

# INNOVACIONES EN ALMACENAMIENTO TÉRMICO MASIVO PARA FLEXIBILIZAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA, EN APOYO A LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA

LA SOLAR TÉRMICA + ALMACENAMIENTO TÉRMICO+DIGITALIZACION ABREN NUEVAS OPORTUNIDADES PARA DESCARBONIZAR INDUSTRIAS QUE DEMANDA ALTOS PORCENTAJES DE CALOR [FACTOR 4:RENOVABLES+EFICIENCIA]



AGENCIA ESTATAL DE  
INVESTIGACIÓN



Juan A. Avellaner, Dr. I.I.  
Secretaria Técnica de Solplat  
16 diciembre 2025

## VISION Y MISIONES DE LA PLATAFORMA SOLAR TÉRMICA SOLPLAT

*SOLPLAT ASUME LA VISIÓN DE UNA I+D+I PALANCA DE CAMBIO EN LA ESBT, IMPULSANDO LA DESCARBONIZACIÓN EN TODOS LOS SECTORES CONSUMIDORES DE ENERGÍA ACTIVADOS POR EL DESARROLLO CIENTÍFICO-TÉCNICO*

### CLAVES TECNOLÓGICAS DEL SECTOR SOLAR TÉRMICA BT

- **ALTO POTENCIAL INTEGRADOR A TRAVÉS DE UN ALMACENAMIENTO TÉRMICO HIBRIDADO: SOLAR, BIOMASA, GEOTERMIA, AEROTERMIA, ETC.; EN DEMANDAS TERMICAS EN INDUSTRIA, EDIFICIOS, REDES TÉRMICAS, ETC. ;**
- **TECNOLOGIA CON MÍNIMA HUELLA DE CARBONO Y RECICLABILIDAD**
- **DURABILIDAD POR ENCIMA DE LOS 10.000 CICLOS**
- **FIABILIDAD, SEGURIDAD Y PRECIO: AUTÓCTONO, EMPLEO Y ECONOMÍA REGIONAL**
- **ALTA INTEGRABILIDAD EN LA EDIFICACIÓN: ZNEB**
- **ALTA CAPACIDAD DE EXPORTACIÓN DE COMPONENTES Y SISTEMAS**

## ACCIONES 2025-2026

- MODELOS DE CONSORCIOS EN CONVOCATORIAS EUROPEAS
- PROCEDIMIENTOS PARA PRESENTAR PROYECTOS CONSORCIADOS
- ALMACENES TÉRMICOS ESTACIONALES
- IMPLEMENTAR EL PROTOCOLO IPMVP
- REDES URBANAS MUY GRANDES C+F+E+D
- FRÍO SOLAR Y REDES DE CLIMATIZACIÓN
- PROCESOS INDUSTRIALES SOSTENIBLES
- DEMO INTEGRACIÓN INTEGRAL EN PIEL
- DESARROLLO REGLAMENTOS A+P: NZEB
- NUEVOS COMPONENTES Y DISEÑO ABSORBEDORES
- KITS Y DISEÑOS PREINSTALADOS
- HIBRIDACIÓN S+B+G
- DEMO EN ALMACENAMIENTO MASIVO
- SEGUIMIENTO O+M DIGITALIZADO
- INCENTIVOS PARA DESPEGUE A LA TRANSICIÓN (PRIMAS DEMO)
- CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD CAE SOLAR TERMICA
- PLAN DE REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN
- PROYECTOS CONSORCIADOS INTERNACIONALES CIUDADES
- PRODUCCIÓN ROBOTIZADA DE EQUIPOS Y SISTEMAS
- FORO TECNOLÓGICO EB RED
- SOLUCIONES INTEGRALES EN DESCARBONIZACIÓN



