



OCCIDENTAL CHEMICAL CHILE LIMITADA

Manual

Cloruro de Calcio



Nueva de Lyon 072, 10° piso
Providencia, Santiago
Chile
Teléfono: 56 (2) 7185000
Fax: 56 (2) 7185005
Correo electrónico: ventaschile@oxy.com

Índice

	Página
• Introducción	3
- Información General.....	3
• Principales Aplicaciones	4
• Producción	5
• Propiedades	6
• Aplicaciones	9
- Control de Polvo y Consolidación de caminos y Superficies.....	9
- Tratamiento Hidrometalúrgico de Sulfuros de Cobre: Proceso Cuprochlor®.	12
- Control de Bitter Pit en Manzanas.....	13
- Acelerador de Fraguado en Concreto.....	15
- Lodos de Perforación de Pozos Petroleros.....	19
- Producción de Cemento Pórtland.....	19
- Precipitación de Sulfatos.....	20
- Alimento Para Animales.....	21
- Refrigeración.....	22
- Anticongelante.....	22
- Otros Usos del Cloruro de Calcio.....	23
• Dilución	25
• Datos Técnicos	26
- Solubilidad.....	26
- Punto de Ebullición.....	26
- Incremento de la Temperatura al Disolver.....	27
- Absorción de Humedad de la Atmósfera.....	27
- Tensión Superficial.....	28
- Calor Específico.....	29
- Viscosidad.....	29
- Densidad y Gravedad Específica.....	30
• Seguridad e Información de Emergencia	31
- Identificación del Producto.....	31
- Información Sobre Riegos de Salud.....	31
- Componentes Importantes.....	31
- Información sobre Combustión y Explosión.....	32
- Protección Especial.....	32
- Información sobre Reactividad.....	32
- Procedimientos Ambientales.....	33
- Información Adicional.....	33
- Modelo de Información sobre Etiquetas de Advertencia.....	33
• Métodos de Análisis	35
- Determinación de Concentración de Cloruro de Calcio.....	35

Índice

- Determinación de pH en Cloruro de Calcio.....	37
- Determinación de Turbidez en el Cloruro de Calcio.....	37
- Determinación de Calcio, Magnesio, Hierro, Estroncio, Bario, Aluminio, Cobre, Plomo, Níquel, Manganeso, Cromo, Arsénico, Cinc, Sulfato, Sílice, Bismuto, Vanadio Yodo, Cadmio, Estaño.....	38
- Determinación del Color Aparente.....	39
- Determinación Cualitativa del Color.....	39
- Sólidos en Suspensión.....	39
• Equipos	41
- Transporte.....	41
- Estanques de Almacenamiento.....	41
- Cañerías.....	41
- Bombas.....	42
- Válvulas.....	42

Introducción

El cloruro de calcio es un producto químico de gran versatilidad utilizado en una amplia variedad de operaciones industriales. Su producción comercial se remonta a más de 100 años y se han registrado aplicaciones desde el siglo XIX, por ejemplo, como aditivo para el hormigón. Actualmente la utilización de cloruro de calcio se encuentra en crecimiento debido a las ventajas técnicas y económicas que presenta frente a otros productos de características y usos similares.

Entre las principales características del cloruro de calcio se encuentra la de ser un compuesto higroscópico (absorbe humedad del aire y materiales), deliquescente (es capaz de disolverse en la humedad que absorbe) y que forma soluciones con bajo punto de congelamiento. Estas características permiten que sea utilizado en diversas operaciones asociadas al control de humedad y como agente anticongelante. Además, el cloruro de calcio tiene importantes aplicaciones químicas y biológicas relacionadas principalmente con el aporte de calcio que puede hacer.

En Occidental Chemical Chile, estamos orientados al mejoramiento continuo de la efectividad del Sistema Integrado de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente. Asumimos el compromiso de elaborar eficientemente productos químicos de calidad, satisfaciendo los requerimientos y expectativas de nuestros clientes y procurando que nuestras operaciones productivas preserven y protejan el medio ambiente y la comunidad.

