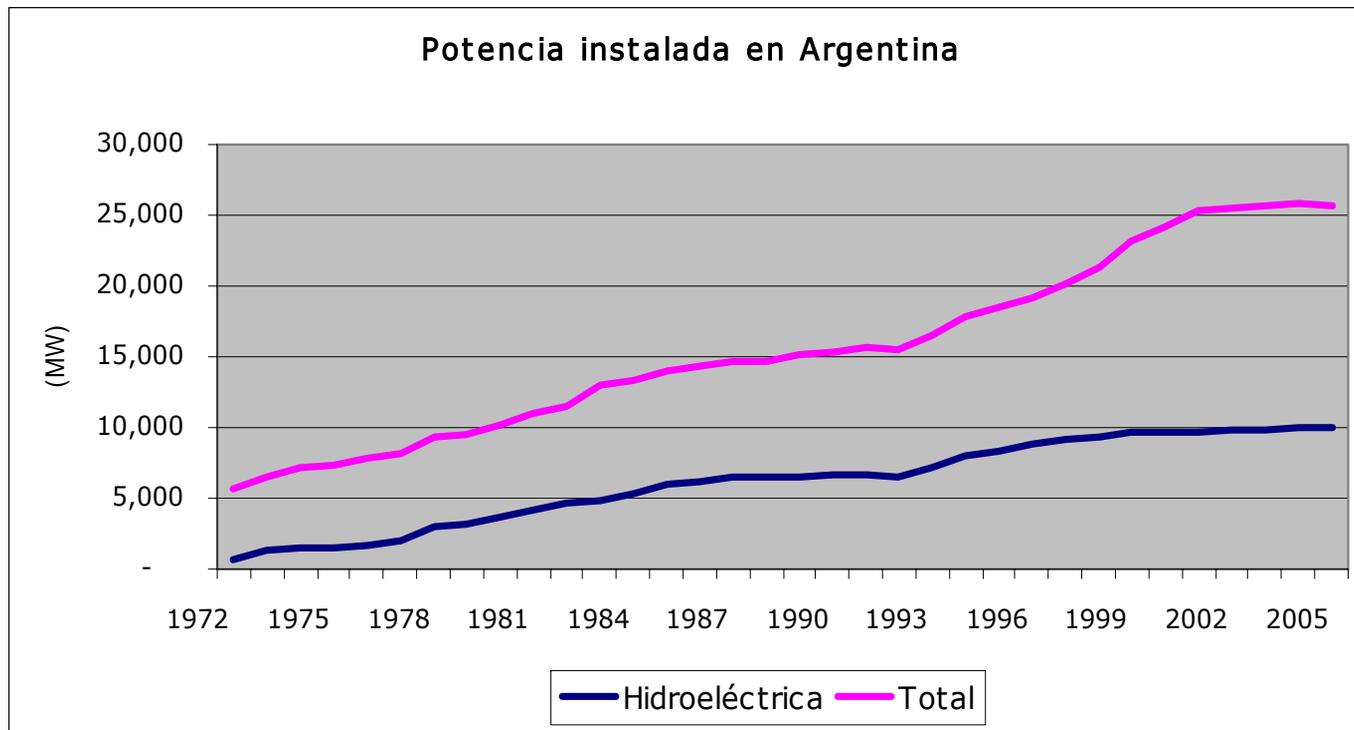

Elementos para el análisis del futuro de la hidroelectricidad en Argentina

Daniel Perczyk
Seminario: Energías renovables
CARI – Club de Roma
Buenos Aires 15/7/2008