## ACCIONES A 2030

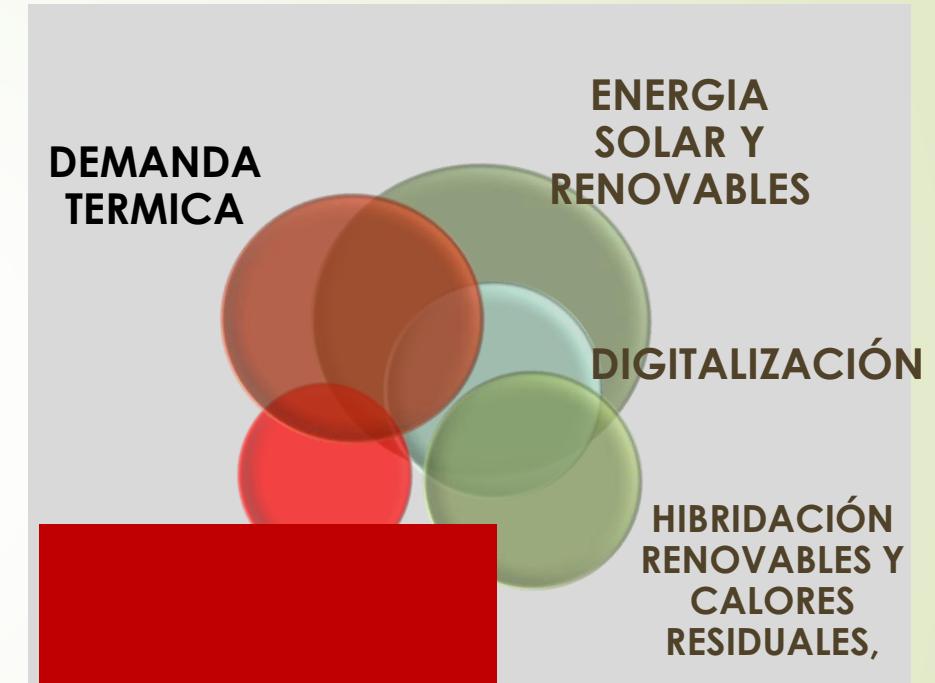
- ALMACENAMIENTO MASIVOS ESTACIONALES
- CLIMATIZACIÓN SOLAR INTEGRADA EN EDIFICIOS
- PROCESOS TÉRMICOS SOLARES EN INDUSTRIA 4.0
- INTEGRACIÓN EN PIEL DE EDIFICIOS, PREINSTALADOS, MODULARES
- FORMACIÓN ESPECIALIZADA EN CLIMATIZACIÓN SOLAR
- HERRAMIENTAS PARA CICLOS DE VIDA
- IMPLANTACIÓN DE SELLOS SOSTENIBLES
- MÁXIMA COMPETITIVA: PRODUCCIÓN EN MASA Y ROBOTIZADA
- INTERNACIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA
- CONTABILIDAD ENERGETICA Y SOLAR DE LOS EDIFICIO
- CAPTADORES AVANZADOS INTEGRADOS
- PROPUESTAS INTEGRALES EN INDUSTRIA