INFORMACION GENERAL

Descripción del Producto

El cloruro de calcio es un líquido viscoso y dependiendo de su grado de purificación es cristalino o turbio. No es considerado una sustancia peligrosa por las N.U. No es corrosivo. Fórmula: CaCl_2 . Nombre oficial: Cloruro de calcio

Presentación del Producto

Occidental Chemical Chile produce cloruro de calcio en solución al 35% masa/masa refinado (nombre comercial: CLORURO DE CALCIO 35% Líquido) y cloruro de calcio en solución al 35% masa/masa turbio (nombre comercial: CLORURO DE CALCIO Líquido Antipolvo). El producto en cualquiera de sus dos formas es despachado desde la planta de OxyChile ubicada en Talcahuano o bien es transportado mediante camiones cisterna subcontratados con una capacidad máxima de 22 m³.



Certificación

Occidental Chemical Chile, cuenta con la Certificación de Sistemas de Gestión de Calidad **ISO 9001** desde el año 1998 y con la Certificación de Sistemas de Gestión Medioambiental **ISO 14001** desde el año 2003.

Principales Aplicaciones

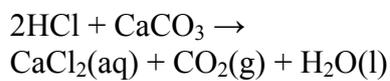
El cloruro de calcio es un compuesto que por sus características tiene un amplio conjunto de aplicaciones y usos industriales. Algunos de estos son:

- Control de Polvo y Consolidador de Caminos
- Acelerador de Fraguado de Concreto
- Tratamiento Contra Bitter Pit en Manzanas
- Refrigerante
- Anticongelante
- Alimento Para Animales
- Precipitación de Sulfatos
- Producción de Cementos
- Lodos de Perforación de Pozos Petroleros
- Firmeza de Frutas y Verduras
- Producción de Quesos
- Protección Contra Incendios
- Tratamiento de Agua de Desecho
- Industria Minera
- Industria Papelera
- Llantas de Tractores (Lastre)



Producción

El cloruro de calcio es producido industrialmente mediante un sistema tipo batch, que consta de dos etapas. La primera, es una etapa en que reaccionan ácido clorhídrico y carbonato de calcio (piedra caliza). El producto de esta etapa es una mezcla heterogénea de solución con un contenido aproximado de cloruro de calcio igual a 35% y una importante proporción de sólidos contaminantes.

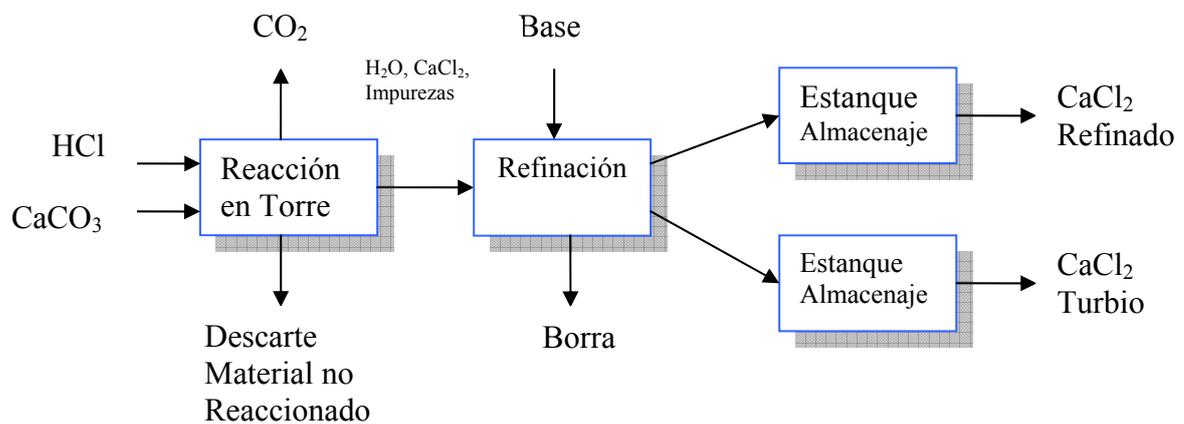


La segunda, es la etapa de tratamiento de cloruro de calcio. Esto incluye un

ajuste de pH del producto hasta un valor promedio de 7,5 y una refinación mecánica en la que se eliminan las impurezas para lograr una solución cristalina. Finalmente el producto es almacenado en estanques y las borras producidas son descartadas.

Producido con un tratamiento de refinación menos riguroso, el cloruro de calcio turbio tiene una concentración cercana al 35% y un grado de impurezas mayor, lo que hace de este un producto más económico y útil para aplicaciones antipolvo sobre superficies.