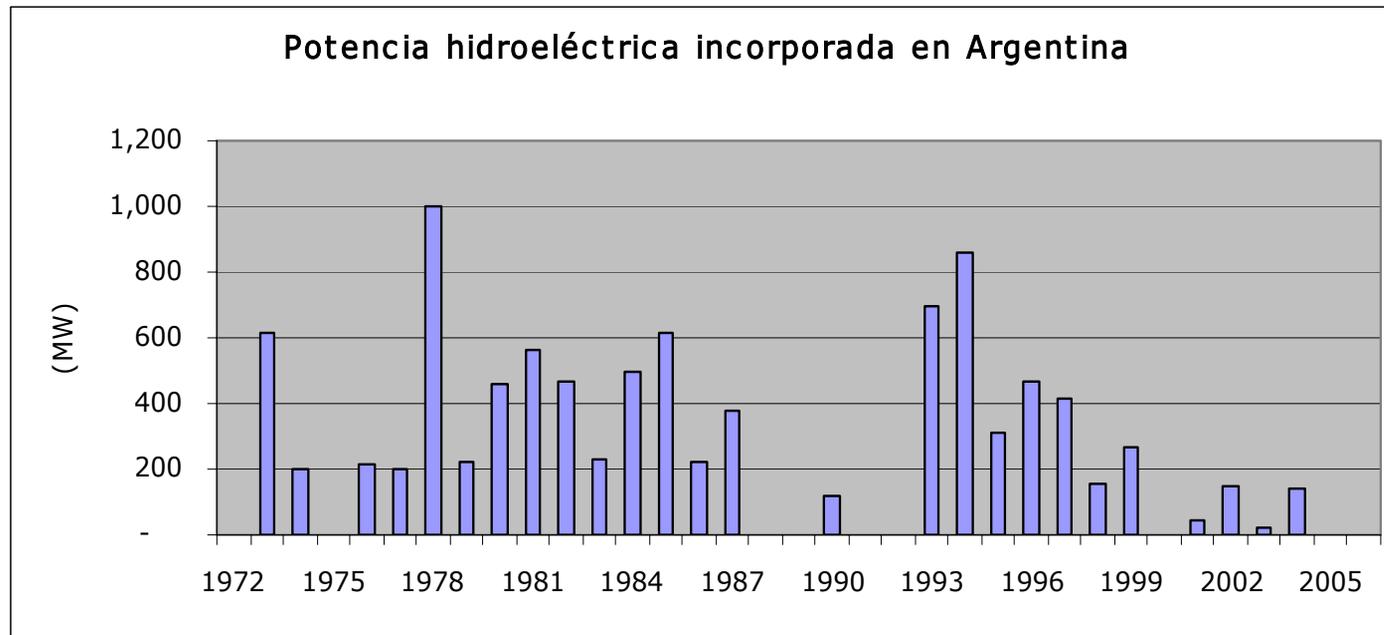
Indice

- Evolución histórica.
 - Cambios estructurales.
 - Riesgos característicos de la actividad.
 - Características. Ventajas y desventajas.
 - Potencial.
-

Evolución histórica I



Evolución histórica II



Experiencia argentina

- Primer aprovechamiento de Sudamérica:1891
Usina Casa Bamba, dique San Roque.
 - Diversidad de condiciones ambientales y técnicas: Patagonia, Comahue, Cuyo, Córdoba, NOA, NEA.
 - Experiencia binacional: Salto Grande (casi 30 años de operación), Yacyretá.
 - Importante cartera de proyectos estudiados:
Hidronor, Agua y Energía, Comip.
-

Cambios estructurales

- Dominio del recurso
 - Usos no hidroeléctricos
 - Consideración ambiental
 - Mercado eléctrico
-

Riesgos

- Hidrológico
 - Geológico
 - Económico - financiero
-

Características de la hidroelectricidad

- Características
 - Ventajas y desventajas
 - Comparación con generación térmica
 - Comparación con otras fuentes renovables
-

Necesidad de comparar

Recomendaciones sobre política del Consejo Mundial de la Energía:

“Mantener todas las opciones abiertas”

Energy for Tomorrow's World; Acting Now! 2000

Potencial

- Proyectos Binacionales: Corpus Christi, Garabí, cuenca del Bermejo;
- Proyectos Nacionales;
- Proyectos de escala pequeña (potencia menor a 30 MW): 400 MW en 116 proyectos (35 tienen el 80%);
- Cuencas no estudiadas: Alta cuenca del río Neuquén.

