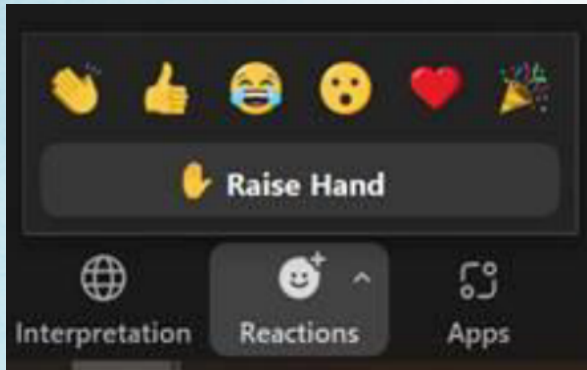




Taller público para el borrador de la evaluación tecnológica de Equipo para el Manejo de Cargas (CHE) de 2025

13 de noviembre, 2025

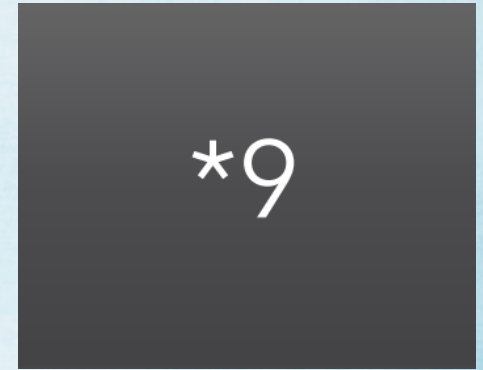
Cómo participar durante el taller



Zoom: Para ser agregado a la fila de hablantes, use la función de Levantar la Mano.



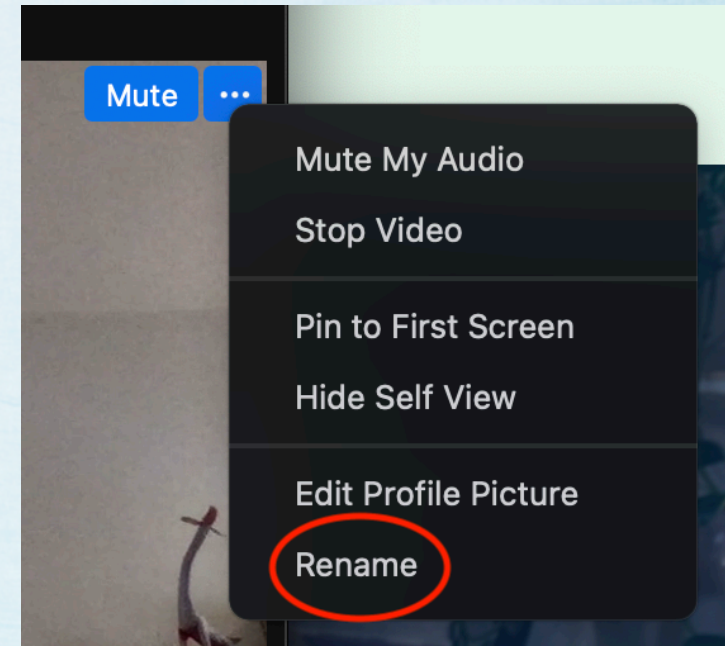
Zoom: Envíe preguntas usando el cuadro de Preguntas y Respuestas de Zoom.



Teléfono: Presione *9 para levantar la mano y *6 para activar el micrófono.

Revise su nombre en Zoom

- Para cambiar su nombre, haga clic en los puntos en la parte superior derecha de su imagen/video
- Use esta convención de nomenclatura:
 - Nombre Apellido – Afiliación (p.ej., Joelle Howe - CARB)



Antes de comenzar

- ¿Necesita ayuda? Utilice la función de Preguntas y Respuestas en Zoom para solicitar ayuda
- Los materiales de la reunión están disponibles en la página web de la Evaluación Tecnológica de CHE
 - <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cargo-handling-equipment/che-technology-assessments>
- La grabación de Zoom estará disponible en el enlace de arriba

Agenda del taller

- Antecedentes
- Borrador de la evaluación tecnológica de CHE
 - **Introducción y enfoque**
 - **Resultados**
 - Conclusión
 - Apéndices
- **Cierre**



Antecedentes

- Definición de CHE
- Regulación actual de CHE
- Inventario de población y emisiones de CHE

Definición de CHE

“Cualquier vehículo o equipo todoterreno autopropulsado utilizado en un puerto o patio ferroviario intermodal para levantar o mover contenedores, graneles o carga líquida transportada por barco, tren u otro vehículo para realizar actividades de mantenimiento y reparación que se programan de forma rutinaria o que se deben a alteraciones predecibles del proceso...”

