



Almacenamiento por Bombeo

Oportunidades en América Latina y el Caribe

Marzo 2025

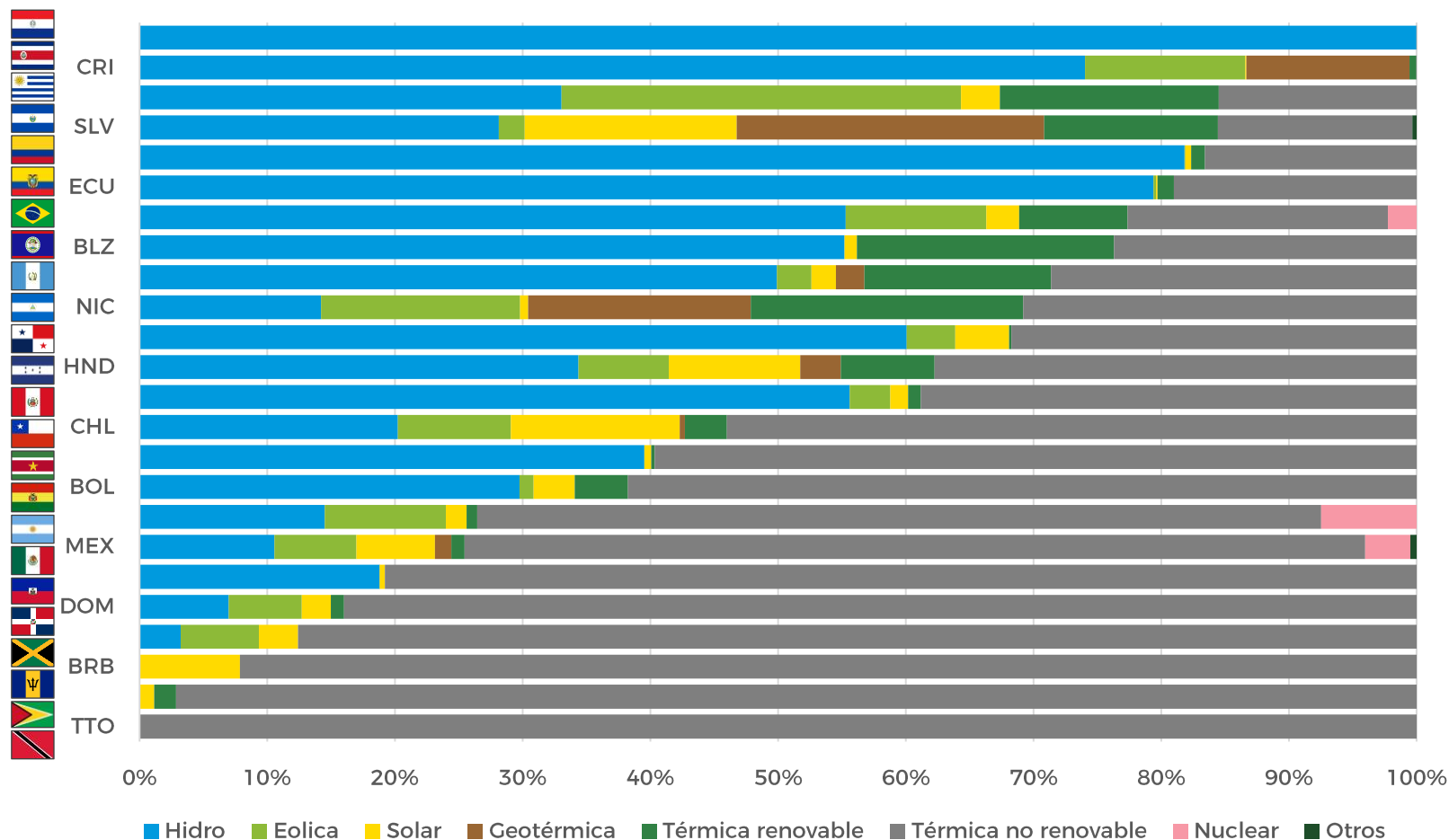


Contenido

1. La matriz eléctrica América Latina y el Caribe (ALC)
2. El almacenamiento por bombeo en ALC
3. Análisis de potencial
4. Conclusiones
5. Recomendaciones