Corpus Christi. Pindo-í.

Características técnicas

Ubicación	Río Paraná km 1656
Localidad más cercana	MD: Bella Vista MI:Corpus
Potencia Instalada	2880 Mw. 20 grupos Kaplan de 144 Mw
Generación media anual	20.175 GWh/año
Inversión y costo de la energía	2.400 x 106 u\$s / 20 u\$s/MWh
Plazo de construcción	7,5 años
Inicio de generación comercial	5to año
Longitud total del cierre	2080 m + 1400 m presas laterales
Estructuras:	
Casa de máquinas	20 grupos generadores de 144 Mw cada uno
Aliviadero	Capacidad: 95.000 m ³ /s. 28 vanos
Esclusa de navegación	Calado: 12pies. Manga 27m. Capacidad: 6 barcazas 1500 TPB y remolcador
Transferencia de peces	Estructuras ubicadas en los extremos de la central
Presa de margen derecha	Materiales sueltos, con núcleo impermeable y protección de rip-rap en el talud de aguas arriba. Alternativa en hormigón rolado.

Corpus Christi. Pindo-í.

Efectos ambientales

Características del embalse	Estrecho en todo su desarrollo por la topografía encañonada del río. Costas con barrancas elevadas y afluentes pequeños.
Area afectada: Total	13.966 ha Misiones: 6.090 ha Paraguay: 7876 ha
Población a relocalizar: Total	281 familias Misiones 105 familias Paraguay: 176
Tratamiento de márgenes	Criterio de relocalización: reposición funcional Protección de taludes, desmalezamiento y forestación
Formación de zonas de aguas bajas	Solamente en las nacientes de los afluentes. Se previó su tratamiento.
Calidad del agua	La escorrentía del embalse es buena debido a su estrechez. Tiempo de residencia muy corto.
Fauna íctica	Estructuras de transferencia de peces y estaciones de piscicultura
Enfermedades hídricas	Incidencia controlable. Se han previsto los programas correspondientes.
Afectación de infraestructura:	
Cascos urbanos	No afecta
Rutas	Afecta solamente caminos secundarios
Tendidos eléctricos	Redes vecinales
Puertos	Instalaciones menores. Reposición funcional.
Otras construcciones	Reposición funcional
Beneficios:	
Regalías:Totales	u\$s 72 millones anuales (a 30 u\$s/MWh)
Misiones	u\$s 36 millones anuales (a 30 u\$s/MWh)
Puestos de trabajo	
Uso turístico y recreativo del lago	8.000 en el pico

Garabí

Antecedentes institucionales:

- Tratado de 1980
 - Protocolo Adicional Creación de la Comisión Técnica Mixta 2007
 - Declaración de los Presidentes de Febrero 2008
-

Presupuesto Preliminar

Garabí

Inversión y afectaciones en la República Argentina					
Potencia	Energía	Costo total	Costo por Kw	Superficie afectada	Población afectada
Mw	GWh/año	U\$S 103	U\$S/Kw	ha.	hab.
435	1,957	663,339	1,525	9,259	849
514	2,309	721,950	1,406	16,227	1,826
566	2,544	762,534	1,347	19,741	2,128
550	2,396	634,114	1,153	5,850	2,080