## ACCIONES PERMANENTES

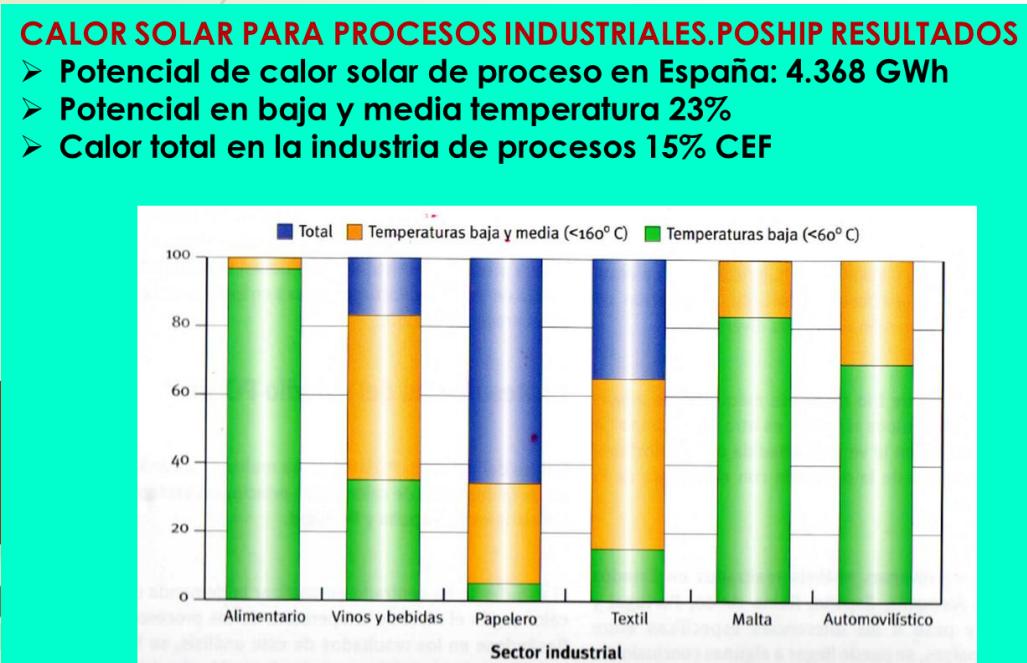
- FORMACIÓN TECNOLÓGICA Y COMERCIAL
- ACEPTABILIDAD SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA
- DIFUSIÓN ESPECIALIZADA
- NUEVOS MODELOS DE PROMOCIÓN
- CERTIFICACIÓN DE COMPONENTES E INSTALACIONES
- INCENTIVOS TECNOLÓGICOS ESPECIALES
- ALMACENAMIENTO TÉRMICO
- CULTURA DE SOSTENIBILIDAD
- PROGRAMAS DE CALCULO, DISEÑO Y SEGUIMIENTO/INSTALACIÓN
- PROYECTOS DE INNOVACIÓN CONSORCIOS ESPAÑOLES E INTERNACIONALES
- MÁSTERES EN INNOVACIÓN Y MERCADOS TECNOLÓGICOS EMERGENTES PROGRAMA INCENTIVOS EN PATENTES
- PROTOCOLOS DE RECICLADO
- REFERENCIA INTERNACIONAL

- LA DEMANDA TÉRMICA REQUIERE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO PARA ACOPLAR LA GENERACIÓN CON EL CONSUMO. EL ALMACENAMIENTO ES UN EQUIPAMIENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- LAS RENOVABLES TÉRMICAS Y OTRAS FUENTES NECESITAN DE UN ALMACENAMIENTO: PUNTO DE ENCUENTRO DE UNA GESTIÓN EFICIENTE.
- LA GESTIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS DEMANDAN MODELIZACIÓN DINÁMICA, SIMULACIÓN QUE SE POTENCIEN CON SISTEMAS DIGITALES E IA.