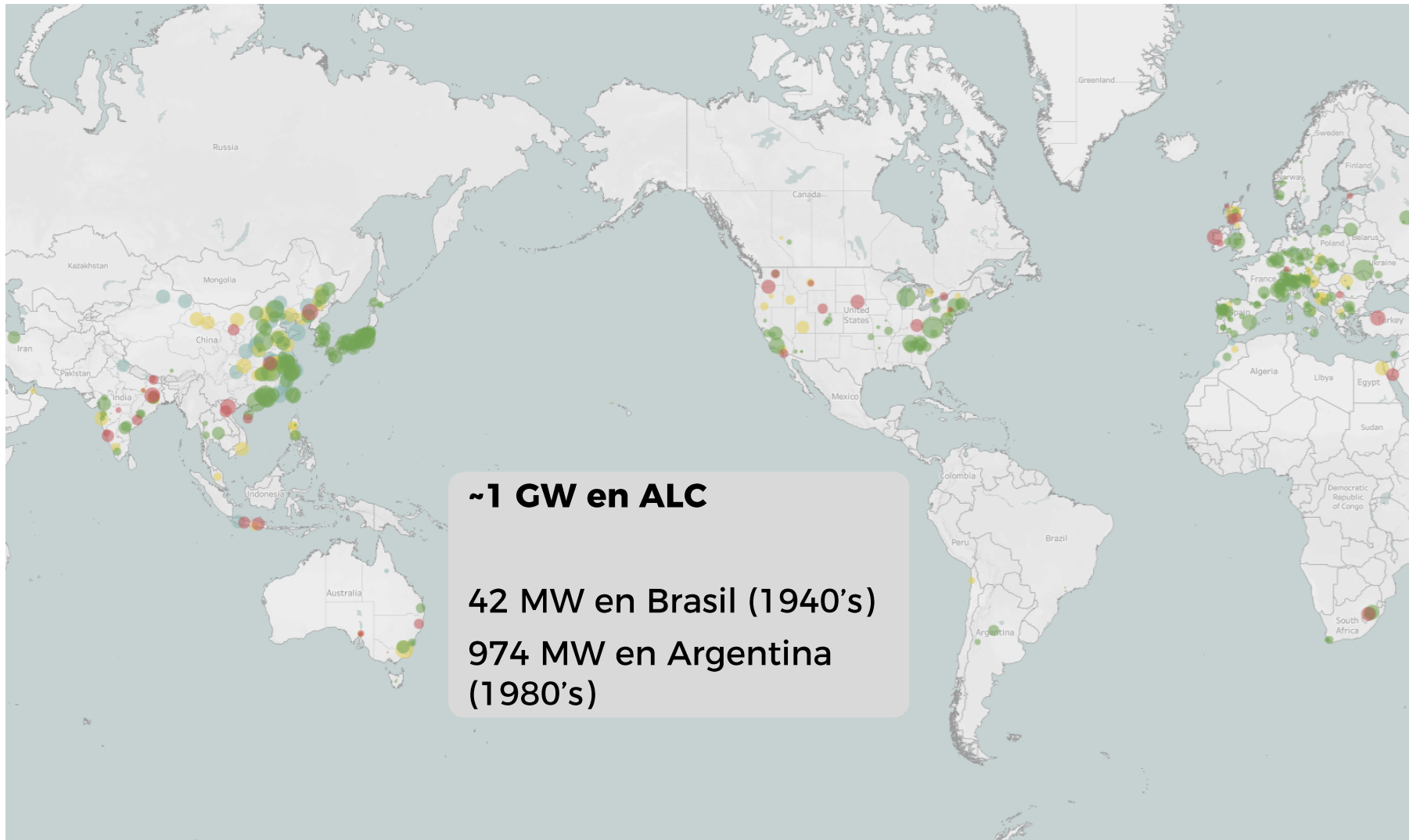
Matriz eléctrica en América Latina y el Caribe

Generación eléctrica por fuente al 2021



- Países con matriz eléctrica prácticamente 100% renovable
 - **Paraguay** (Hidro)
 - **Costa Rica** (Hidro/Eólica)
 - **Uruguay** (Hidro/Eólica)
- Países en top 6 mundial en penetración solar
 - **Chile**
 - **Honduras**

Almacenamiento por bombeo en ALC

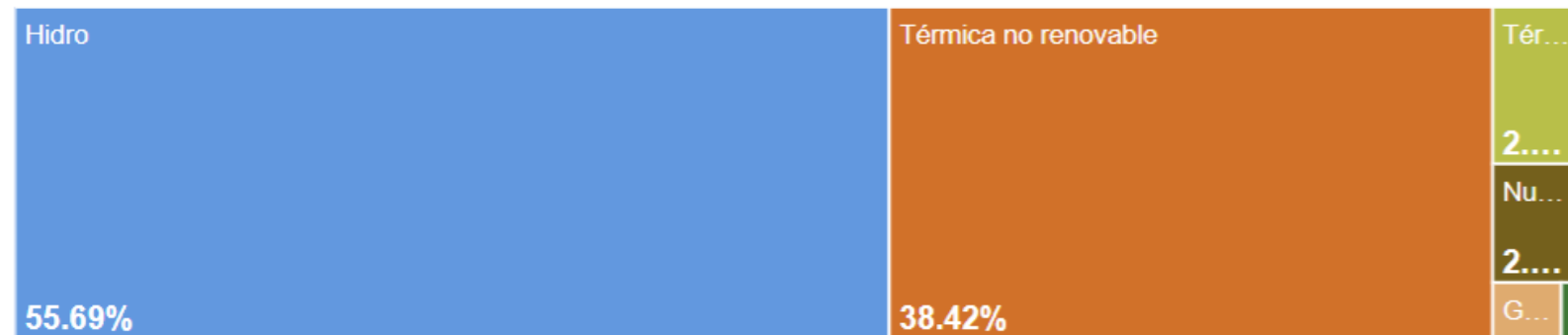


Almacenamiento y flexibilidad – pre 2010

- ↑ Sistemas con almacenamiento (reservorios)
- ↑ Poca necesidad de flexibilidad (sistemas hidro/termo)
- ↓ Marcos regulatorios no adaptados a variabilidad

Matriz de generación eléctrica en América Latina y el Caribe, 2010. Cifras en porcentaje (%)