Comparaciones

Superficie inundada por grandes aprovechamientos hidroeléctricos							
Proyecto	Capacidad instalada (MW)	Superficie del embalse (Ha)	Hectareas /Mw	Proyecto	Capacidad instalada (MW)	Superficie del embalse (Ha)	Hectareas /Mw
Arun II (Nepal)	402	43	1	San Javier	1250	43570	35
Pehuenche (Chile)	500	400	1	El Cajón (Honduras)	300	11200	37
Pangué (Chile)	450	500	1	Garabi 94.00 MOP	1800	67680	38
Guavio (Colombia)	1000	1530	2	Ilha Solteira (Brasil)	300	125700	39
Tehri (India)	2400	4200	2	Guri Complex (Venezuela)	10300	426000	41
Ghazi Barotha (Pakistán)	1450	2640	2	Salto Grande (Argentina/Uruguay)	1890	78300	41
Nam Theun- Hinboun (Laos)	210	630	3	Nam Theun II (Laos)	1086	45000	41
Ertan (China)	3300	10100	3	Arenal (Costa Rica)	157	7000	45
Fortuna (Panamá)	300	1050	4	Yacretá (Argentina/Paraguay)	3100	165000	53
Chixoy (Guatemala)	300	1400	5	Tucuruí (Brasil)	3980	243000	61
Corpus Christi	2880	14000	5				
Grand Coulee (United States)	6494	33306	5	Narmada Sagar (India)	1000	90820	91
Three Gorges (China)	18200	110000	6	Porto Primavera (Brasil)	1815	225000	124
Tarbela (Pakistán)	3478	24280	7	Churchill Falls (Canada)	5225	665000	127
Salvajina (Colombia)	270	2030	8	Khao Laem (Tailandia)	300	38800	129
Zimapán (México)	280	2300	8	Kedung Ombo (Indonesia)	29	4600	159
Itaipú (Brasil/Paraguay)	12600	135000	11	Kainji (Nigeria)	760	126000	166
Victoria (Sri Lanka)	210	2270	11	Pak Mun (Tailandia)	34	6000	176
Karao/Belo Monte (Brasil)	8381	116000	14	Cabora Bassa (Mozambique)	2075	380000	183
Aguamilpa (México)	960	13000	14	Aswan High (Egipto)	2100	400000	191
Betania (Colombia)	510	7370	14	Nam Ngum (Laos)	150	37000	247
Urra I (Colombia)	340	7400	22	Sobradinho (Brasil)	1050	415000	395
Mangla (Pakistán)	1000	25300	25	Kariba (Zambia/Zimbabwe)	1260	510000	405
Roncador	1100	27820	25	Balbina (Brasil)	250	236000	944
Puerto Rosario	1300	34460	27	Akosombo (Ghana)	833	848200	1018
Once Vueltas	1340	37450	28	Bayano (Panamá)	30	35000	1167
Bakun (Malasia)	2400	70000	29	Kompienga (Burkina Faso)	15	20000	1426
Garabi 82.50 MOP	870	28230	32	Brokopondo (Suriname)	30	160000	5333
Ataturk (Turquía)	2400	81700	34				

Fuente Good Dams and Bad Dams: Environmental Criteria for Site Selection of Hydroelectric Projects - November 2003 - George Ledec - Juan D. Quinteros The V y Elaboración propia

Aprovechamiento del río Uruguay tramo Garabi Saltos de Moconá y Corpus Christi según información EBISA y COMIP

Análisis de 29 aprovechamientos nacionales

- El estudio tuvo por objeto realizar un análisis expeditivo de la documentación disponible sobre 29 aprovechamientos hidroeléctricos indicados por la Secretaría de Energía, para establecer un orden de mérito mediante la aplicación de una matriz multicriterio.
-

