

1. DESCRIPCIÓN DE LOS LECHOS DE CALCITA DRINTEC™

Los lechos de calcita tradicionales de calcita (CaCO_3) de flujo descendente o ascendente se han utilizado durante bastante tiempo para la recarbonatación de aguas desaladas. Sin embargo, los lechos de calcita tradicionales necesitan una recarga frecuente, así como un lavado a contracorriente en cada recarga para evitar problemas de turbidez a la salida.

Las aguas turbias de los retrolavados necesitan ser desviadas a un arroyo separado, perdiendo algo de producción y continuidad en el proceso de remineralización.

En el proceso patentado de DrinTec™, los lechos de calcita de flujo ascendente de altura constante se crean alimentando la calcita granulada de forma continua, bajo el agua y directamente sobre el lecho de calcita mediante un sistema de alimentación de calcita.



Fig. 1.1: Algunos aspectos de las diferentes instalaciones de remineralización de DrinTec™

Este proceso patentado proporciona la ventaja de que la calidad después de los lechos de calcita es siempre constante. Además, una serie de ventajas operativas y de mantenimiento mejoran considerablemente los costes operativos en comparación con el diseño tradicional de flujo descendente o ascendente.

El funcionamiento de estos depósitos es el siguiente: el agua rica en dióxido de carbono entra en el depósito por la parte inferior y se distribuye a través de un suelo filtrante. Luego fluye hacia arriba desde la parte inferior del lecho de calcite granulada y, a medida que se mueve hacia arriba, se corrige su composición química.

Mientras se mueve hacia arriba dentro del lecho de calcita, el agua rica en dióxido de carbono reacciona con la calcita en el lecho formando bicarbonatos de calcio solubles. Esto causa la disolución de la calcita y un aumento del pH y de la alcalinidad. Una vez que ha pasado por el lecho, el agua remineralizada se desplaza hacia la zona libre de calcita y deja el depósito a través de salida.

Los tanques disponen de un silo en su parte superior y el sistema de alimentación de calcita guía el producto desde el silo hasta la superficie del lecho. De esta manera, el producto se dosifica directamente en el lecho por gravedad, manteniendo una altura constante del lecho mientras se consume la calcita.

La dosificación se produce muy lentamente y sin crear turbulencia. Los gránulos de calcita caen por gravedad a través del sistema de alimentación y sin obstrucciones. El sistema se alimenta constantemente en función de la demanda natural del agua.

El silo permite que los depósitos funcionen autónomamente durante tres o cuatro semanas.

El sistema funciona a 0,6-0,7 bares.

Los tanques DrinTec™ no requieren frecuentes retrolavados, sino sólo durante la puesta en marcha. El retrolavado con agua se puede hacer durante las operaciones normales aislando un tanque, pero sólo se recomienda cuando se usa calcita de mala calidad o cuando los lechos se contaminan con compuestos orgánicos o biofouling. En cualquier caso, se recomienda realizar un esponjamiento con aire cada 6 meses a un año para evitar la compactación del lecho y las rutas preferenciales de consumo dentro del lecho de calcita.



Fig. 1.2: Algunos aspectos de las diferentes instalaciones de remineralización DrinTec™.

El agua turbia se descarga desviándola antes de entrar en la tubería del colector de agua limpia.