Regulación de Equipo Móvil para el Manejo de Cargas
13 CCR § 2479

Regulación de CHE Móvil de CARB

- Adoptada en 2005 y enmendada en 2011
- Implementada completamente en 2017
- Requiere a los CHE con motor diésel cumplir con los estándares de NOx y PM
- Los camiones de combustible, las grúas móviles y las barredoras están exentos de los requisitos actuales
- Sin requisitos de cero emisiones

Inventario de población y emisiones de CHE

2022 Cargo Handling Equipment Emissions Inventory



December 2022

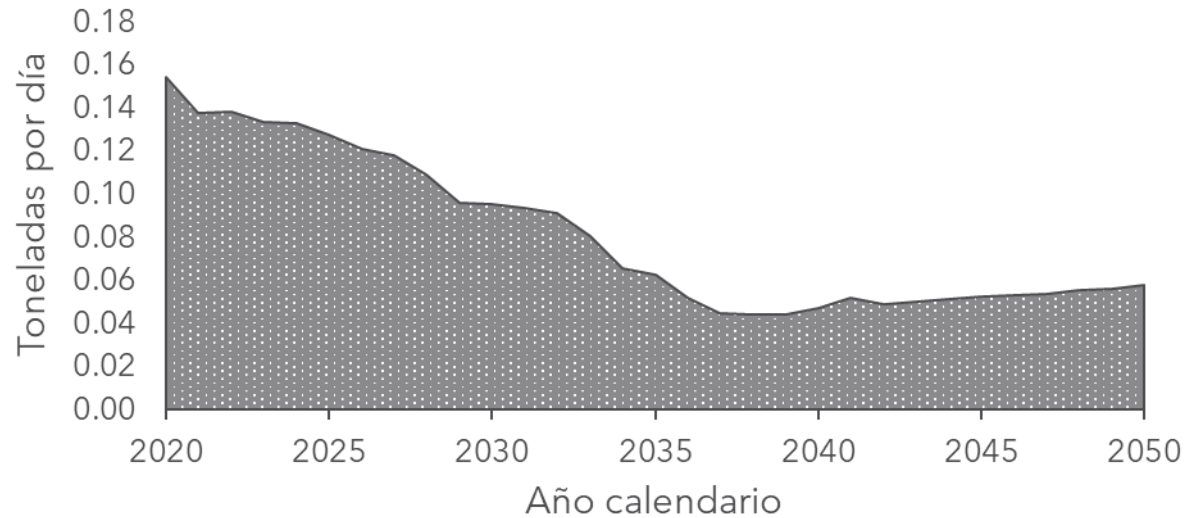


- Más de 5,000 CHE en todo el estado
 - Se espera que la población se duplique para el 2050
- Las poblaciones más grandes se encuentran en el puerto de Long Beach, el puerto de Los Ángeles y el puerto de Oakland
- La mayoría de los equipos funcionan con diésel

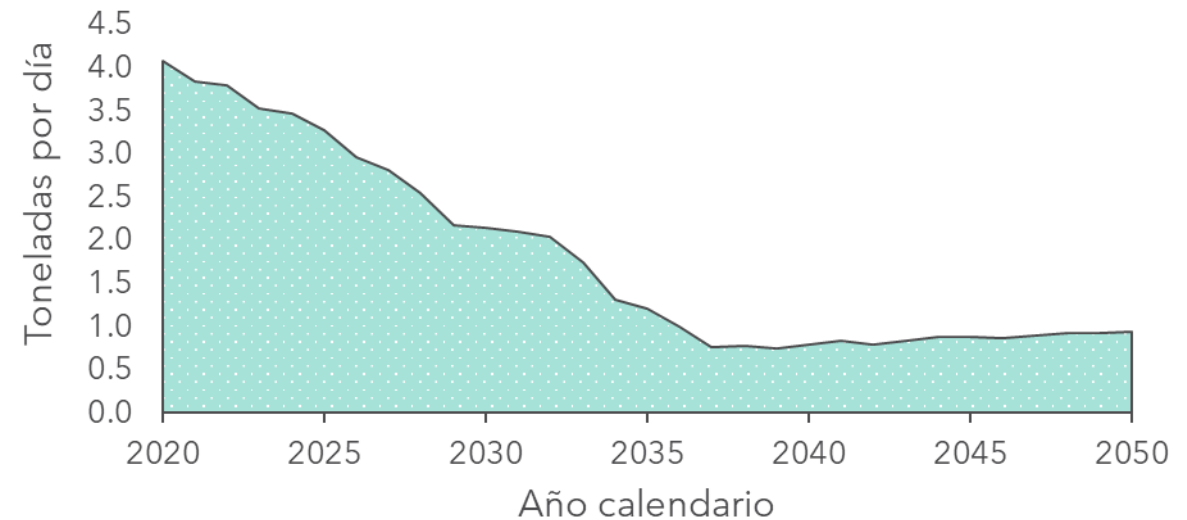
Inventario estatal de población y emisiones de CHE (continuación)

