh	0.029	0.029	0.015	0.015
Costo Operativo sin Combustible					
O&M	\$/KW/año	22	22	22	22
Costo Capital					
Vida Útil	\$/kW	600	1,150	600	1,150
Tasa de Descuento	[años]	20	20	20	20
Costo Anual	[]	10%	10%	10%	10%
Total Costos Fijos	\$/KW/año	70	135	70	135
Factor de Planta	\$/KW/año	92	157	92	157
Costos Fijos	\$/kW/mes	7.7	13.1	7.7	13.1
	[]	0.65	0.65	0.65	0.65
	[\$/kWh]	0.016	0.028	0.016	0.028
Costo Total	[\$/kWh]	0.045	0.056	0.032	0.043



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



El Cuadro describe los proyectos de generación hidroeléctrica de pequeña escala para los cuales se estimaron los retornos económico y financiero. Las estimaciones de costos de capital requieren de mucha cautela, puesto que existen amplias variaciones en las fuentes de datos.

Proyecto	Compañía	Capacidad Instalada (MW)	Energía (GWh)	Factor de Carga	Costo de Capital (US\$M)	\$/kW (MEM)	Estimación Actual \$/kW	
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	
Caña Brava	Cajamarca	Duke Energy Egenor	5,6	38,6	0,78	6,05	1.071	1.285
Poechos	Puira	SINERSA	15,4	60,0	0,44	16,9	1.097	1.317
Moche I&II	La Libertad	Electricidad Andina	20,6	100,2	0,56	16,7	811	975
Gratón	Lima	Electricidad Andina	5,0	27,7	0,63	5,4	1.080	1.284
El Sauce	San Martín	Electricidad Andina	9,5	39,6	0,48	11,7	1.232	1.487
Cerro Mulato	Lambayeque	Electricidad Andina	8,0	56,9	0,81	8,7	1.088	1.210
Camaná		ElectroPerú	3,0	23,0	0,88	8,0	2.667	3.200
Culqui		ElectroPerú	20,0	133,0	0,76	54,0	2.700	3.240
Aricota III		EGESUR	19,0	66,0	0,40	21,0	1.105	1.326



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



El Cuadro muestra la tarifa requerida para alcanzar una TIRF del 17.5 por ciento, como función del factor de carga y del costo de capital. Se indican las dos condiciones factibles: (i) a la tarifa actual de 3.5 centavos de US\$ por kWh; y (ii) al costo económico estimado evitado de la generación de electricidad a gas, redondeado a 6 centavos de US\$ por kWh.

Factor de Carga	Costo de Capital (\$/kW)											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
35%	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,7	11,4	12,1	12,9	13,6	14,3	15,0
40%	6,3	6,9	7,6	8,2	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	11,9	12,5	13,1
45%	5,6	6,2	6,7	7,3	7,8	8,4	8,9	9,4	10,0	10,5	11,1	11,6
50%	5,1	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
55%	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	6,8	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5
60%	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
65%	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1
70%	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,8	7,1	7,5
75%	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,7	6,0	6,3	6,7	7,0
80%	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5
85%	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,2
90%	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8



Los proyectos de generación hidroeléctrica de pequeña escala están sujetos a los siguientes riesgos financieros, que dan forma a las percepciones de quienes otorgan los préstamos para financiar los potenciales proyectos:

- Riesgo de precio (ingreso menor al esperado cuando el precio pactado es el precio de oportunidad, “spot”, del mercado)
- Riesgo de finalización (incluyendo los riesgos por demora debido a litigios durante la etapa de construcción, costos excedidos, demoras debido a problemas geotécnicos)
- Riesgo hidrológico (volumen de generación de electricidad menor al anticipado debido a la falta de agua)
- Riesgo operativo (incapacidad de operar por fallas mecánicas o problemas operativos de la planta)
- Riesgo de Colocación/Entrega de la producción (falla del comprador de recibir energía por motivos de despacho, congestionamiento en el sistema de transmisión, o falla de la línea de transmisión)



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



La experiencia internacional demuestra claramente que para que se desarrollen los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala (o de energía renovable) en una escala significativa, es necesario contar con tarifas fijadas por lo menos al nivel de los costos evitados y a menudo es necesario asistir a los promotores para que obtengan financiamiento a largo plazo.