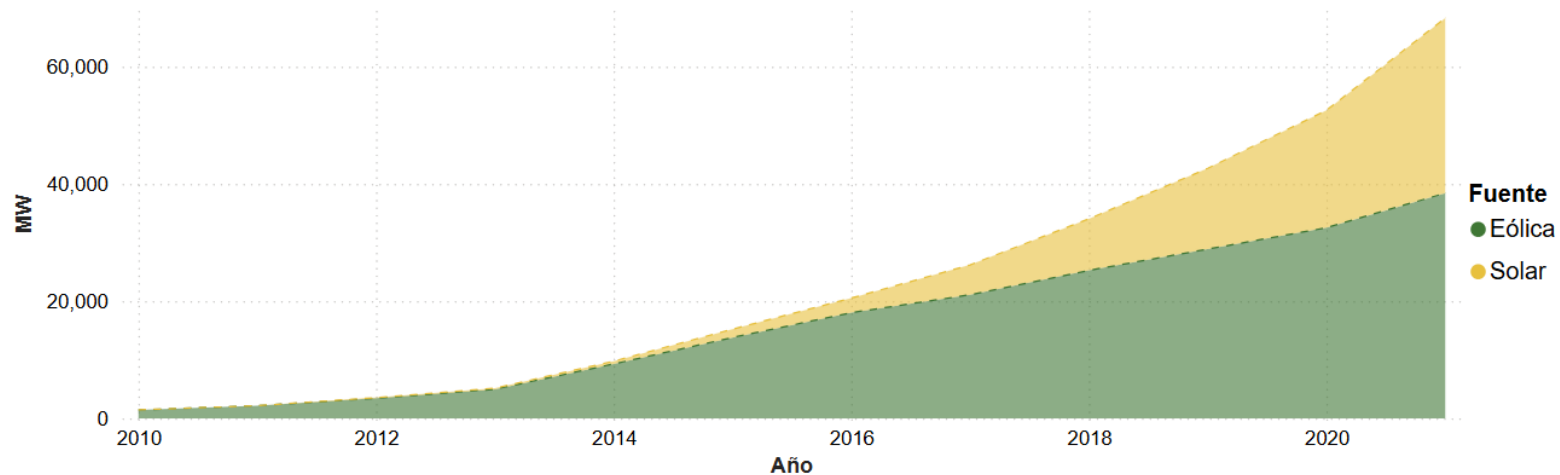
Fuente ● Hidro ● Térmica no renovable ● Térmica renovable ● Nuclear ● Geotermia ● Eólica ● Solar



Almacenamiento y flexibilidad – hoy

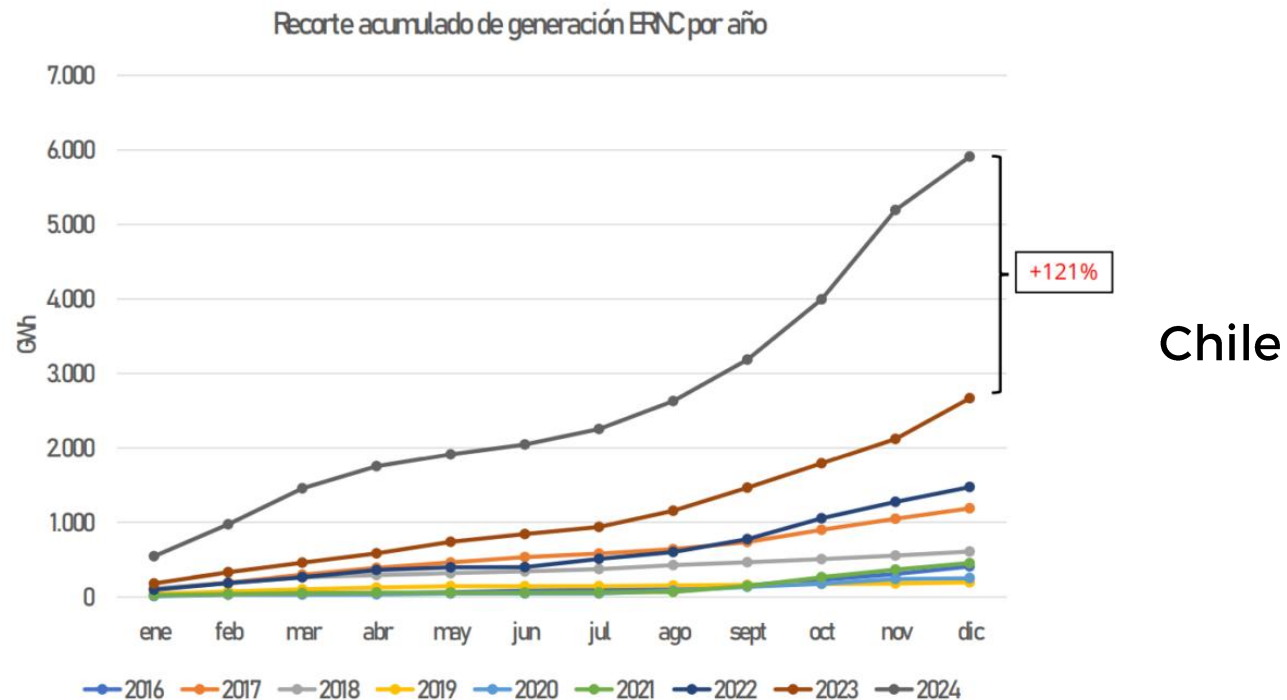
- ↓ Sistemas con almacenamiento (centrales sin embalse)
- ↓ Poca necesidad de flexibilidad (sistemas hidro/termo)
- ↓ Marcos regulatorios no adaptados a variabilidad