- La regulación actual y el recambio natural reducen las emisiones de PM2.5 y NOx hasta aproximadamente 2037
- Las emisiones se mantienen estables hasta 2050 y más allá

Emisiones de PM2.5



Emisiones de NOx



Borrador de la evaluación tecnológica de CHE

- Introducción y enfoque
- Resultados
- Conclusión
- Apéndices

Borrador de la evaluación tecnológica de CHE

Introducción y enfoque

- Propósito de la evaluación tecnológica
- Elementos de la evaluación tecnológica
- Desarrollo de la evaluación tecnológica
- Tipos y categorías de CHE
- Tecnologías CHE de cero emisiones
- Enfoque de la evaluación tecnológica



Propósito de la evaluación tecnológica

- Ayudar a cumplir con los objetivos de reducción de riesgos, de calidad del aire y climáticos de California, y las directivas de EO N-79-20 y EO N-27-25
- Evaluar la disponibilidad y la factibilidad operativa de las tecnologías de cero emisiones para CHE
 - CARB publicó la previa evaluación tecnológica de CHE en 2015
- Informar y apoyar diversas acciones de planificación y regulación:
 - Estrategia de Fuentes Móviles y Plan de Implementación Estatal
 - Actualizaciones del plan de ámbito
 - Planes de financiamiento para incentivos de transporte limpio

Elementos de la evaluación tecnológica

- Descripción de la tecnología
- Disposición tecnológica
- Beneficios de emisiones
- Requisitos y consideraciones de infraestructura
- Economía
- Perspectiva tecnológica

Desarrollo de la evaluación tecnológica

- El personal realizó una amplia investigación y divulgación, que incluyó:
 - Visitas a puertos marítimos y ferrocarriles intermodales de California
 - Reuniones con fabricantes, operadores, mecánicos y gerentes de instalaciones de CHE
 - Revisión de evaluaciones tecnológicas, incluidas las de los puertos de Long Beach, Los Ángeles y Oakland
 - Análisis de artículos de noticias, revistas e informes de demostración
 - Investigación técnica sobre los ciclos de trabajo de CHE, los casos de uso, la vida útil, etc.
- La evaluación refleja los datos disponibles hasta enero de 2025

Tipos y categorías de CHE

La evaluación tecnológica incluye 25 de los "tipos" más comunes de CHE, separados en 3 "categorías"

CHE de material a granel

- Grúa, manejo de materiales
- Grúa, móvil
- Grúa, puerto móvil
- Grúa, todoterreno
- Buldócer
- Excavadora
- Montacargas, carga pesada
- Montacargas, cargadora telescópica
- Camión de acarreo
- Cargadora o cargadora-excavadora
- Apilador de troncos

CHE de contenedor

- AGV
- Grúa de pórtico montada sobre raíles
- Apilador de alcance
- Grúa de pórtico con neumáticos
- Grúa de buque a costa
- Transportadores y carretillas pórtico
- Manipulador lateral
- Manipulador superior
- Camión de patio

CHE de apoyo para instalaciones

- Elevador aéreo
- Vehículo cono
- Transportador de vagones
- Camión de servicios públicos, otro (camiones de combustible, camiones de agua, etc.)
- Camión de servicios públicos, barredora

Tipos y categorías de CHE (continuación)

CHE de material a granel



CHE de contenedor



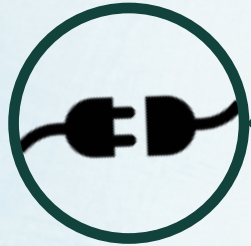
CHE de apoyo para instalaciones



Tecnologías CHE de cero emisiones (ZE)



Batería eléctrica (BE)