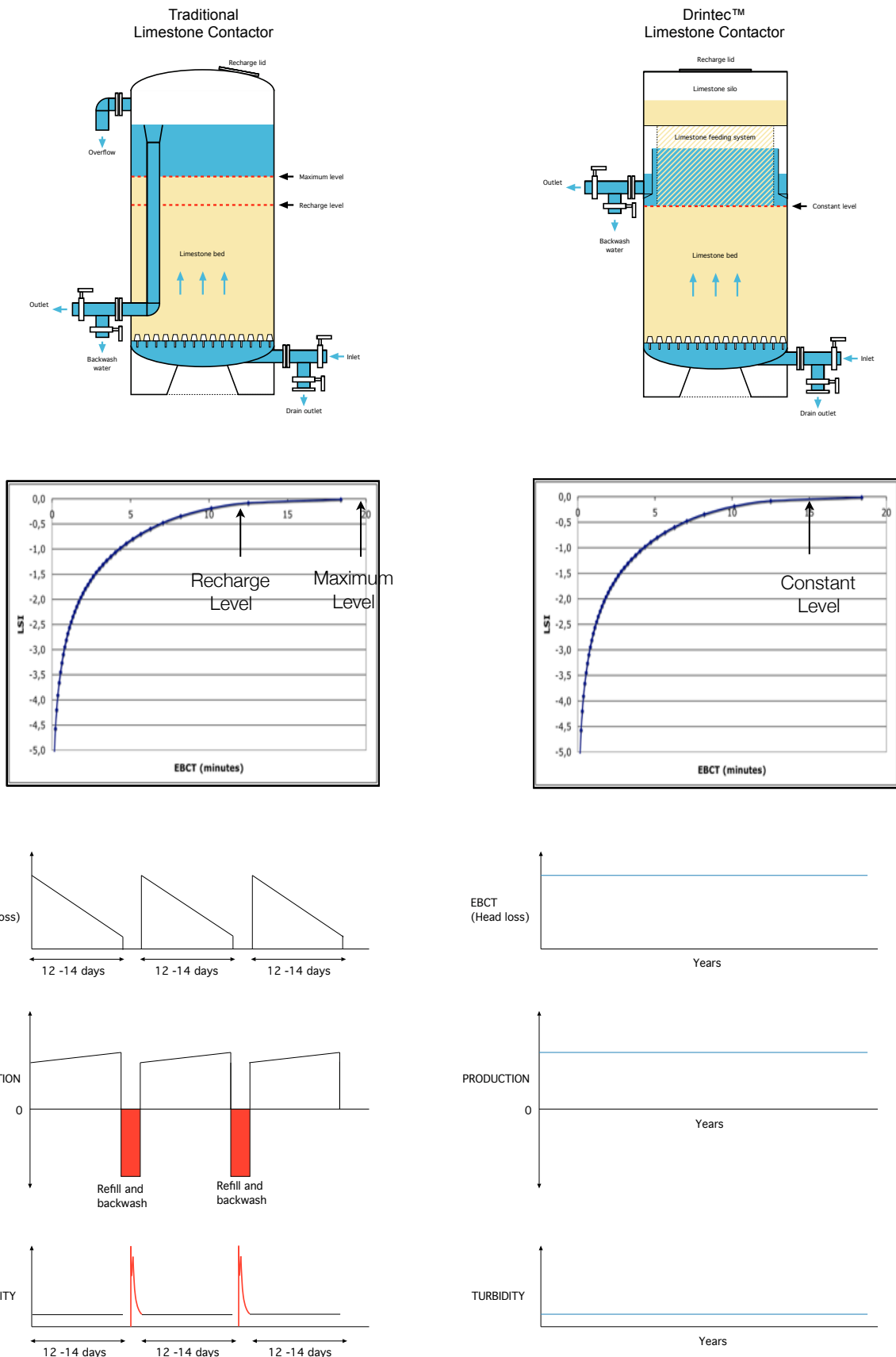
El proceso de recarga se realiza manualmente mediante una grúa que se desplaza sobre las aberturas de carga de las celdas y permite la dosificación con big-bags en función de la demanda.

Debido a que el proceso de recarga se realiza en el silo e independiente del lecho de calcita, la carga no crea turbidez y puede llevarse a cabo manteniendo las condiciones normales de funcionamiento.



Fig. 1.3: Visión general de una instalación de diez lechos de calcita DrinTec™ con disolver de CO₂ a baja presión

2. VENTAJAS DEL PROCESO DRINTEC™



Ventajas del proceso DrinTec™ con respecto a los lechos de calcita sin alimentación en continuo.