Evolución de la capacidad instalada de energía eléctrica por fuente, América Latina y el Caribe. Cifras en MW



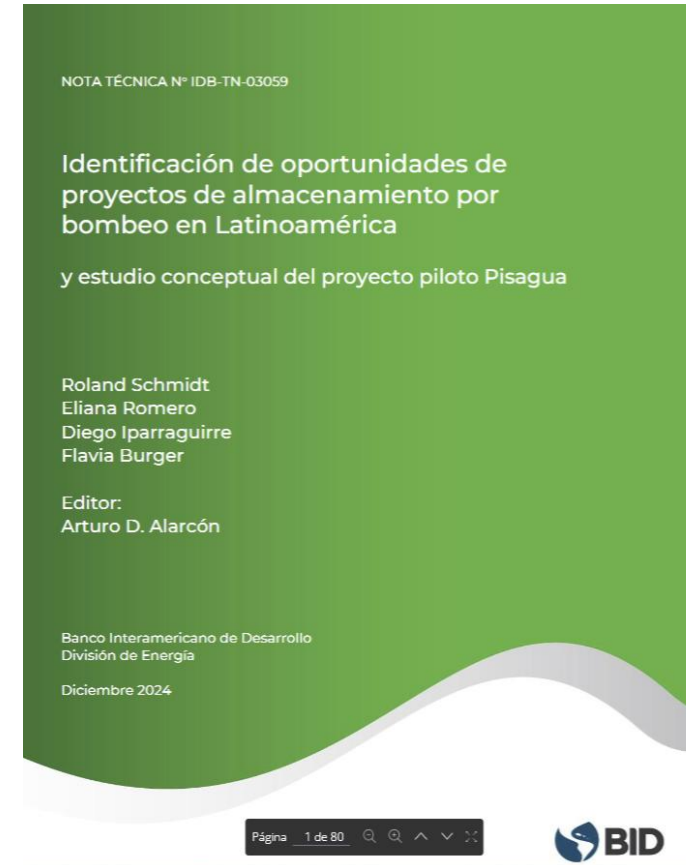
Almacenamiento y flexibilidad – hoy

- ↓ Restricciones ambientales y sociales para centrales con grandes embalses
- ↓ Dificultad de expansión de transmisión (permisos, tiempos)
- ↓ Vertimiento de energía solar y eólica