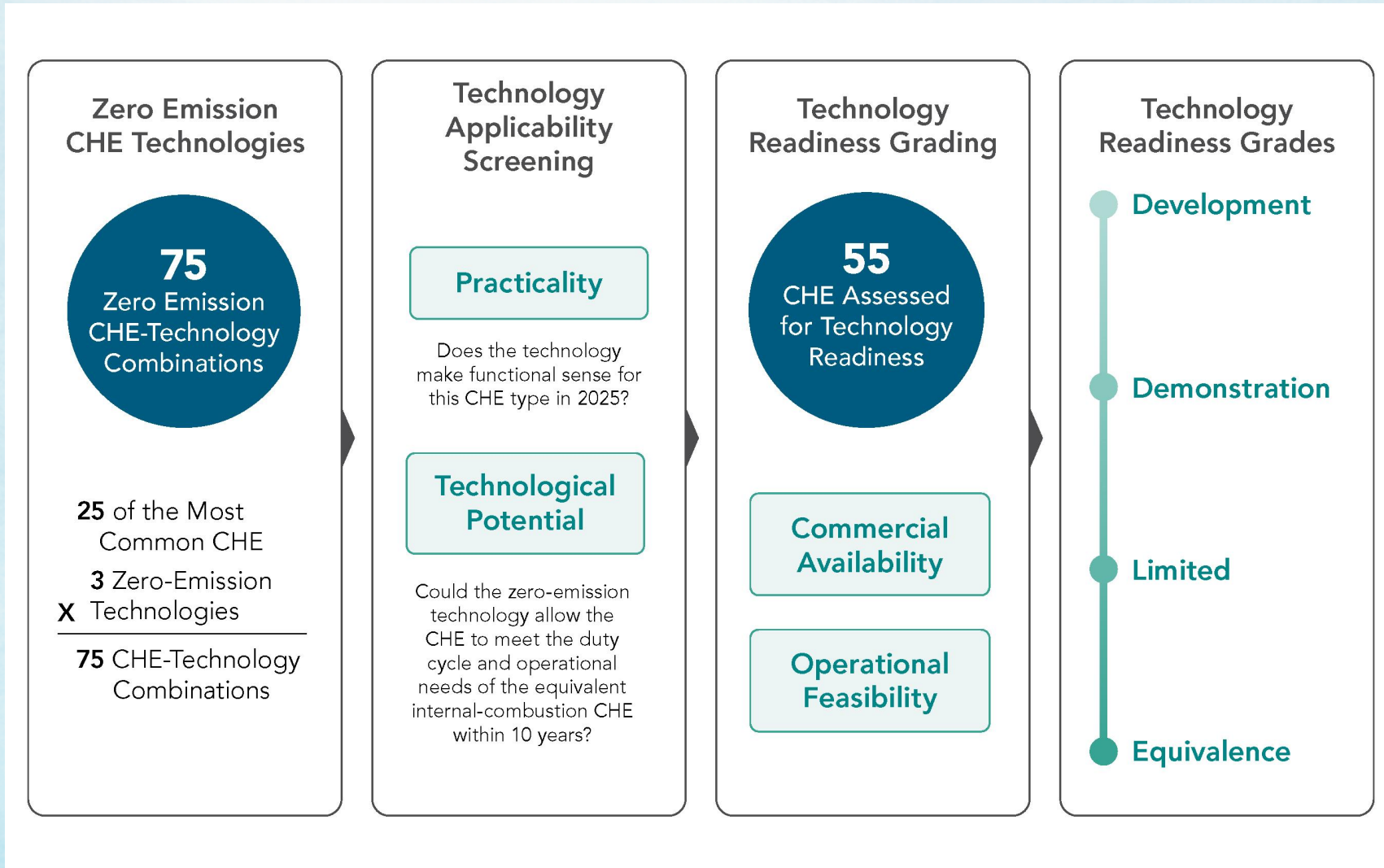


Red eléctrica (GE)



Pila de combustible de
hidrógeno (HFC)

Enfoque de evaluación tecnológica



Enfoque de evaluación tecnológica (continuación)

Grados de disposición tecnológica

Grado	Descripción	Evaluación de despliegue
Desarrollo	Desde el desarrollo del producto hasta la preproducción	No está listo para el despliegue
Demostración	- Disponibilidad comercial anticipada/limitada - No está completamente demostrado ni es confiable	Se requieren más demostraciones
Limitado	- Disponible comercialmente - Problemas menores de fiabilidad - Probable equipo de primera generación	Se puede implementar de forma limitada
Equivalencia	- Disponibilidad comercial total - Logra la equivalencia operativa y funcional con sus contrapartes de diésel	Listo para la adopción a gran escala en la mayoría de las instalaciones

Preguntas/Comentarios

¿Alguna pregunta o comentario sobre lo presentado?

- Definición de CHE
- Regulación actual de CHE
- Inventario de población y emisiones de CHE
- Tipos y categorías de CHE
- Las 3 tecnologías de ZE
- Enfoque de la evaluación tecnológica



Borrador de los resultados de la evaluación tecnológica de CHE

- Descripción y disposición de la tecnología
- **Beneficios y consideraciones sobre las emisiones**
- Infraestructura
- **Economía**
- Perspectiva tecnológica



CHE de batería eléctrica

Descripción de la tecnología

- Utiliza baterías recargables para alimentar tanto el movimiento como el manejo de carga
- Dos químicas principales de la batería: plomo-ácido y de iones de litio
 - Los iones de litio duran más, pesan menos, pero cuestan más
- Igualar el tiempo de funcionamiento de CHE con motor diésel al de baterías es un desafío
 - Las instalaciones quieren al menos uno – idealmente dos – turnos antes de recargar
 - La carga puede ocurrir estratégicamente entre turnos, lo que se conoce como "carga de oportunidad"

CHE de batería eléctrica

Descripción de la tecnología (continuación)