Figura 1 Diagrama de Bloques



Propiedades

El cloruro de calcio es una sal altamente soluble que en solución se disocia generando un mol de Ca^{+2} y dos moles Cl^- . Posee una notable capacidad de absorción de humedad desde el ambiente y materiales (higroscopía) y las soluciones que forma tienen un punto de congelamiento muy bajo.

En estado sólido forma hidratos, habiéndose identificado los 4 siguientes: $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Algunas de las características y propiedades físicas del cloruro de calcio están en las tablas 1 y 2

Tabla 1
Composición

<u>Especie</u>	<u>Cloruro de Calcio</u>	
	<u>35% Líquido</u>	<u>Líquido Antipolvo (Turbio)</u>
CaCl₂ (% masa/masa)	35 – 38	33 - 38
Fe (ppm. máx.)	5	-
SO₄²⁻ (% masa/masa)	0,2	-
pH	7,0 - 8,0	4,0 – 8,0
Turbiedad (UTN máx.)	20	-
Densidad a 15 °C (kg/lit)	1,35 - 1,39	1,33 – 1,39
Sólidos en Suspensión (%max)	-	1

Tabla 2
Propiedades del Cloruro de Calcio 35%

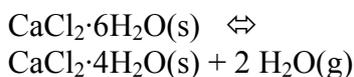
<u>Propiedad</u>	<u>CaCl₂</u>
Punto de Congelamiento (°C)	-9,0
Punto de Ebullición (°C)	115,0
Densidad (kg/lit) (a 15 °C)	1,351
Calor Específico (Cal/g °C)	0,625

Propiedades

HIGROSCOPIA

Una de las principales características del cloruro de calcio es la de ser un compuesto con una altísima capacidad de absorber humedad desde el ambiente, lo que se conoce como higroscopía.

Este comportamiento tiene su justificación en el equilibrio químico que determina la existencia de las diferentes formas en que puede presentarse esta sal. La naturaleza del cloruro de calcio permite que este pueda encontrarse en un estado anhidro (CaCl_2), formando hidratos ($\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) o en solución. El equilibrio se da entre un hidrato con un contenido de agua mayor y otro con uno menor, por ejemplo:



O bien entre un hidrato y un anhidro:

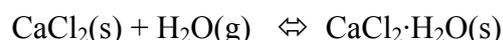


Para la existencia de cada especie se ha determinado una constante de equilibrio que depende de la presión de vapor de agua que existe en el sistema. Las características de este equilibrio hacen que sea un sistema uni variante, lo que significa que conociendo una variable, por ejemplo, la temperatura, se puede determinar el equilibrio entre la presión de vapor y los 2 sólidos.

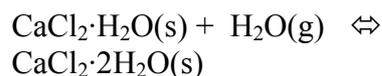
Proceso de Hidratación del Cloruro de Calcio

Una partícula de cloruro de calcio completamente seca se hidrata al agregarse agua al ambiente que la rodea

de la siguiente forma (a una temperatura fija): Su estado inicial, al estar completamente seca y en un ambiente seco es el de anhidro. Si entra humedad en el ambiente se establece inmediatamente el equilibrio con el monohidrato:



Ambos sólidos coexisten y se llega a una presión de vapor de equilibrio. Mientras siga entrando agua en el sistema, irá aumentando la cantidad de moléculas hidratadas y en consecuencia disminuirá el número de moléculas anhidras. Mientras esto ocurra la presión de vapor de equilibrio será constante hasta que todas las moléculas se encuentren en el estado hidratado. Una vez que ocurre esto último la presión de vapor de equilibrio subirá de manera súbita (Figura2) hasta un nuevo valor de equilibrio y las especies presentes serán:



Mientras continúe el ingreso de agua al sistema comenzarán a generarse más moléculas dihidratadas y la presión de vapor de equilibrio mantendrá su valor hasta no quedar monohidratos.

Este funcionamiento se repite hasta que se llega a la formación del hexahidrato ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s})$). Una vez que todas las moléculas de cloruro de calcio presentan esta formación, y el agua sigue entrando al sistema, comienza la formación de una solución saturada. Los sólidos irán disolviéndose paulatinamente a medida que entre agua

Propiedades

al el sistema y la presión (presión de vapor de la solución saturada) de vapor de equilibrio al igual que antes se mantendrá constante hasta el punto en que se disuelve todo el sólido. En este punto el sistema cambia y la presión de vapor comienza a depender de la concentración de la solución.

