

MATRIZ COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO

Fecha: 02/06/2016
Versión: 3.1



Tecnología	Ref	Pumped hydro storage	Compressed air energy storage	Li-ion battery	NaS battery	NiCd battery	Lead-acid battery	
		Bombeo hidráulico	Aire comprimido	Baterías Ion de litio	Baterías de sulfuro de sodio	Bateria de níquel y cadmio	Bateria de plomo-ácido	
Aplicación principal	[1]	Energy Management	Energy Management	RE smoothing, RE output shifting, T&D investment deferrals	RE smoothing, RE output shifting, T&D investment deferrals	RE smoothing, RE output shifting, T&D investment deferrals	RE smoothing, RE output shifting, T&D investment deferrals	
Aspectos técnicos	Nivelación de carga	Renewable energy Shifting	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	
		Retail market	Possible aplicación	Possible aplicación	Aplica	Aplica	Aplica	
		Asset management	Possible aplicación	Possible aplicación	Aplica	Aplica	Aplica	
	Soporte operacional de red	Operating reserves	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	
		Load following	Possible aplicación	Possible aplicación	Aplica	Possible aplicación	Aplica	
		Frequency regulation	No aplica	Possible aplicación	Aplica	Aplica	Aplica	
		Renewable energy capacity firming	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Possible aplicación	
	Estabilización de la red	Black start	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	
		Renewable energy ramping	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	
		Renewable energy smoothing	No aplica	No aplica	Aplica	Aplica	Aplica	
Backup power		Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica		
Ventajas	[1]	Commercial, large scale, efficient	Cost, flexible sizing, large scale	Efficient, density (energy & power), mature for mobility	Efficient, density (power & energy), cycling (vs. Other battery)	n/d	n/d	
Desventajas	[1]	Low energy density, availability of sites, depends on availability of water	Lack of suitable geology, low energy density, need to heat the air with water	Cost, safety	Safety, discharge rate (vs. Other battery), must be kept hot	Toxicity (Cadmium), requires air conditioning to maintain temperature	Toxicity (lead and sulphuric acid), requires air conditioning to maintain temperature	
Capacidad (MW)	[1]	> 0.1	10 - 1,000	0.1 - 20	10 - 200	n/d	n/d	
Duración	[1]	4 - 12 h	2 - 30 h	1 min - 8 h	1 min - 8 h	n/d	n/d	
Vida Útil	[1]	30 - 60 años	20 - 40 años	5 - 15 años	5 - 15 años	5 - 20 años	3 - 20 años	
Ciclos	[1]	n/a	n/a	1,000 - 10,000 ciclos	2,500 - 4,500 ciclos	800 - 3,500 ciclos	100 - 2,000 ciclos	
% de descarga (pérdidas)	[1]	~ 0	~ 0	0.1 - 0.3 %	0.05 - 20 %	0.067 - 0.6 %	0.033 - 0.3 %	
Densidad energética (Wh/l)	[1]	0.2 - 2	2 - 6	200 - 400	150 - 300	60 - 150	30 - 80	
Densidad de potencia (W/l)	[1]	01 - 0.2	0.2 - 0.6	1,300 - 10,000	120 - 160	n/d	n/d	
Eficiencia	[1]	70 - 85 %	40 - 75 %	85 - 98 %	70 - 95 %	60 - 80 %	70 - 90 %	
Tiempo de respuesta	[1]	seg - min	seg - min	< seg	< seg	n/d	seg - min	
Aspectos económicos	Costo de capital (USD\$/kW)	[1]	2,500 - 4,300	960 - 1,250	n/d	3,100 - 3,300	n/d	1,700 - 4,900
	Costo de capital (USD\$/kWh)	[5]	213 - 313	171	422 - 1,720	449 - 1,434	n/d	553 - 2,542
	Costos fijos de O&M (USD\$/kWh)	[8]	4.4	16.6 - 33.3	11.1	38.9	n/d	6.6
	Costo nivelado de energía (USD\$/MWh)	[5]	98 - 188	79 - 192	204 - 400	221 - 426	n/d	270 - 516
	Balance neto de energía (ESOle)	[3]	830	1100	35	26	n/d	5.8
	Madurez de la tecnología	[1]	Tecnología madura	Despliegue comercial	Despliegue comercial	Despliegue comercial	Despliegue comercial	Tecnología madura
	Capacidad instalada global (MW)	[6]	180,628	1,263	1,268	221	~ 30	189
Aspectos sociales	Población	[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Tráfico	[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Patrimonio cultural	[2, 4]	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Activos y propiedades	[2, 4]	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
Aspectos ambientales	Biodiversidad	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Pesquerías	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Aire y clima	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo - Alto	Bajo	Bajo	Bajo	
	Paisajismo	[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Calidad del agua	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Residuos	[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo - Alto	Bajo - Alto	Bajo - Alto	
	Riesgos toxicológicos	[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo - Alto	Bajo - Alto	Bajo - Alto	
	Peligro y riesgo ambiental	[2, 4]	Bajo	Bajo - Medio	Bajo - Alto	Bajo - Alto	Bajo - Alto	
	Ruido y vibración	[2, 4]	Bajo	Bajo - Medio	Bajo	Bajo	Bajo	
	Suelos, geología y sedimentos	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo	Bajo - Alto	Bajo - Alto	Bajo - Alto	
	Hidrología e hidrogeología	[2, 4]	Bajo - Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Resumen de impactos	[4]	Impactos potenciales sobre biodiversidad, hidrología, paisajes naturales y patrimonio (mayores impactos en rebombeo con ciclos semi-abiertos o abiertos).	Impactos relativamente bajos. Requiere quema de gas natural durante su operación para compensar pérdidas de calor.	Impactos ambientales por la extracción de materiales y actividades productivas. Potencial riesgo por contener residuos peligrosos. Peligro por explosión o incendio.	Impactos ambientales por la extracción de materiales y actividades productivas. Potencial riesgo por contener residuos peligrosos. Peligro por explosión o incendio.	Impactos ambientales por la extracción de materiales y actividades productivas. Potencial riesgo por contener residuos peligrosos. Peligro por explosión o incendio.	Impactos ambientales por la extracción de materiales y actividades productivas. Potencial riesgo por contener residuos peligrosos. Pocos elementos reutilizables.