Listado de Aprovechamientos Nacionales

Provincia	Río	Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Factor de Planta	Nivel de estudio según informe	AÑO	Plazo Obras [años]
Tucumán /Catamarca	Gastona Medina	Potrero del Clavillo	120	375	35.67%	Proyecto básico	1994	7
Mendoza	Mendoza	Cordón de Plata II	214	443	23.61%	Prefactibilidad	1975	5
		Cordón de Plata I	847	2291	30.88%	Factibilidad	1983	5
		Cordón de Plata III	319	545	19.49%	Prefactibilidad	1975	5
	Tunuyán	Los Blancos I	324	900	31.71%	Proyecto básico	1988	6
		Los Blancos II	119	380	36.45%	Prefactibilidad	1990	6
	Diamante	El Baqueano	190	453	27.22%	Prefactibilidad	1982	5
	Grande	La Estrechura/Valle Noble	50	363	82.88%	Prefactibilidad	1999	8
		Risco Negro/El Montañés	50	340	77.63%	Prefactibilidad	1999	8
		El Seguro/Los Malines	55	398	82.61%	Prefactibilidad	1999	8
		Portezuelo del Viento	90	690	87.52%	-	2004	4
		Rincón de los Godos	30	250	95.13%	Prefactibilidad	1983	5
Neuquén	Neuquén	El Chihuido I	850	2600	34.92%	Prefactibilidad	1994	5
		El Chihuido II -Provincial-	228	1087	54.42%	Inventario	1988	5
		El Chañar	69	366	60.55%	-	1983	3
	Aluminé	Rincón de la Medialuna	270	1127	47.65%	Prefactibilidad	1982	6
		Talhelum	240	1008	47.95%	Prefactibilidad	1991	5
		La Rinconada	200	860	49.09%	Prefactibilidad	1994	4
		Collón Curá	376	1492	45.30%	Prefactibilidad	1986	4
Río Negro /Neuquén	Limay	Michihuao	621	2869	52.74%	Proyecto básico	1988	7
Río Negro	Río Negro	Sistemización Río Negro Superior	94	801	97.27%	Prefactibilidad	2006	6
		Jaramillo	18	71	44.90%	-	1991	-
		La Caridad	64	273	48.69%	Prefactibilidad	1988	4
		La Elena	102	649	72.63%	Factibilidad	1988	4
Chubut	Carrenleufú	Río Hielo	50	328	74.77%	Prefactibilidad	1999	8
		Puesto Bustos	115	560	55.60%	Prefactibilidad	1994	5
		Frontera II	80	419	59.83%	Prefactibilidad	1999	4
Santa Cruz	Santa Cruz	Cóndor Cliff	1400	3200	26.09%	Prefactibilidad	1977	5
		La Barrancosa	750	1700	25.88%	Prefactibilidad	1977	5

Criterios de Selección de Aprovechamientos

■ Criterios

- ❑ **Evaluación Técnica.**
 - ❑ **Evaluación Ambiental.**
 - ❑ **Evaluación Económica.**
-

Jerarquía de Viabilidad Multicriterio

Orden de mérito	Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Provincia	Río
1°	La Elena	102	649	Chubut	Carrenleufú
2°	Frontera II	80	419	Chubut	Carrenleufú
3°	La Caridad	64	273	Chubut	Carrenleufú
4°	La Rinconada	200	860	Neuquén	Aluminé
5°	Los Blancos I y II	443	1280	Mendoza	Tunuyán
6°	El Baqueano	190	453	Mendoza	Diamante
7°	Collón Curá	376	1492	Neuquén	Aluminé
8°	Cóndor Cliff	1400	3200	Santa Cruz	Santa Cruz
9°	El Chañar	69	366	Neuquén	Neuquén
10°	El Chihuido I	850	2600	Neuquén	Neuquén
11°	La Barrancosa	750	1700	Santa Cruz	Santa Cruz
12°	Milchihua	621	2869	Neuquén/Río Neg	Limay
	TOTAL	5145	16161		

Conclusiones aprovechamientos nacionales

- La Secretaría de Energía proporcionó un listado de 29 aprovechamientos, con potencia instalada del orden de 8.000 MW y energía media de 28.000 GWh/año.
- Podría disponerse a mediano plazo de una potencia de unos 5.000 MW y una energía media anual de 16.000 GWh/año, considerando sólo los 12 seleccionados.
- Los cálculos y presupuestos de los proyectos son de la década del '80 y principios del '90.

Muchas gracias

Daniel Perczyk
dperczyk@gmail.com