DELICUESCENCIA

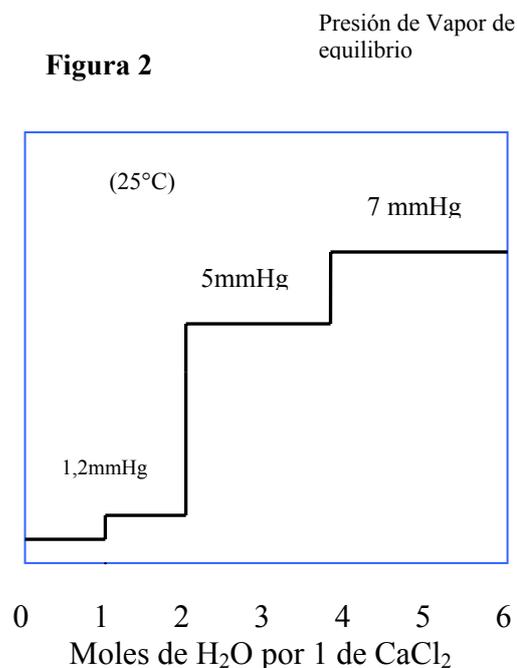
El comportamiento descrito anteriormente explica que el cloruro de calcio sea un compuesto delicuescente. La delicuescencia puede definirse como un acto por el cual un sólido toma vapor de agua de la atmósfera y con el tiempo forma una solución no saturada.

Si se dispone una partícula de cloruro de calcio anhidra en una atmósfera muy húmeda, es decir, con una alta presión de vapor de agua, comenzará el proceso de hidratación descrito anteriormente. Una vez que comienza la formación de solución saturada (se comienza a disolver el hexahidrato) se establece, como se dijo antes, una presión de vapor de la solución saturada. En el momento en que se ha disuelto todo el sólido este valor de presión de vapor de equilibrio comenzará a aumentar de manera continua con la disminución de la concentración (aumenta la cantidad de solvente) y la solución será capaz de captar agua desde la atmósfera hasta que se equiparen la presión de vapor de equilibrio con la presión de vapor de la atmósfera. Entonces, una sustancia delicuescente es aquella cuya presión de vapor de la solución saturada es menor que la presión de vapor de la atmósfera.

Resulta claro que la delicuescencia dependerá del contenido de agua de la atmósfera por lo que existen ambientes en que el cloruro de calcio es más delicuescente (lugares húmedos) que otros (lugares secos). La solución no saturada podrá mantener la humedad mientras no disminuya la presión de vapor de la atmósfera, caso en el cual se desplazará el equilibrio.

El cloruro de calcio tiene la particularidad de presentar un valor de presión de vapor de solución saturada muy bajo, lo que lo hace delicuescente incluso en ambientes muy secos, siendo un excelente material captador de humedad.

La figura 2 muestra la relación entre el agua que va absorbiendo el sistema y las presiones de vapor de equilibrio hasta el momento en que comienza la disolución.



Aplicaciones

CONTROL DE POLVO Y CONSOLIDACION DE CAMINOS Y SUPERFICIES

El cloruro de calcio es uno de los agentes más efectivos en control de polvo, lo que es sin duda una de las tareas principales en mantención de caminos desprovistos de pavimento y de cualquier superficie de tierra apisonada, arena arcillosa, pistas de ceniza, etc. Estudios han mostrado que vías no pavimentadas expuestas a un tráfico moderado de vehículos, pueden perder una pulgada (de grosor) de material por año¹, lo que equivale a decenas de toneladas por kilómetro. Esto, junto con el efecto provocado por elementos climáticos como viento y precipitaciones, ocasiona un rápido deterioro de la superficie y en consecuencia aumento de costos de mantención.



La humedad y el grado de agregación de las partículas son los responsables de que los caminos no pavimentados se encuentren compactados y tengan una densidad adecuada que permita el tráfico normal de vehículos.