MATRIZ COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO

Fecha: 02/06/2016
Versión: 3.1



	Tecnología		Ref	Flow battery	Flywheels	Molten salts	Hydrogen	Supercapacitors	SMES Super magnetic conductors
				Baterías de flujo (Vanadio / Zinc Bromide)	Volante de inercia	Sales fundidas	Hidrogeno	Supercapacitores	SMES Super conductores magneticos
Aspectos técnicos	Aplicación principal		[1]	RE smoothing, RE output shifting, T&D investment deferrals	Power Quality/Voltage Support	Shifting and smoothing output for CSP plants	Power Quality, Intermittent Balancing	Power Quality/Voltage Support	Power Quality/Voltage Support
	Nivelación de carga	Renewable energy Shifting	[7]	Aplica	No aplica	Aplica	Posible aplicación	No aplica	No aplica
		Retail market	[7]	Aplica	No aplica	No aplica	Posible aplicación	No aplica	No aplica
		Asset management	[7]	Aplica	No aplica	No aplica	Posible aplicación	No aplica	No aplica
	Soporte operacional de red	Operating reserves	[7]	Posible aplicación	Posible aplicación	Aplica	Aplica	Posible aplicación	Posible aplicación
		Load following	[7]	Posible aplicación	Aplica	Aplica	Posible aplicación	Aplica	Aplica
		Frequency regulation	[7]	Posible aplicación	Aplica	No aplica	Posible aplicación	Aplica	Aplica
		Renewable energy capacity firming	[7]	Aplica	Posible aplicación	Aplica	Aplica	Posible aplicación	Posible aplicación
		Black start	[7]	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica
	Estabilización de la red	Renewable energy ramping	[7]	Posible aplicación	Posible aplicación	Aplica	Posible aplicación	Posible aplicación	Posible aplicación
		Renewable energy smoothing	[7]	Aplica	Aplica	No aplica	Posible aplicación	Aplica	Aplica
		Backup power	[7]	Aplica	No aplica	Aplica	Posible aplicación	No aplica	No aplica
		Power quality	[7]	Posible aplicación	Aplica	No aplica	Posible aplicación	Aplica	Aplica
	Ventajas		[1]	Independent energy & power sizing, scalable	Power density, efficient, scalable	Commercial, large scale	High energy density, versatility of hydrogen carrier	High power density, efficient and responsive	High power density, efficient and responsive
	Desventajas		[1]	Cost (more complex balance of system), toxic and corrosive	Cost, low energy density	Niche for concentrating solar power plants	Low round-trip efficiency, cost, safety	Low energy density, cost (\$/kWh), voltage changes	Low energy density, cost (\$/kWh), not widely demonstrated
	Capacidad (MW)		[1]	0.1 - 100	0.001 - 1	1 - 150	0.01 - 1,000	0.01 - 1	0.1 - 1
	Duración		[1]	1 - 0 h	seg - horas	horas	horas - semanas	milliseg - minutos	milliseg - minutos
Vida Útil		[1]	15 - 25 años	> 20 años	30 años	30 años	n/d	n/d	
Ciclos		[1]	12,000 - 14,000 ciclos	20,000 - 100,000 ciclos	n/a	n/a	10,000 - 100,000 ciclos	100,000 ciclos	
% de descarga (pérdidas)		[1]	0.20%	1.3 - 100 %	n/d	no significativa	20 - 40 %	10 - 15 %	
Densidad energética (Wh/l)		[1]	20 - 70	20 - 80	70 - 210	1,800 (200 bar)	10 - 20	~ 6	
Densidad de potencia (W/l)		[1]	0.5 - 2	5,000	n/d	0.2 - 2	40,000 - 120,000	~ 2,600	
Eficiencia		[1]	70 - 75%	70 - 95 %	80 - 90 %	25 - 50%	80 - 98 %	80 - 95 %	
Tiempo de respuesta		[1]	< seg	< seg	minutos	seg - minutos	< seg	minutos	
Aspectos económicos	Costo de capital (USD\$/kW)		[1, 9]	n/d	700 - 1,100	n/d	n/d	2,300 - 4, 300	n/d
	Costo de capital (USD\$/kWh)		[5]	297 - 1,182	1,800 - 3,000	n/d	n/d	n/d	n/d
	Costos fijos de O&M (USD\$/kW)		[8, 9]	27.7	1.5 - 2 %	n/d	n/d	1.5 - 2 %	n/d