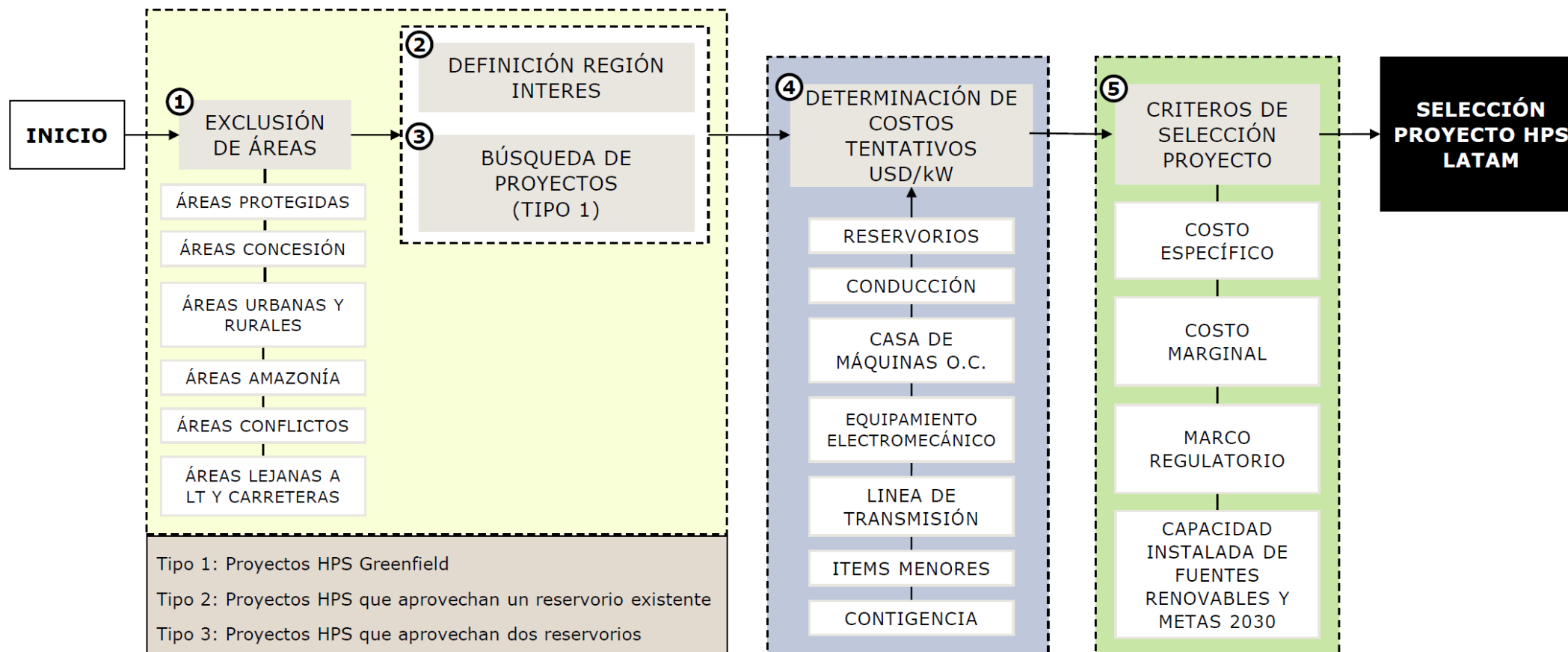


Almacenamiento y flexibilidad – hoy

Necesidad evidente de fuentes de almacenamiento y flexibilidad.



Metodología – identificación potencial en 11 países



Países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Jamaica, Panamá, Perú, República Dominicana y Uruguay.

Criterios de búsqueda (ejemplo)

La Figura 4-4 muestra las áreas excluidas (zonas en color blanco) a considerar en Bolivia, se muestran las (1) áreas protegidas, (2) áreas de concesión, (3) áreas urbanas con 2.5 km de buffer, (4) Área amazónica de Bolivia, (5) corredor de líneas de transmisión y (6) corredor de red vial, finalmente en la Figura 4-5 se presenta el resultado de los procesos indicados en los párrafos anteriores.

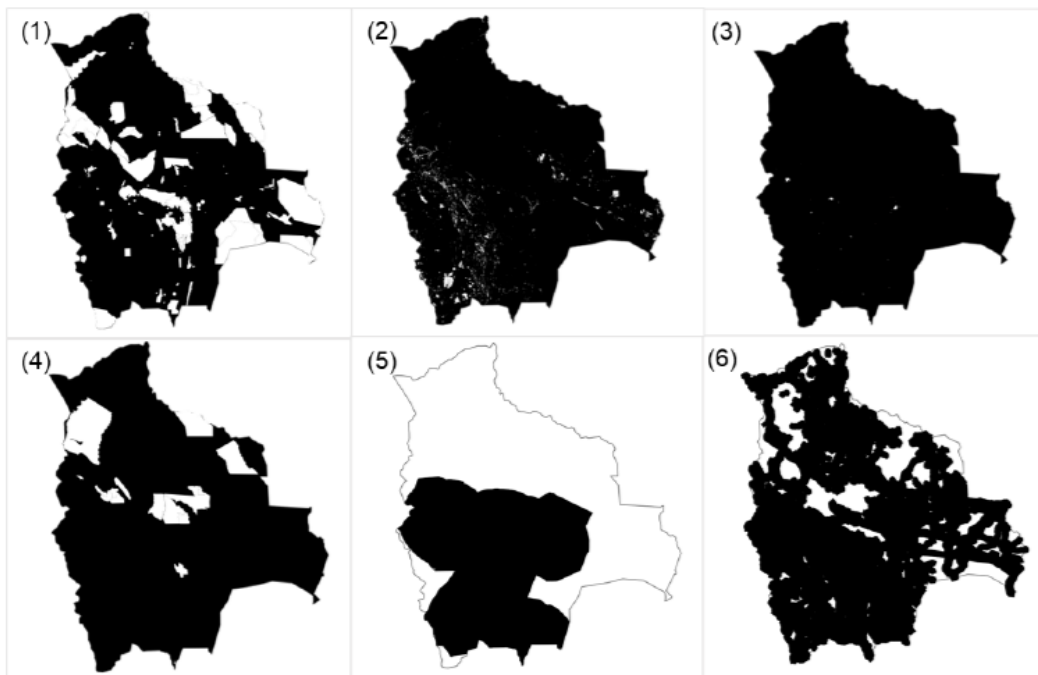


Figura 4-4: Áreas de exclusión consideradas para Bolivia

<200 Km de L/T
< 40 Km de la red vial



Figura 4-5: Resultado de exclusión de áreas – Definición de Área de Estudio de Bolivia