3. PRINCIPALES VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DRINTEC™

TIPO DE LECHO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sistema tradicional de lecho descendente	<ul style="list-style-type: none"> - El ciclo de retrolavado limpia el medio cuálcico y evita que las partículas de óxido de hierro y otros sedimentos se depositen o cubran el medio. - El suelo filtrante evita la salida de partículas grandes de calceta del depósito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere ciclos de retrolavado automáticos o manuales frecuentes para limpiar los medios cálcicos durante la reposición y evitar la compactación del medio. - Requiere unidades de repuesto para operar durante la reposición y el retrolavado. - Potencialmente mayor pérdida de carga debido a la compactación del material cálcico. - Mayor tiempo de inactividad durante el reaprovisionamiento de medios. - Variación de la pérdida de altura de la cabeza del tanque debido a cambios en la altura del lecho. - Pérdida en la eficiencia de aplicación de CO₂ debido al retrolavado continuo. - Variación en la calidad del agua debido a la variación de la concentración de CO₂ en el medio. - Es necesario disponer de una planta de tratamiento de aguas residuales (EDAR) para tratar grandes cantidades de agua de lavado a contracorriente. Esto incluye unidades de depuración y eliminación de lodos, así como un sistema de recuperación de agua. - El retorno del agua depurada de la EDAR a la entrada de la planta provoca incrementos en el caudal y posibles eventos de turbidez. Por lo tanto, la reutilización del agua de retrolavado requiere un almacenamiento suficiente para una alimentación constante. - Los lodos del sedimentador de la EDAR deben ser eliminados. - Necesidad de un área de almacenamiento separada fuera del área del filtro. - Se requieren operarios con una gran competencia técnica. - Diseño delicado debido a motores y automatización. Peligro de fallo, incluso en condiciones ambientales adversas. - Mayor consumo de energía - Mayores costes de capital y O&M.

TIPO DE LECHO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Lecho de calcita de flujo ascendente y altura constante DrinTec™ con sistema de dosificación en continuo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad de agua constante gracias a la altura del lecho continuo. - El rellenado se realiza en el silo incorporado y no directamente sobre la superficie del lecho. No se genera agua turbia durante el rellenado. No hay necesidad de retrolavar y desviar el agua turbia cada vez que se rellena. - No se requiere un lavado frecuente si la calcita es buena, sólo se recomienda esponjar el lecho cada 6 meses. - No necesita unidades de más. - Un consumo muy uniforme entre los tanques ya que tienen la misma pérdida de carga hidráulica que se mantiene constante durante la operación y el rellenado. - Funcionamiento continuo. No es necesario detener la planta durante la reposición. - Menor pérdida de carga. - La turbidez de los efluentes es típicamente baja y por debajo de 0.5 NTU. - No se necesita una planta de tratamiento de aguas de retrolavado. Las bombas y soplantes utilizadas en otras secciones de la planta desaladora pueden utilizarse para la limpieza inicial de los medios y eventual esponjado. - Ningún fango a eliminar. - Bajo consumo de energía, ya que no es necesario lavar con frecuencia. - Diseño robusto. Sin piezas móviles y bajo riesgo de rotura, incluso en condiciones ambientales adversas. - Mayor eficiencia de CO₂ gracias a un funcionamiento constante, sin retrolavado y largos tiempos de contacto. - Sin necesidad de zona de almacenamiento separada. Los silos incorporados permiten una autonomía de 30 días o más. - Menores factores de seguridad y salud en el funcionamiento debido a la ausencia de piezas móviles. - Fácil de manejar. No se requieren grandes habilidades técnicas. - Menos costes de capital y O&M. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda una buena calidad de calcita (<0,3% Fe₂O₃) para evitar que el hierro u otros sedimentos ensucien o cubran el medio y eviten la necesidad de un retrolavado. - Porcentaje de partículas de caliza de menos de 0,1 mm que se deben minimizar (< 1%) para evitar que la calcita sea arrastrada por el agua que fluye hacia arriba.