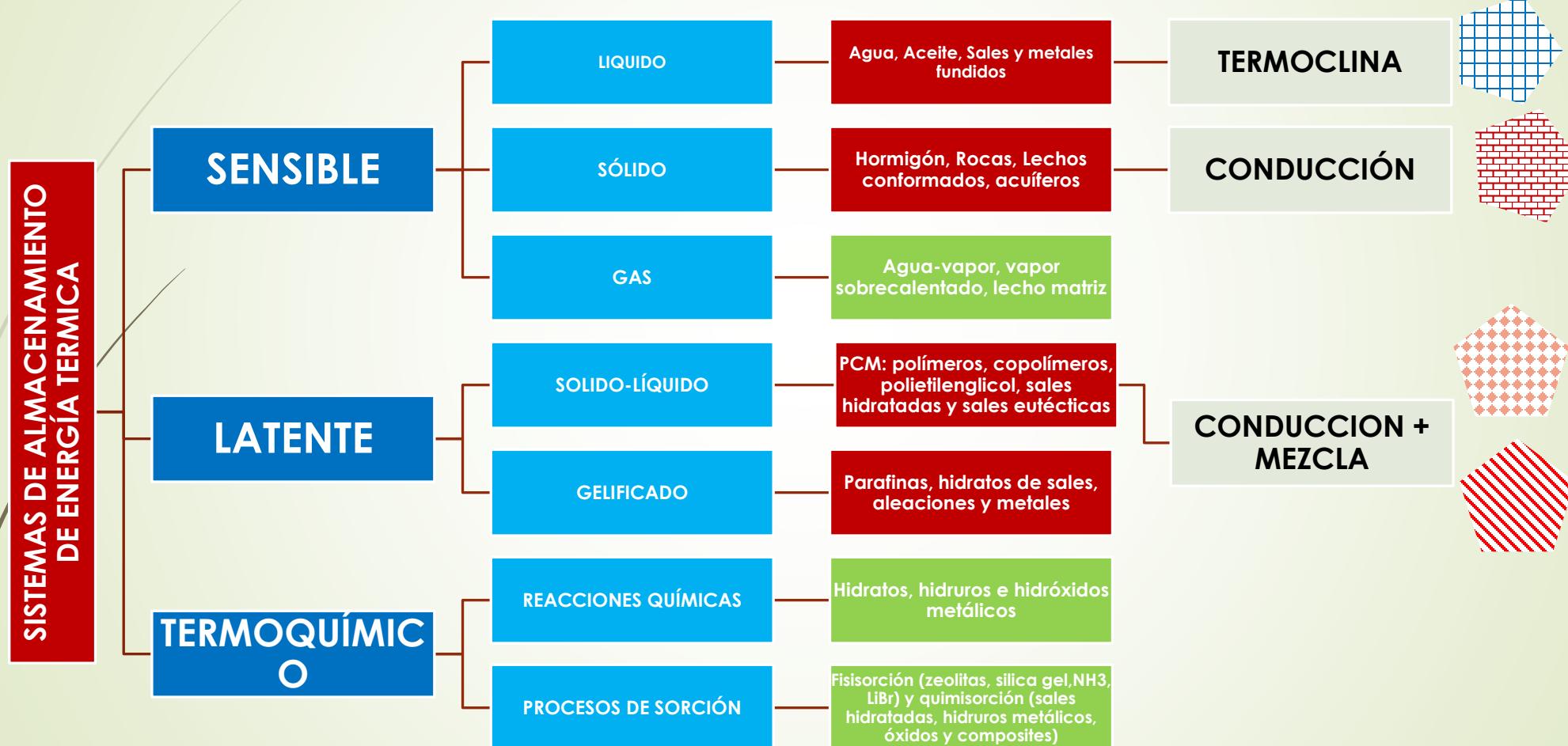
# EL ALMACENAMIENTO TÉRMICO: CLAVE EN EL ACOPLAMIENTOS OFERTA-DEMANDA

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES SE POTENCIA CON TECNOLOGÍAS INNOVADORAS DE: GESTIÓN INTELIGENTE, HIBRIDACIÓN DE FUENTES ENERGÉTICAS Y CON TECNOLOGÍAS DE ACOPLAMIENTO Y ALMACENAMIENTO. LAS ERV NECESITAN ESTAS TECNOLOGÍAS PARA UNA INTEGRACION TOTAL Y ECONOMICAMENTE ÓPTIMA



# TIPOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO

6



# ANALISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO

TIPOLOGIAS/VALORACIÓN	ALMACEN TÉRMICO	BATERIAS ELECTRICAS	ALMACEN HIDRAÚLICO	HIDRÓGENO Y DERIVADOS
DENSIDAD ENERGÉTICA (MWh/t)	MEDIA	ALTA	MEDIA-BAJA	ALTA
COSTES INVERSIÓN.CAPEX	ALTA Y MENOR EN GRANDES VOLUMENES	ALTA	MUY ALTA	ALTA
COSTES DE O+M.OPEX	MUY BAJOS	MEDIA	MEDIA	MEDIA
EFICIENCIA REVERSIBILIDAD	MEDIA-ALTA>60%	ALTA >90%	MEDIA.ALTA>75%	MEDIA >50%
ESTACIONALIDAD	MUY ALTA	BAJA	MEDIA/ALTA	ALTA
IMPACTO MA/SOST	BAJO	MEDIO, RECICLABILIDAD	IMPORTANTE	RELATIVAMENTE BAJO. FUGAS
VENTAJAS DESTACABLES	ESCALABLE, GRAN REDUCCIÓN COSTE-DIMENSIÓN	RÁPIDA RESPUESTA OPERATIVA	ESTABILIDAD DE RED. DURABILIDAD	ALMACENAMIENTO ESTACIONAL. VERSATILIDAD
INCOVENIENTES GLOBALES	ESPACIO. DIFÍCIL RECONVERSIÓN ENTRÓPICA	PRECIOS. DEGRADACIÓN	TOPOGRAFIA. INVERSIÓN ALTA	EN DESARROLLO PARA MEDIAS Y ALTAS POTENCIAS