Estimación de costos

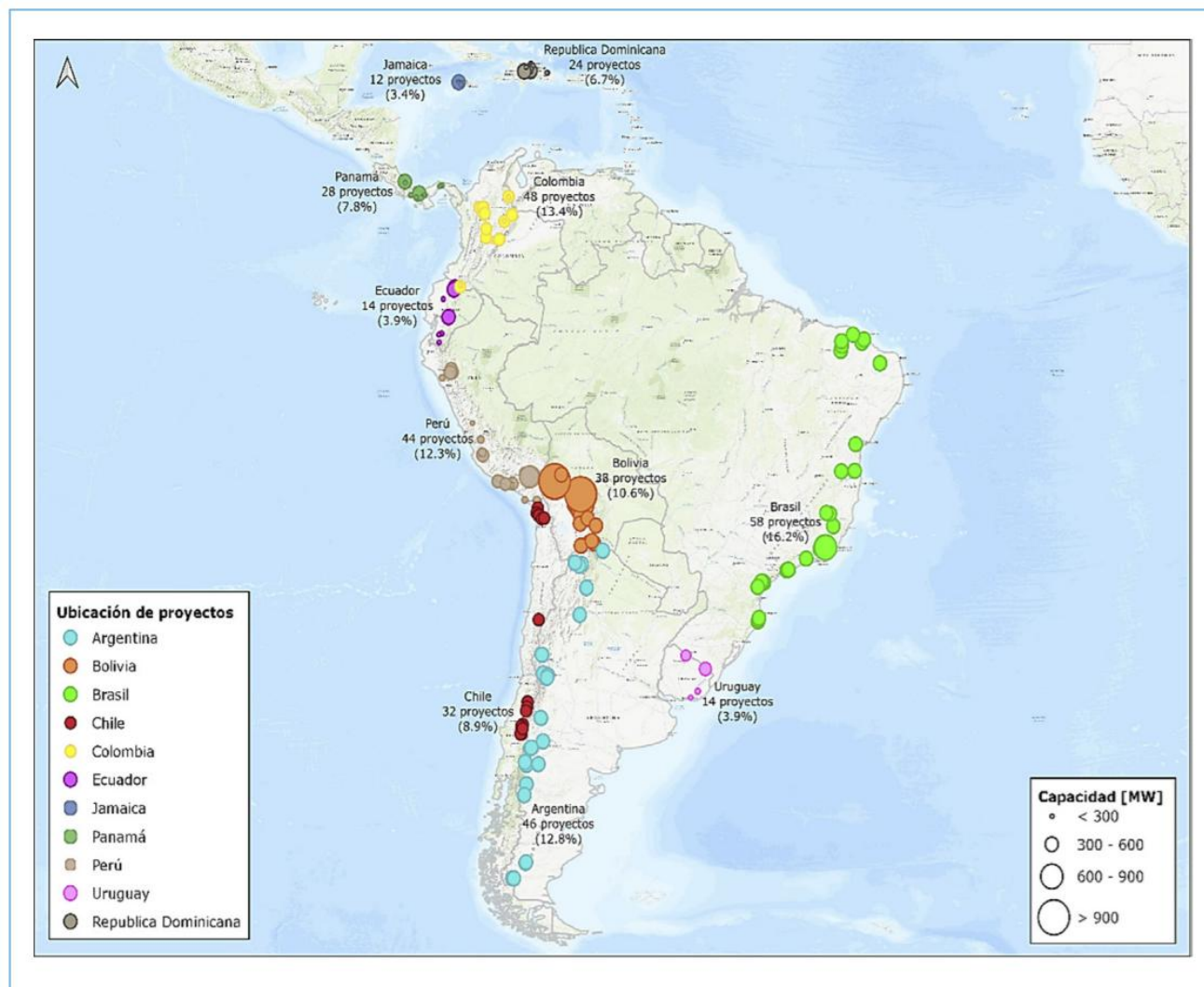
1. Costos básicos por complejidad

#	Componente	Unidad	-complejo A	↔ B	+complejo C
1	Volumen almacenado	[USD/m ³]	10	20	30
2	Conducción	[USD/m]	5000	10000	15000
3	O.C. Casa de Maquinas	[USD/kW]	30	40	50
4	Equipamiento EM	[USD/kW]	350	400	450
5	Línea de Transmisión	[USD/m]	250	300	350