4. CALIDAD DE LA CALCITA

La siguiente tabla muestra la calidad de la calcita recomendada para los lechos de calcita. En caso de una calidad diferente, se deben realizar pruebas piloto de calcita para evaluar el material.

Se debe evitar la presencia de impurezas con un tamaño de partícula $>100 \mu\text{m}$ para asegurarse de que no hay acumulación de impurezas en el interior del reactor.

Para garantizar una buena calidad del agua, se prefiere un material limpio lavado, soplado al aire y partículas de gran tamaño \varnothing 2-5 mm.

TABLA 4.1: CALIDAD DE CALCITE RECOMENDADA

PUREZA	$\geq 97\%$
TAMAÑO	2 mm - 5 mm
CaO	$> 55 \%$
SiO ₂	$< 0,5\%$
Al ₂ O ₃	$< 0,5\%$
MgO	$< 1,5\%$
Fe ₂ O ₃	$< 0,12\%$
Mn ₃ O ₄	$< 0,01\%$
Peso específico (t/m ³)	2,7
Peso específico gránulo seco (t/m ³)	1,5
Partículas $\varnothing < 0.3$ mm	$< 3\%$
Partículas $\varnothing < 0.1$ mm	$< 1\%$
Insolubles > 0.1 mm	$< 0,2 \%$



FIG. 4.1: ASPECTO TÍPICO DE LA CALCITE GRANULADA

5. DISOLVEDOR DE CO₂ DRINTEC™ A BAJA PRESIÓN

Una inyección inadecuada de CO₂ causa una distribución desigual entre los diferentes depósitos remineralizadores. Para evitar este problema se propone un sistema que garantiza la dilución del CO₂ antes de la inyección en la tubería de entrada principal a baja presión.

La dosificación de CO₂ se realizará en by-pass de la línea principal donde se inyecta el CO₂ a contracorriente y a baja presión diferencial en un disolvente especial que garantiza la inyección de agua gasificada sin burbujas libres. El disolvente se diseña para un caudal de agua constante. La dosis de CO₂ se ajusta según el pH deseado después del tratamiento.

La presión de inyección se define por la presión operacional de la tubería principal. Puede ser necesaria una bomba de refuerzo para añadir 0,2 bar de presión adicional.



Fig. 5.1: Disolvedores de CO₂ DrinTec™ de distintos tamaños.

6. LISTA DE REFERENCIA DE INSTALACIONES DRINTEC™

Año	Caudal (m ³ /d)	Tipo de equipo	Localización
2016	19.000	Tanque PRFV	Islas Canarias
2015	163.800	Tanque acero	Oriente Medio
2015	2.400	Tanque PRFV	Arabia Saudita
2015	6.000	Tanque PRFV	Arabia Saudita
2014	30000	Hormigón	Islas Canarias
2014	12.000	Hormigón	Islas Canarias
2013	24.000	Hormigón	Islas Canarias
2012	400 y 3.000	HDPE	Islas Canarias
2012	384.000	Hormigón	Oriente Medio
2012	6.000	Tanque PRFV	Islas Canarias
2012	11.000	Tanque PRFV	Chile
2011	24.000	Hormigón	Islas Canarias
2011	21.000	Hormigón	Islas Canarias
2010	2.000	Tanque PRFV	Islas de Cabo Verde
2009	200.000	Hormigón	Barcelona
2009	1.000	Tanque PRFV	Taiwan
2009	2.000	Tanque PRFV	Oman
2008	84.000	Hormigón	Alicante
2007	10.000	Hormigón	Islas Canarias
2005	10.000	Hormigón	Islas Canarias
2004	3.000	Tanque PRFV	Islas Baleares
Desde 2002	300 a 1.200 por unidad	Tanque PRFV	Varios países, > 60 unidades