# COMPARATIVA DE COSTES TCM, PCM Y SENSIBLES FRENTA A SOLUCIONES MASIVAS

## Sistemas de almacenamiento para calor < 100°C

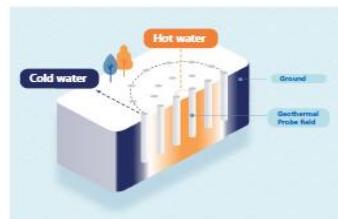
Diferentes soluciones de almacenamiento de calor, a corto o largo plazo

Tanque de almacenamiento con sistema de estratificación



Almacenamiento diario (3 a 5 días)  
Volumen de 1 000 a 10 000 m³

Bore Holes Thermal Energy Storage (BTES)

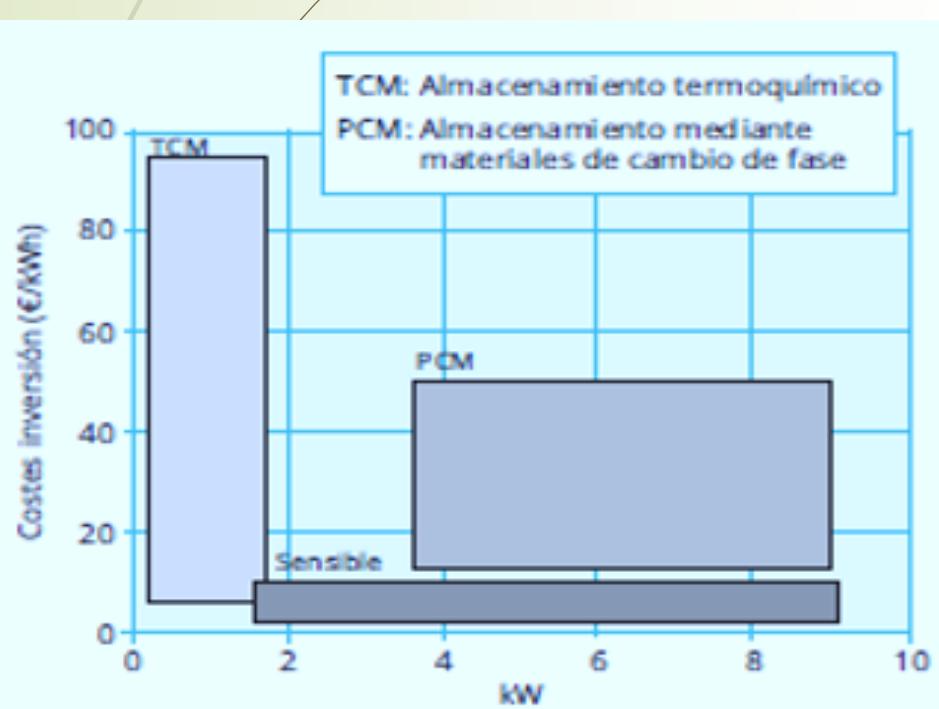


Almacenamiento interestacional (6 a 10 meses)  
Volumen equivalente a 10 000 a 100 000 m³

Pit Thermal Energy Storage ("Pit Storage" - PTES)



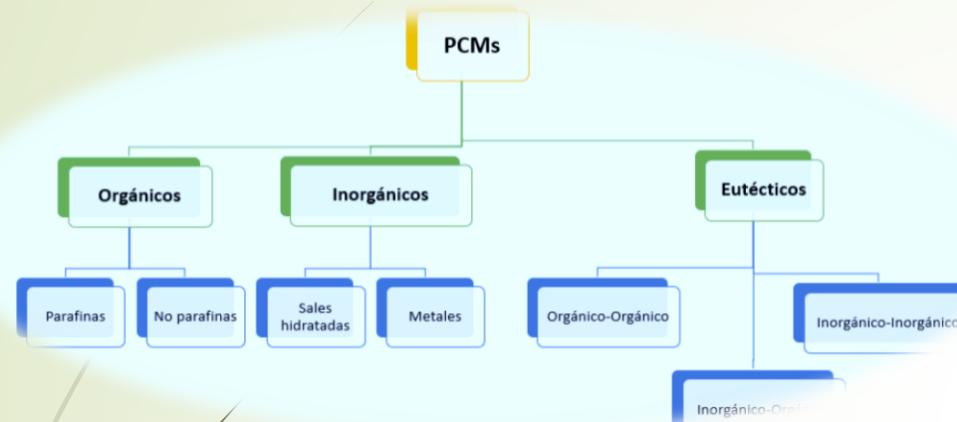
Almacenamiento interestacional (6 a 10 meses)  
Volumen de 100 000 a 500 000 m³