2. +15% del costo #[1+2+3+4+5] por **ítems menores**

3. +15% del costo total por **contingencias**

Proyectos identificados



Proyectos identificados – *greenfield*

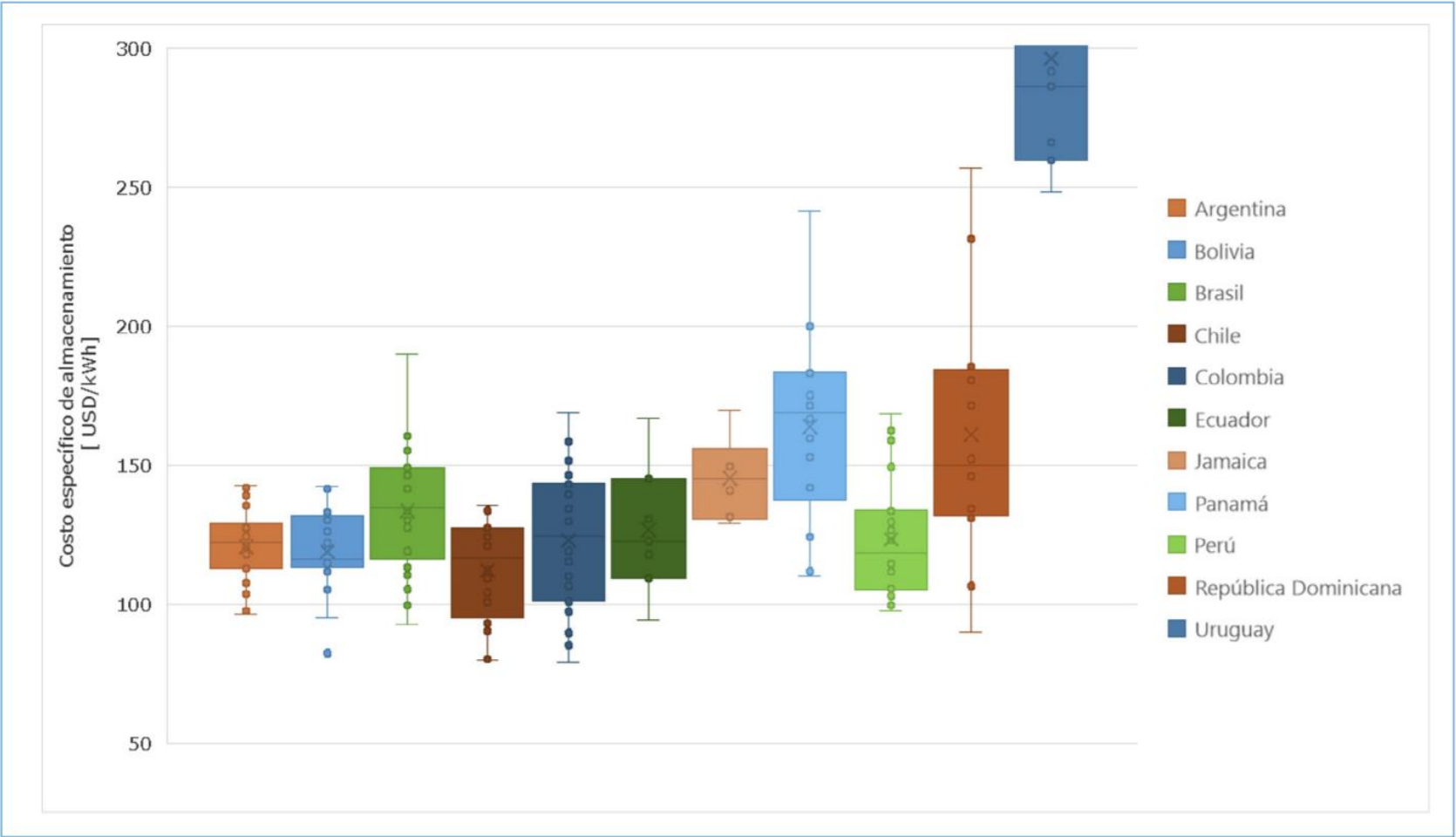
País	Total proyectos identificados Tipo 1	Cantidad de proyectos considerados en promedio	Potencia media [MW]	Caída bruta H promedio [m]	Costo específico mínimo [USD/kW]	Costo específico máximo [USD/kW]	Costo específico promedio [USD / kW]	Costo específico de almacenamiento promedio [USD/kWh]
Argentina	16	10	343	522	828	1,020	924	115
Bolivia	13	10	403	648	760	1,042	923	115
Brasil	27	10	387	585	796	1,026	919	115
Chile	14	10	387	770	639	1,012	866	108
Colombia	19	10	363	695	717	1,074	916	114
Ecuador	7	7	307	813	753	1,335	1013	127
Perú	16	10	517	916	781	898	844	106
Jamaica	5	5	260	584	1,030	1,356	1,155	144
Panamá	12	10	201	427	895	1,476	1,294	162
Rep. Dominicana	8	8	173	406	852	1,483	1,183	148
Uruguay	5	5	148	143	1,986	2,421	2,222	278
Total	142	95						
Prom sin Uruguay			334	637	805	1,172	1,004	125

Nota: Embalses dimensionados para 8 horas de almacenamiento

Proyectos identificados – con un embalse existente

País	Total proyectos identificados Tipo 2	Cantidad de proyectos considerados en promedio	Potencia media [MW]	Caída bruta H promedio [m]	Costo específico mínimo [USD/kW]	Costo específico máximo [USD/kW]	Costo específico promedio [USD / kW]	Costo específico de almacenamiento promedio [USD/kWh]
Argentina	7	7	486	463	771	1,084	920	115
Bolivia	5	5	899	560	659	1,055	889	111
Brasil	1	1	448	490	740	740	740	93
Chile	2	2	403	740	722	744	733	92
Colombia	5	5	414	652	631	817	746	93
Perú	5	5	466	248	1,015	1,300	1,123	140
Panamá	2	2	122	358	881	994	937	117
Rep. Dominicana	2	2	270	418	720	1,370	1,045	131
Total	29	29						
Promedio			438	491	767	1,013	892	111

Proyectos identificados



Análisis multicriterio

Evaluar en qué país existen condiciones para el desarrollo:

1. Costo específico de los proyectos
2. Diferencia de precios entre valle y punta (señal de escasez de flexibilidad)
3. Necesidades de almacenamiento (embalses existentes/demanda)
4. Marco regulatorio habilitante (hoy)

Crite-rio	Peso	Argen-tina	Bolivia	Brasil	Chile	Colom-bia	Ecuador	Jamai-ca	Pana-má	Perú	Rep. Domi-nicana	Uru-guay
Costo Espe-cífico	35%	+	+	+	++	++	+	o	o	+	o	-
Spread	35%	+	-	+	o	+	-	-	o	-	o	++
Alma-cena-miento del sistema	15%	o	+	-	+	-	+	++	-	o	++	o
Marco Regu-latorio	15%	o	-	+	++	o	-	-	+	+	+	+
Puntaje		1.7	1.0	1.7	2.2	1.9	1.0	0.8	1.0	1.2	1.5	1.5
(Grupo)		(G1)	(G3)	(G1)	(G1)	(G1)	(G3)	(G3)	(G3)	(G3)	(G2)	(G2)