Beneficios	Posibles desafíos
• Mayor movilidad en comparación con GE CHE, que a menudo requiere cables o barras colectoras para la alimentación • Varios tipos de este CHE están disponibles comercialmente • La tecnología de las baterías mejora continuamente: ○ Mayor capacidad ○ Tiempos de carga más rápidos ○ Menor costo	• Más caro que el diésel • Las baterías son pesadas • Requiere recarga frecuente • Tarda más en cargarse que el repostaje de CHE con motor diésel equivalente • La infraestructura de carga ocupa espacio en las instalaciones

CHE de material a granel de BE

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Grúa, manejo de materiales	4	3	0	Demostración
Grúa, móvil	8	0	1	Demostración
Grúa, todoterreno	5	0	0	Demostración
Bulldócer	0	2	0	Demostración
Excavadora	7	7	0	Demostración
Montacargas, carga pesada	39	6	2	Demostración
Montacargas, cargadora telescópica	8	3	1	Demostración
Camión de acarreo	1	2	5	Limitado
Cargadora o cargadora-excavadora	21	7	3	Demostración
Apilador de troncos	0	0	0	Desarrollo

CHE de contenedor de BE

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
AGV	3	1	0	Equivalencia
Grúa de pórtico montada sobre raíles	0	0	0	Desarrollo
Apilador de alcance	8	1	1	Demostración
Grúa de pórtico con neumáticos	2	1	0	Demostración
Transportadores y carretillas pórtico	2	1	0	Demostración
Manipulador lateral	8	1	1	Demostración
Manipulador superior	3	0	1	Limitado
Camión de patio	20	0	4	Limitado

CHE de apoyo para instalaciones de BE

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Elevador aéreo	16	1	0	Demostración
Vehículo cono	4	0	0	Demostración
Transportador de vagones	21	1	0	Demostración
Camión de servicios públicos, otro	20	1	1	Demostración
Camión de servicios públicos, barredora	4	11	0	Demostración

CHE de red eléctrica

Descripción de la tecnología

- Alimentado por una conexión a red continua mediante cables, barras colectoras o pantógrafos
- Mejor para CHE principalmente estacionario o que sigue caminos predecibles
- La mayoría todavía requiere baterías, pero no tanto como los CHE de BE
- Proporcionar una conexión a la red para equipos móviles a menudo requiere cambios en la infraestructura y mucha planificación
- Se está explorando la carga dinámica para automóviles y vehículos de reparto, pero aún no se utiliza para CHE

CHE de red eléctrica

Descripción de la tecnología (continuación)

Beneficios	Posibles desafíos
• Reduce o elimina la necesidad de baterías • Reduce o elimina los largos tiempos de carga • Varios tipos de este CHE son estándar de la industria y están disponibles comercialmente	• Las conexiones a la red (por ejemplo, cables, barras colectoras, etc.) pueden limitar la movilidad • La infraestructura es costosa, interrumpe las operaciones durante la construcción, utiliza bienes raíces valiosos

CHE de material a granel de GE

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Grúa, manejo de materiales	14	1	0	Demostración
Grúa, puerto móvil	2	0	2	Demostración
Grúa, todoterreno	4	0	0	Demostración
Excavadora	2	0	0	Demostración

CHE de contenedor de GE

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Grúa de pórtico montada sobre raíles	9	0	0	Equivalencia
Grúa de pórtico con neumáticos	9 ¹	3 ²	0	Demostración
Grúa de buque a costa	8	0	0	Equivalencia
Camión de patio	0	0	0	Desarrollo

1. Incluye 4 nuevos RTG de GE y 5 conversiones de diésel a GE.
2. Incluye 1 nuevo RTG de GE y 2 conversiones de diésel a GE.

CHE de apoyo para instalaciones de GE

Disposición tecnológica

- No hay modelos disponibles comercialmente de CHE de apoyo para instalaciones de GE
- Todas las CHE de apoyo para instalaciones de GE tienen una puntuación de 0 para la aplicabilidad de la tecnología
 - Principalmente debido a la disponibilidad de versiones eléctricas de batería
- La tecnología BE y HFC proporcionan soluciones de ZE para esta categoría de CHE

CHE de pila de combustible de hidrógeno

Descripción de la tecnología

- Utiliza una pila de combustible en lugar de una batería o una conexión a la red
 - Similar a una batería, pero utiliza hidrógeno como combustible en lugar de necesitar ser recargado
- Tipo más común de CHE: pilas de combustible de membrana de electrolito polimérico (PEM) que utilizan hidrógeno como combustible
- Las pilas de combustible de hidrógeno son una tecnología madura pero no muy utilizada para los CHE

CHE de pila de combustible de hidrógeno

Descripción de la tecnología (continuación)

Beneficios	Posibles desafíos
• Misma movilidad que las baterías • Los tiempos de repostaje de CHE de pila de combustible de hidrógeno son similares a los de CHE de diésel • Reduce la dependencia de la batería	• Disponibilidad comercial limitada • Más caro que el diésel • El suministro de hidrógeno y la infraestructura de apoyo no están fácilmente disponibles • El hidrógeno es más caro que el diésel