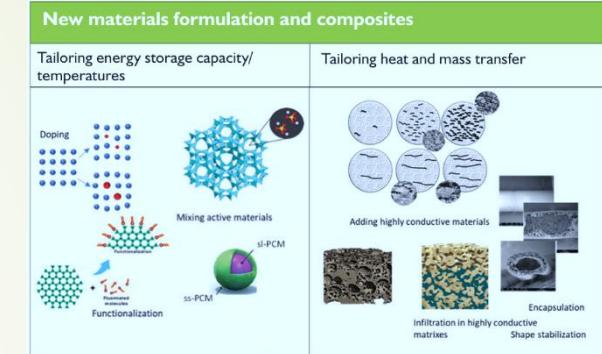
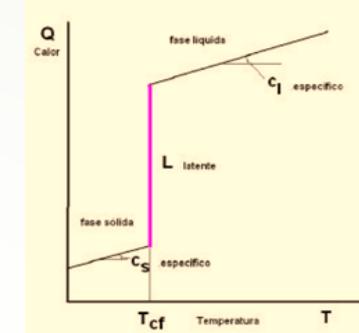
Tecnología de almacenamiento	Depósito	Pozo	Sondeo	Acuífero	
Esquema					
Medio de almacenamiento	Agua	Aqua	Grava + Agua	Tierra / Roca	Arena / Agua
Cap. calorífica (kWh/m³)	60-80	60-80	30-50	15-30	30-40
Requisitos geológico	Condiciones estables del terreno Preferiblemente sin aguas subterráneas Profundidad de 5 – 15 m	Condiciones estables del terreno Preferiblemente sin aguas subterráneas Profundidad de 5 – 15 m	Terreno perforable Agua subterránea favorable con gran capacidad térmica Alta conductividad térmica y baja conductividad hidráulica Bajo caudal natural d agua subterránea Profundidad entre 30 y 100 m	Capa acuífera con alta conductividad Bajo caudal de aguas subterráneas Bajo o nulo caudal de aguas subterráneas Adecuada composición química del agua	