Análisis multicriterio

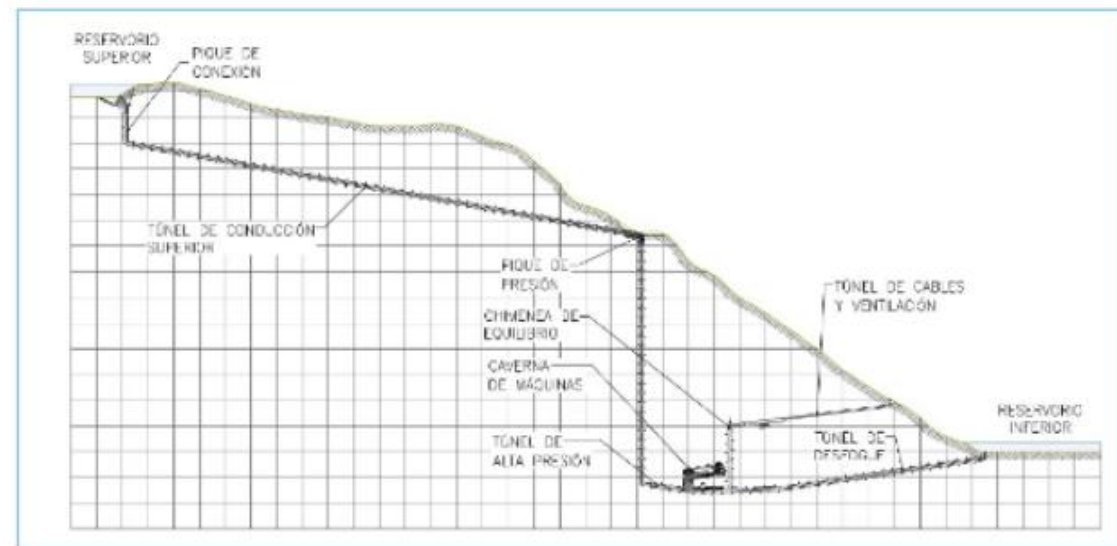
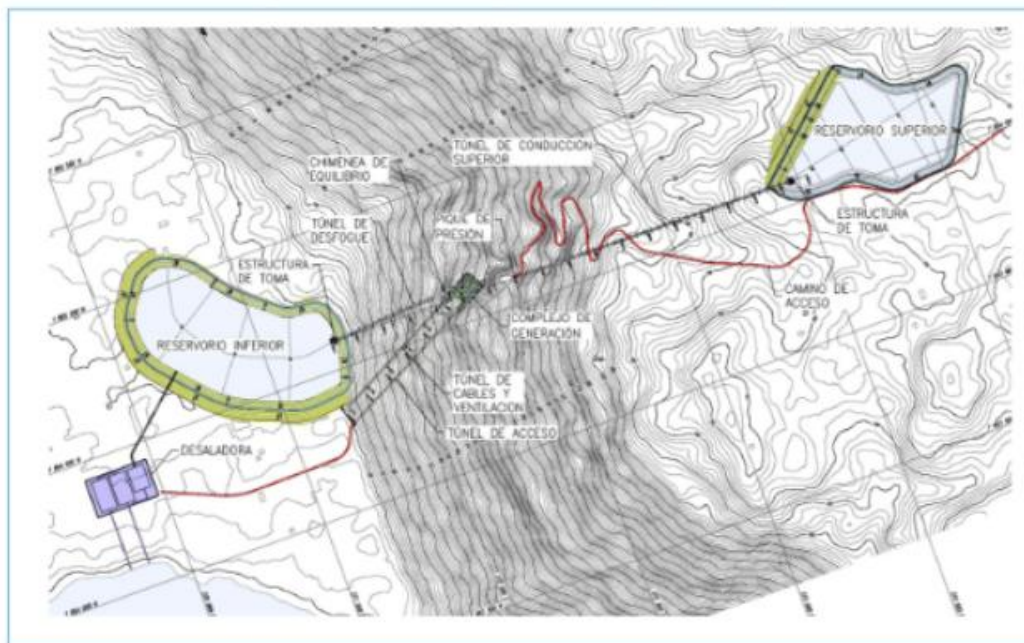
Evaluar en qué país existen condiciones para el desarrollo:

1. Costo específico de los proyectos
2. Diferencia de precios entre valle y punta (señal de escasez de flexibilidad)
3. Necesidades de almacenamiento (embalses existentes/demanda)
4. Marco regulatorio habilitante (hoy)

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Chile	Rep. Dominicana	Perú
Colombia	Uruguay	Ecuador
Argentina		Bolivia
Brasil		Jamaica

Estudio proyecto específico “Pisagua”

- Capacidad: 640 MW
- Almacenamiento: 12 horas
- CAPEX: 570 Millones USD
- Generación: 2,028 GWh/año
- TIR: 14% (escenario base)



Mensajes clave

- La matriz eléctrica ALC está cambiando.
- Necesidad creciente de flexibilidad y almacenamiento.
- Existen países que ya tienen condiciones apropiadas.
- No es un tema de potencial técnico.
- Diferentes posibles configuraciones (análisis preliminar).
- Escenario cambiante (regulatorio).



Gracias

arturoal@iadb.org

Marzo 2025