País/Medida	Definición de Proyecto Hidroeléctrico de Pequeña Escala	Tarifa Preferencial	Asistencia Financiera a Largo Plazo	Subasta	Apoyo Financiero para Estudios	Asistencia Técnica
	(MW)	(US\$ centavos / kWh)				
Brasil	<30	7,4	Si	Si	No	Si
Chile	<20	Hasta 7	No	Si	Si	Si
Sri Lanka	<10	7	Si	No	Si	Si
Turquía	<50	Tarifa de costo evitado	Si	No	Si	Si
Zhejiang, China	<50	Si	Si	Si, pero de concesiones	Si	Si
Vietnam	<30	Tarifa de costo evitado	Si	No	Si	Si



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



- En los países donde se ha introducido una facilidad de refinanciamiento que ofrece préstamos con plazos de vencimiento más largos que los anteriormente disponibles (Turquía, Sri Lanka, Nepal, India), es evidente que el beneficio no es solamente el de reducir los costos de financiamiento, sino que esto ha allanado el camino para que los bancos comerciales participen otorgando préstamos para proyectos de energía renovable y para que fortalezcan su capacidad necesaria para la evaluación de riesgos.
- La experiencia más exitosa en América Latina ha sido la de las tarifas feed-in dependientes de la tecnología, combinadas con préstamos a bajas tasas de interés, como es el ejemplo del Programa PROINFA de Brasil. Es muy pronto aún para medir el éxito del enfoque de Chile que impone el requerimiento de la obligación de uso de energías renovables, pues la ley recién se promulgó hace menos de un año.



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



PAÍS	BARRERA PRINCIPAL	BARRERA ELIMINADA MEDIANTE
Brasil	Falta de ACE Tarifa inadecuada Falta de financiamiento a largo plazo	Ley de PROINFA: tarifa feed-in, acceso a préstamos de bajo costo, ACE a 15 años con la ley de PROINFA (menos de 30MW)
Chile	Inversión limitada Altos costos de pre-inversión	Obligación de uso de energías renovables vinculante con multas por incumplimiento Concesiones de pre-inversión
Sri Lanka 1998	Ninguna tarifa preferencial Falta de financiamiento a largo plazo	Tarifa publicada basada en el costo evitado por el comprador Facilidad de financiamiento asistida por el Banco Mundial para préstamos a largo plazo
Turquía	Altos costos de transacción Falta de contratos estándar Falta de financiamiento a largo plazo	Asistencia técnica para regulación, desarrollo de contratos estándar, tarifas Facilidad de financiamiento asistida por el Banco Mundial
Zhejiang, China	Dificultades en la asignación del sitio y obtención de licencias Deseo de introducir enfoques basados en el mercado	Licitación competitiva para los sitios más tarifa feed-in Facilidad de financiamiento asistida por el Banco Mundial para proyectos hidroeléctricos de pequeña escala CRESP (Proyecto de Ampliación de Energías Renovables de China)
Vietnam, 2006	Falta de ACE estandarizado, tarifas mediante negociación <i>ad hoc</i> ; muchos proyectos hidroeléctricos de pequeña escala atrasados por falta de financiamiento	Tarifa de costo evitado publicada por el ente regulador; ACE estandarizado, no negociable; facilidad de financiamiento asistida por el Banco Mundial para productores de energías renovables de pequeña escala (menos de 30MW)



Conclusiones/Recomendaciones

- El significativo potencial con el que cuenta Perú respecto de los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala, estimado conservadoramente en no menos de 1,600 MW, merece ser desarrollado como parte de un programa de desarrollo de energías renovables sobre fundamentos económico y ambientales.
- La restricción fundamental para desarrollar el potencial hidroeléctrico de Perú ha sido la tarifa baja que se le ofrecen a los generadores hidroeléctricos, como consecuencia del bajo precio del gas natural. Con costos del gas para la generación de electricidad de sólo US\$2.15/MMBTU (entre los más bajo en cualquier parte del mundo con excepción de Oriente Medio), los costos de generación TGCC son un poco más de 3.5 centavos de US\$ por kWh.