CHE de material a granel de HCF

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Grúa, manejo de materiales	0	0	0	Desarrollo
Grúa, móvil	0	0	0	Desarrollo
Grúa, puerto móvil	0	0	1	Desarrollo
Grúa, todoterreno	0	0	1	Desarrollo
Bulldócer	0	0	0	Desarrollo
Excavadora	0	0	6	Desarrollo
Montacargas, carga pesada	9	9	0	Demostración
Montacargas, cargadora telescópica	0	0	1	Desarrollo
Camión de acarreo	0	0	4	Desarrollo
Cargadora o cargadora-excavadora	0	0	2	Desarrollo
Apilador de troncos	0	0	0	Desarrollo

CHE de contenedor de HCF

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
AGV	0	0	0	Desarrollo
Grúa de pórtico montada sobre raíles	0	0	0	Desarrollo
Apilador de alcance	0	0	1	Desarrollo
Grúa de pórtico con neumáticos	0	0	4	Demostración
Transportadores y carretillas pórtico	0	0	0	Desarrollo
Manipulador lateral	0	0	1	Desarrollo
Manipulador superior	0	0	2	Desarrollo
Camión de patio	0	0	4	Demostración

CHE de apoyo para instalaciones de HCF

Disposición tecnológica

Tipo de equipo	Disponible comercialmente en los EE. UU.	Disponible comercialmente fuera de los EE. UU.	Unidades no comerciales	Grado de disposición tecnológica
Elevador aéreo	2	0	0	Demostración
Vehículo cono	0	0	0	Desarrollo
Transportador de vagones	0	0	0	Desarrollo
Camión de servicios públicos, otro	0	0	4	Desarrollo
Camión de servicios públicos, barredora	1	1	0	Limitado

Beneficios y consideraciones sobre las emisiones

Beneficios y consideraciones	Tecnología
Sin emisiones de escape de contaminante criterio, contaminante tóxico y gases de efecto invernadero (GHG)	BE, GE, HFC
La red de California es muy limpia* y cada vez más limpia, alimentando a los CHE de BE y GE	BE, GE
Reduce los desechos electrónicos de las baterías gastadas	GE, HFC
Ayuda a evitar la congestión del cargador y la carga no administrada, reduce el estrés de la red y la dependencia de fuentes de energía menos limpias (plantas pico)	GE, HFC
El hidrógeno se puede producir de forma renovable, ofreciendo la menor cantidad de emisiones durante el ciclo de vida	HFC
La fuga de hidrógeno puede tener impactos indirectos de GHG	HFC

*En 2024, casi el 60% de la generación de electricidad en el estado de California provino de fuentes renovables.

Preguntas/Comentarios

¿Alguna pregunta o comentario sobre lo presentado?

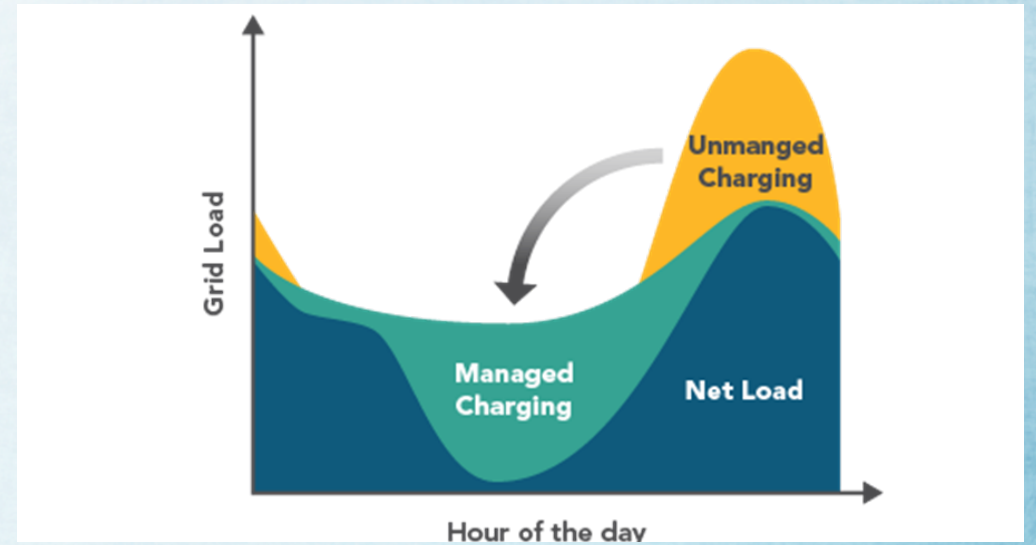
- Descripción de la tecnología
- Disposición tecnológica
 - Disponibilidad comercial
 - Disposición tecnológica
- Beneficios y consideraciones sobre las emisiones