	Costo nivelado de energía (USD\$/MWh)		[5]	132 - 290	149 - 276	n/d	n/d	n/d	n/d
	Balance neto de energía (ESOle)		[3]	14 - 15	n/d	n/d	59 - 78	n/d	n/d
	Madurez de la tecnología		[1]	Demostración	Despliegue comercial	Despliegue comercial	Pilotaje / Demostración	Demostración	Demostración
	Capacidad instalada global (MW)		[6]	129	967	2,752	7	79	n/d
Aspectos sociales	Población		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Tráfico		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Patrimonio cultural		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Activos y propiedades		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
Aspectos ambientales	Biodiversidad		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Pesquerías		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Aire y clima		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Paisajismo		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Calidad del agua		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Residuos		[2, 4]	Bajo - Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo - Alto	
	Riesgos toxicológicos		[2, 4]	Bajo - Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo - Alto	
	Peligro y riesgo ambiental		[2, 4]	Bajo - Alto	Bajo	Bajo - Alto	Bajo - Alto	Bajo - Alto	
	Ruido y vibración		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo - Alto	Bajo	
	Suelos, geología y sedimentos		[2, 4]	Bajo - Alto	Bajo	Bajo - Alto	Bajo	Bajo	
	Hidrología e hidrogeología		[2, 4]	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
Resumen de impactos		[4]	Impactos ambientales por la extracción de materiales y actividades productivas. Potencial riesgo por contener residuos peligrosos.	Mayor parte de impactos ocurre durante la fabricación de equipos.	Impactos solo durante la producción de equipos. Las sales no son tóxicas y pueden utilizarse como fertilizantes en el desmantelamiento de las plantas.	Impactos solo durante la producción de equipos. Sin embargo debe considerarse la baja eficiencia de conversión.	Poca información disponible. Al ser tecnologías electroquímicas se evalúan igual que sistemas de baterías.	Poca información disponible.	

REFERENCIAS

- [1] Mooney, David (2015) / Large-scale Energy Storage. U.S. National Renewable Energy Laboratories (NREL)
- [2] E.U. Store-project (2012) / Facilitating energy storage to allow high penetration of intermittent renewable energy. "Environmental performance of existing energy storage installations"
- [3] / "Hydrogen or batteries for grid storage, a net energy analysis", *Energy & Environmental Science*, año 2015, núm. 8, pág. 1938-1952
- [4] GreenMomentum analysis
- [5] LAZARD (2015) / Lazard's levelized cost of storage analysis - Version 1.0
- [6] US DOE (2016) / MW Capacidad Global DOE Global Energy Storage Database <http://www.energystorageexchange.org/>
- [7] Acciona "Matriz comparativa de tecnologías de almacenamiento de energía y los servicios que puede prestar"
- [8] European Commission, (2015) / Commercialization of energy storage in Europe: A fact-based analysis of the implications of projected development of the European electric power system towards 2030 and beyond for the role and commercial viability of energy storage. Final report
- [9] World Energy Council, (2016) / E-storage: Shifting from cost to value, wind and solar applications - 2016