# LOS PCM MATERIALES INNOVADORES PARA EL ALMACENAMIENTO TÉRMICO

## CLASIFICACION DE LOS PCM



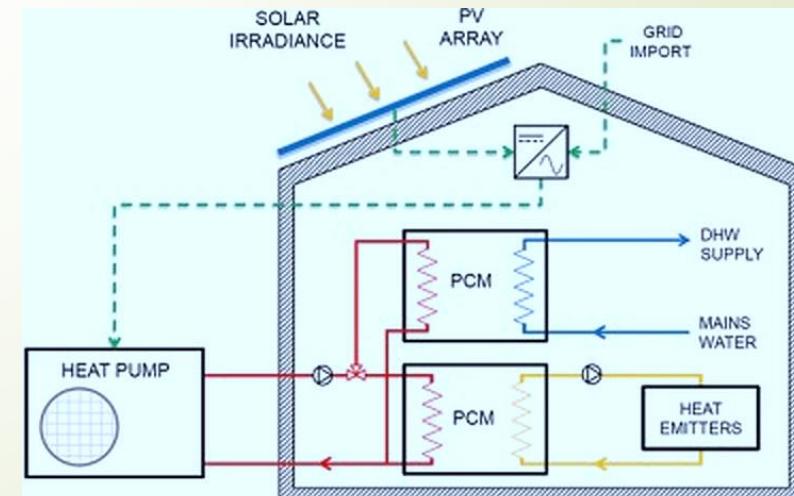
## GRÁFICO Q-T DE LOS PCM Y ESTRUCTURA INTERNA



## CARACTERISTICAS DE LOS PCM

	Organicos	Inorganicos		
Conductividad térmica	Parafinas	No Parafinas	Sales hidratadas	
Temperatura de fusión	Muy baja -20 a 100°C 200-280	Baja 5 a 120°C 90-250	Alta 0 a 100°C 60-300	Muy alta 150 a 800°C 25-100
Calor latente (kJ/kg)	No corrosivas	Ligeramente corrosivas	Corrosivas	Varía
Corrosividad	Medio	Muy alto	Bajo	Alto
Precio	Estable	Inestabilidad a temperaturas elevadas	Inestable	Estable
Estabilidad del ciclo térmico	Media	Media	Baja	Alta
Densidad				

## EJEMPLO: CAPTADORES SOLARES, ALMACEN PCM Y BOMBAS DE CALOR



# CONFERENCIA NEWHEAT EN FORO DE PTE (DICIEMBRE 2025)

10

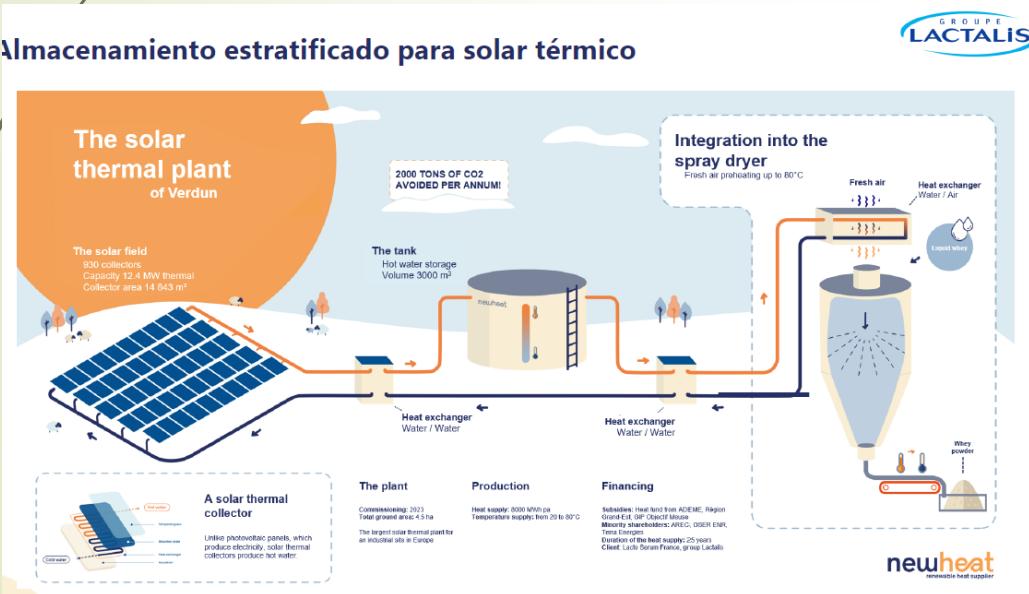
## El almacenamiento térmico y la solar térmica: una palanca de competitividad para la descarbonización de la demanda térmica

12 de diciembre 2025

newheat



### Almacenamiento estratificado para solar térmico



### Casos de aplicación

#### Un asset para la integración de fuentes intermitentes

##### Modularidad para el futuro

Narbosol

- Central térmico solar para red de calor urbana, puesta en marcha en 2021
- Tanque de almacenamiento estratificado de 1000m<sup>3</sup>

##### Integración de la flexibilidad

Eboiler de 1 MW

- Activado en reserva secundaria
- Mutualización del almacenamiento y aerotermos
- Incremento de producción de 2 GWh/año, base de 2,3 GWh con solar térmico plano

##### Maximización de la descarbonización con electrificación limitada

Planta industrial en España

- Conexión eléctrica limitada
- 30 GWh de demanda térmica < 150°C
- Oportunidad entre el consumo real y la potencia máxima contratada
- 2000 h/año con precio < 50€/MWh y disponibilidad de electricidad
- Solar térmico para asegurar un mínimo de descarbonización ~8GWh