Infraestructura de BE y GE

Requisitos y consideraciones

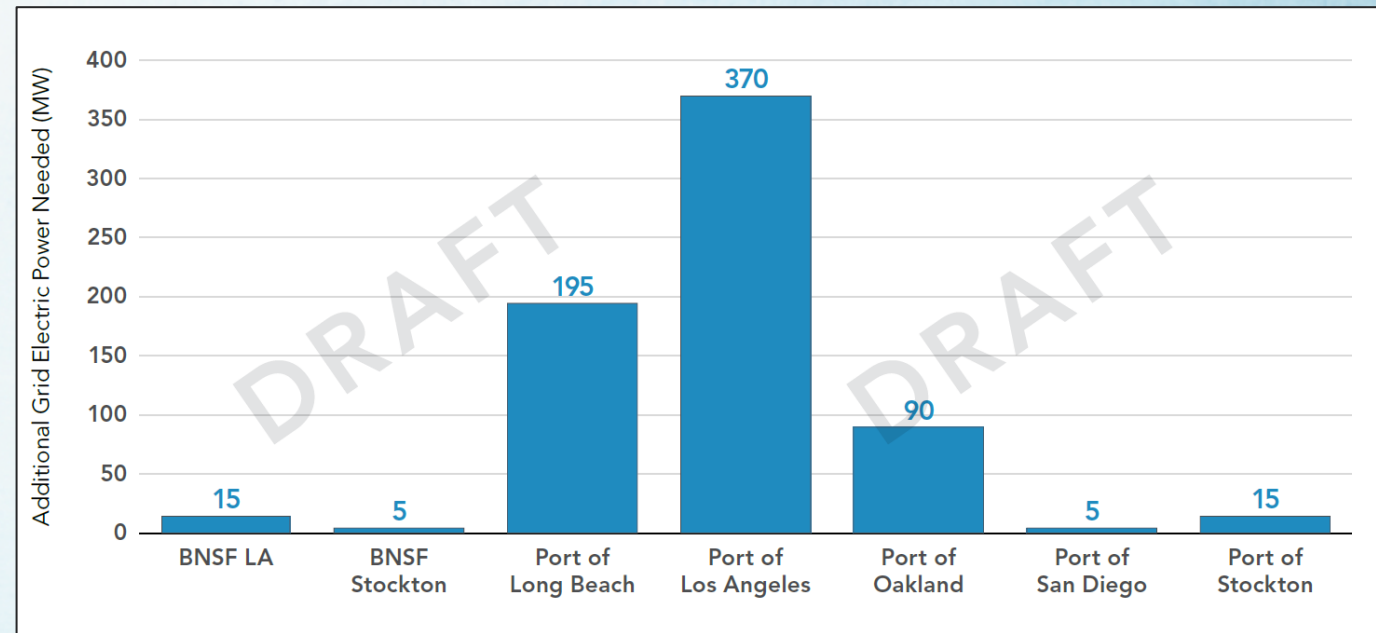
- Fuente de electricidad
 - Análisis de la red estatal
 - Actualizaciones de la infraestructura de la red de servicios públicos
 - Microrredes
- Equipos de carga
 - Espacio y permisos
 - Certificación (solo BE)
 - Estación de carga (solo BE)
- Logística
 - Interfaces de carga: carga conductiva manual, conductiva a manos libres e inductiva (solo BE)
 - Prácticas de carga: carga gestionada y carga no gestionada (solo BE)
 - Obstrucciones y límites de movilidad (solo GE)



Infraestructura de BE y GE (continuación)

Análisis de la red estatal

- Se necesitan ~ 695 MW adicionales para la flota completa CHE de ZE en las instalaciones de California
- 21 de las 28 instalaciones de CHE analizadas tienen suficiente capacidad de carga proporcionada por servicios públicos
- Mayores déficits en los puertos de Long Beach, Los Angeles y Oakland
- Las suposiciones del análisis se pueden encontrar en el [Apéndice F](#)



Infraestructura de BE y GE (continuación)

Desafíos

- Costos
- Largos plazos de implementación
 - Procesos de permisos
 - Procesos de certificación (solo BE)
- Limitaciones de espacio
- Equipo de carga (solo BE)
 - Disponibilidad, fiabilidad y compatibilidad
- Fiabilidad de la red pública

Infraestructura de HFC

Requisitos y consideraciones

- Suministro de hidrógeno
- Métodos de entrega
 - Gaseoso (tuberías y remolques tubulares de alta presión), transporte de líquidos, repostadores móviles, transportadores de productos químicos
- Métodos de almacenamiento
 - Gaseoso, líquido, a base de material
- Normas de seguridad
- Estaciones de servicio
 - Diseño y componentes
 - Permisos
 - Requisitos operativos
 - Códigos y normas de dispensación



Infraestructura de HFC (continuación)