- **Implementación del Decreto de Energías Renovables.** La clave para liberar el potencial de los proyectos hidroeléctricos de pequeña escala será una tarifa remunerativa y predecible. Es particularmente importante la implementación del precio con prima y las disposiciones de subasta de manera tal que minimicen el grado de incertidumbre de la prima recibida. A menos que la tarifa preferencial sea predecible, y los costos de transacción se minimicen, el decreto tendrá un impacto bajo. Parte del éxito del Programa PROINFA de Brasil ha sido la simplicidad y claridad de su implementación.
- **Metodología de Cargo por Capacidad.** Los beneficios de una cartera de proyectos hidroeléctricos (de pequeña o gran escala) no son capturados adecuadamente en el enfoque actual. Hay que examinar la conveniencia de establecer una tarifa monómica en vez de los pagos por capacidad y energía.
- **Facilidad de Financiamiento a Largo Plazo.** Los desarrolladores muy probablemente enfrentarán numerosos problemas de orden financiero, aún en el caso que las subastas estipulen una tarifa adecuada. Muchos de estos problemas se podrían mitigar mediante el establecimiento de una adecuada facilidad de financiamiento a largo plazo.



- **Derechos de Agua.** La seguridad de los derechos de agua causa gran preocupación, y ha habido instancias donde el grado de incertidumbre de estos derechos ha resultado en demoras y costos significativos para los proyectos hidroeléctricos. La mayoría de los desarrolladores señalaron que el problema más importante no es el exceso de requisitos sino lo impredecible que es el proceso. La falta de un TUPA específico es la principal queja.
- **Derechos de Paso e Intervención Comunitaria.** El derecho de paso, combinado con los derechos del uso de agua, en terrenos que son de propiedad comunitaria, es muy complejo. Se recomienda el establecimiento de una “Evaluación Social” de los proyectos, que constituya un documento vinculante para la comunidad, el desarrollador y el gobierno.
- **Recuperación Anticipada del IGV.** (Ya realizado)
- **Barreras Secundarias.** El Gobierno debe proceder a estudiar las siguientes barreras secundarias: (i) mejorar el acceso a los datos hidrológicos; (ii) aclarar los requisitos y el proceso de aprobación para los estudios; (iii) aclarar la evaluación ambiental, la aprobación social y los caudales ecológicos; (iv) flexibilizar los rígidos requisitos de conexión, y estandarizar las especificaciones y documentos contractuales.



DL 1002 y Reglamento

- Concesión definitiva (CD) para plantas RER > 500 kW (Art. 3 de la LCE, modificado).
- Requisitos de Autorización se aplican a concesiones definitivas de RERs de tamaño menor o igual a 20 MW (Art. 25 de la LCE, modificado, las excluye de requisitos de CD y el Art. 38 de la LCE, modificado, sobre Autorizaciones las incluye)
- Para Autorización se requiere: “Informe favorable emitido por entidad Clasificadora de Riesgo calificada, sobre la solvencia financiera del solicitante” (párrafo i del Art. 38 modificado).
- Para ser postor de subasta se requiere (entre otros): a) ser titular de concesión temporal (para estudios); b) estudio de pre-factibilidad de proyecto; c) garantía: seriedad oferta/fiel cumplimiento contrato.



- Energía Requerida: 5% de consumo nacional de electricidad y una tasa de crecimiento no menor a la del año anterior, menos la producción de energía del año anterior de las RERs adjudicadas (en las RERs adjudicadas no se cuentan las hidroeléctricas).
- Las subastas se realizarán con una periodicidad no menor a dos años. Las bases establecen porcentajes de participación de cada tipo de tecnología en la Energía Requerida.
- OSINERMIN establece la Tarifa Base (realmente tope) para cada tipo de tecnología. Adjudicaciones se hacen en orden de mérito (precio ofertado), separadamente para cada tipo de tecnología según porcentajes, hasta completar la energía requerida.
- Si no se logra cubrir porcentaje de una tecnología, se completa, proporcionalmente, con ofertas excedentes de otras tecnologías.



Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú



- La energía adjudicada es energía firme ofertada/garantizada por los postores ganadores de la subasta (se entiende entonces que el precio ofertado es sobre la energía firme).
- Los RERs adjudicatarios, recibirán ingresos (pagos) por energía y por capacidad. El ingreso por energía viene de dos fuentes: a) venta de la energía en el mercado “spot” al costo marginal del sistema; y b) la Prima, que es la diferencia entre los ingresos por la energía entregada valorada a la Tarifa de Adjudicación y el monto por a).
- El monto de a) se liquida al mismo tiempo que el resto de transferencias entre generadores. El monto b) se paga en el año siguiente.
- La potencia firme para el pago por capacidad se determinará de acuerdo a los procedimientos que fije el COES.