##### Integración de la flexibilidad

Eboiler de 1,4 MW

- Generación de calor adicional de 2,8 GWh
- Suministro directo al proceso o al almacenamiento

# UN MAPA DE POLÍTICAS DE ACTIVACIÓN DEL ALMACENAMIENTO TÉRMICO

INVESTIGACIÓN BASICA

I+D+I

DEMOSTRACIÓN

DESPLIEGUE

COMERCIALIZACIÓN

## APOYOS TECNOLÓGICOS: EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y APOYO AL I+D

CENTROS DE I+D+I, AYUDAS A EMPRESAS Y UNIVERSIDADES, FORMACION PROFESIONAL,

### INCENTIVOS A LA DEMOSTRACIÓN

INCUBADORES DE TECNOLOGIAS, POLITICAS DE FORMACIÓN

### EMPRENDIMIENTO ACTIVO

INCENTIVOS A LA CREACION DE EMPRESAS/ACTIVIDADES

### INCENTIVOS A LA INVERSIÓN

FPT, TASAS, JV, PF, SEGUROS

### APOYO VIA TARIFAS

FEED-IN TARIF, CAE, MERCADO DE CARBONO,

### CONOCIMIENTO COLABORATIVO Y ABIERTO

COOPERACION INTERNACIONAL, CAMPÑAS EN MEDIOS, DISEÑO DE HOJAS DE RUTAS, CLUSTER DE INNOVACION, PLATAFORMAS DE ENSAYOS, ETIQUETADO, PATENTES, ARTICULACIÓN DE DEMANDAS PRIVADAS,

### REGULACIÓN FACILITADORA

CODIGOS EDIFICATORIOS, PLANIFICACION, REGULACION Y FLEXIBILIZACION DE MERCADOS

### ENTORNOS SECTORIALES

INDUSTRIA, REDES TÉRMICAS, POLITICAS DE INTEGRACION DE ERV

## BIBLIOGRAFÍA

- PEUSER, F.A.; REMMERS, K-H; SCHNAUSS M. Solar Termal Systems. Successful Planning and Construction. Solar Praxis. Berlín 2002
- MEINEL, A.B & M.P. Applied Solar Energy. An Introduction. Addison-Wesley Publishing Company. Tucson, Arizona. 1976.
- TECNALIA. Absorption Heat Pumps: Low Temperature Waste Heat Recover and Valorization. 2019
- BATTERYPLAT. Almacenamiento Térmico: Características, Comparativa y Tendencias. 2025
- GIA. Grupo Interplataforma de Almacenamiento. FUTURED. 2016
- IRENA. Innovation outlook: Thermal energy storage 2020
- IDAE. GUIA TECNICA DE ENERGIA SOLAR TERMICA. 2020 <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-energia-solar-termica>
- GAMO, M. Estudio de nuevos fluidos caloportadores y de almacenamiento térmico y su compatibilidad con materiales de construcción en plantas termosolares. UCM. FCQ. 2019
- DOMINGUEZ, M. et al. Edificación y materiales de cambio de fase. Conceptos y fundamentos. Instituto del Frío CSIC. RIF, Vol. 6, 2010 ([https://feiasofi.net/wp-content/uploads/2025/04/FisicaTodos\\_3.pdf](https://feiasofi.net/wp-content/uploads/2025/04/FisicaTodos_3.pdf))
- IDAE. Calor solar para procesos industriales. POSHIP. 2001
- IEA. Solar Heating And Cooling. IEA. <https://www.iea-shc.org/>
- UNIZAR. TAZ-TFG-2020-3957\_ANE HTPPS://energiasolartermica.blog/
- SOLPLAT. Estado de innovación en almacenamiento térmico masivo para flexibilizar la gestión energética en apoyo a la descarbonización de la Industria. XVII Congreso de la Energía Solar Térmica. ASIT y SOLPLAT. GENERA. 2025.19.11.2025
- NEWHEAT : El almacenamiento térmico y la solar térmica: una palanca de competitividad para la descarbonización de la demanda térmica. Foro de Plataformas Tecnológicas. AEI. Diciembre 2025