Desafíos

- Costos
- Permisos
 - Falta de protocolos industriales estandarizados para el abastecimiento de hidrógeno
- Plazos prolongados para proyectos de infraestructura de hidrógeno
- Madurez tecnológica
 - Pérdida de hidrógeno durante el almacenamiento
 - Tecnología inmadura para el almacenamiento basado en materiales
- Preocupaciones de seguridad

Economía de BE y GE

- Costos de capital del equipo
 - El CHE eléctrico puede costar más de 1 a 2 veces que el diésel
 - Baterías a bordo
 - Equipo de carga (solo BE)
- Costos de operación
 - Electricidad
 - Mantenimiento
 - Reemplazo de la batería de mediana edad
- Costos de infraestructura
 - Actualizaciones de la infraestructura de la red de servicios públicos
 - Instalación de la estación de carga (solo BE)
 - Mantenimiento de la infraestructura



Economía de HFC

- Costos de capital del equipo
 - El CHE de pila de combustible de hidrógeno puede costar > 2 veces que el diésel
 - Repostador móvil (opcional)
- Costos de operación
 - Combustible de hidrógeno
 - Mantenimiento
 - Reemplazo de batería de mediana edad
- Costos de infraestructura
 - Producción en sitio
 - Producción fuera del sitio
 - Instalación de estaciones de servicio
 - Mantenimiento
 - Operación



Preguntas/Comentarios

¿Alguna pregunta o comentario sobre lo presentado?

- Infraestructura
- Economía



Perspectiva tecnológica - Por tecnología

Perspectiva para lograr un grado de disposición tecnológica de equivalencia para 2035	Batería eléctrica	Red eléctrica	Pila de combustible de hidrógeno
CHE ya logra la Equivalencia	1	2	0
Probablemente, dadas las regulaciones actuales y los programas de incentivos	2	0	0
Solo con estrategias adicionales de reducción de emisiones y programas de incentivos	13	5	6
Depende de otros CHE con combustible de ZE similar	6	0	8
No probable (evaluado)	1	1	10
No probable (no evaluado, aplicabilidad de la tecnología = 0)	2	17	1
Totales	25	25	25

Conclusión

Progreso de CHE de ZE

De los 25 tipos de CHE evaluados:

- 24 tienen modelos de ZE disponibles comercialmente
 - 23 están disponibles en los EE. UU.
- 3 tipos logran la equivalencia
 - En California, el 100% de estos tipos son de ZE - más de 400 piezas de CHE
- Es probable que 2 tipos logren la equivalencia con las regulaciones e incentivos actuales



Conclusión (continuación)

Desafíos de CHE de ZE

- La mayoría de los CHE de ZE (80%) no logran la equivalencia y probablemente no lo harán dentro de 10 años sin intervenciones en el mercado
 - Basado en los grados de disposición tecnológica, la infraestructura limitada y el costo del equipo
- Los CHE de ZE están disponibles, pero se deben abordar las necesidades de infraestructura, los altos costos y la fiabilidad.
- Se necesitan estrategias adicionales de reducción de emisiones, programas de incentivos y otras iniciativas



(Foto por Karl Nielsen, Autoweek.com)

Apéndices

- Apéndice A: Lista de CHE
- Apéndice B: CHE disponible comercialmente
- Apéndice C: Metodología de puntuación de aplicabilidad de la tecnología
- Apéndice D: Metodología de calificación de disposición tecnológica
- Apéndice E: Demostraciones de CHE e infraestructura, pilotos, lanzamientos de productos y prototipos
- Apéndice F: Análisis de impacto en la red
- Apéndice G: Cálculos del costo de la electricidad
- Apéndice H: Oportunidades de financiación 2024-2025 para CHE de ZE e infraestructura
- Apéndice I: Lista de proyectos individuales que impulsan el suministro de hidrógeno en California

Cierre

- Solicitud de información
- Más información
- Próximos pasos

Solicitud de información

- Recuadros de llamada en todo el documento solicitando información sobre:
 - Implementaciones y costos de CHE de ZE
 - Proyectos de infraestructura de CHE de ZE
 - Cualquier CHE de ZE o proyecto de demostración que no esté en nuestras listas
- Ejemplo:

El personal está buscando información sobre los proyectos de demostración de CHE de pilas de combustible de hidrógeno y el estatus del desarrollo.

Próximos pasos

Queremos su opinión:

Envíe comentarios por escrito,
retroalimentación y datos de respaldo
a cargohandling@arb.ca.gov

Fecha límite: 12 de diciembre de
2025

Documento final esperado:
a mediados de 2026



Más información

- Página web de la Evaluación Tecnológica de CHE:
 - <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cargo-handling-equipment/che-technology-assessments>
- Suscríbase a la lista de correo electrónico de CHE en:
 - http://public.govdelivery.com/accounts/CARB/subscriber/new?topic_id=cargo

Preguntas/Comentarios