¹ ALL STATES ASPHALT, Inc

La utilización de cloruro de calcio en caminos de este tipo (y superficies similares) permite reducir los costos de mantención gracias a que otorga estabilidad al material y disminuye la migración de partículas. Debido principalmente a su capacidad de absorber humedad desde el aire y retenerla (Figuras 11 y 12), el cloruro de calcio aplicado sobre caminos no pavimentados permite que estos se mantengan húmedos, condición que induce que las partículas finas que conforman el polvo formen agregados y se haga más difícil su movilidad.

Utilizando agua en caminos no pavimentados se logra un efecto similar al de cloruro de calcio, sin embargo su rápida evaporación resta eficiencia al tratamiento y lo hace poco práctico. El punto de ebullición de soluciones de cloruro de calcio es mayor que el del agua, por lo que la tasa de evaporación es mucho más lenta ante similares condiciones ambientales (Figura9).

Construcción de Caminos

El cloruro de calcio permite mantener el nivel óptimo de humedad en los caminos durante su construcción, lo que es un factor clave para obtener una alta densidad del material y como consecuencia estabilidad.

Ejemplos de Utilización de Cloruro de Calcio

- Carreteras
- Plazas Públicas
- Paseos
- Patios de Escuelas y Fábricas

Aplicaciones

- Canchas de Tenis
- Galerías de Minas
- Hipódromos
- Obras Civiles

Características de Cloruro de Calcio

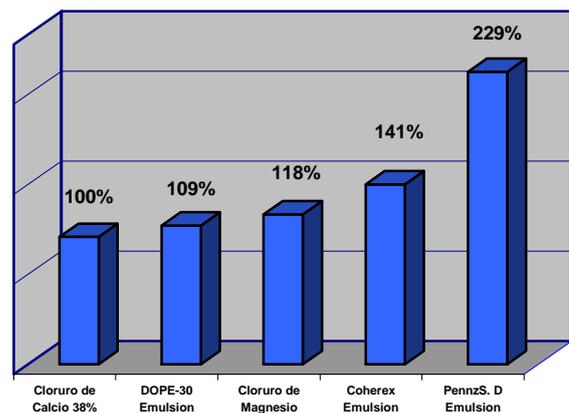
El cloruro de calcio posee características que lo hacen único como agente supresor de polvo y estabilizador de caminos desprovistos de pavimento y superficies similares:

- Disminuye la erosión manteniendo las partículas finas unidas a partículas gruesas.
- Favorece el proceso de compactación al mantener niveles adecuados de humedad.
- Es ambientalmente seguro, debido a su baja toxicidad, resistencia a migración desde el suelo y pequeñas cantidades requeridas.
- Permite reducir los costos de mantención de un camino no pavimentado.
- Algunas soluciones de cloruro de calcio tienen un punto de cristalización inferior al del agua, por lo que estas pueden actuar como anticongelante (Figura 8). En caminos ubicados en zonas con temperaturas bajo cero, la aplicación de cloruro de calcio reduce daños por congelamiento, evita la unión de nieve o hielo a la superficie del camino y acelera la descongelación permitiendo una formación de salmuera más rápida.

Comparación a Productos Alternativos

- *Cloruro de Magnesio*, tiene una menor eficiencia que el cloruro de calcio, ya que se requieren mayores cantidades para lograr la misma efectividad en el control de polvo, resultando más caro. El $MgCl_2$ es significativamente más tóxico.
- *Aceites y Emulsiones*, si bien logran mantener el polvo en el camino, en condiciones secas pierden resistencia y forman una corteza que puede fragmentarse por causa del tráfico. No aumentan la estabilidad del camino a diferencia del cloruro de calcio. En general son productos costosos

Figura 3
Porcentaje de Costos de Aplicación de Tratamiento Antipolvo en E.E.U.U. Respecto al Uso de Cloruro de Calcio



*Material no publicado de 34thRoads and streets Maintenance Supervisors School, USDA Forest Service, Portland, Oregon, costos incluyen compra, preparación y aplicación.

Aplicaciones

Aplicación

El cloruro de calcio se esparce líquido en forma de lluvia, utilizando camiones estanque u otros recipientes conectados a regadores de largo variable, siendo en general suficiente una o dos aplicaciones durante la temporada seca del año. Se aconseja efectuar la primera a comienzo de temporada y eventualmente una segunda a mediados de la estación de verano.

La dosis de cloruro de calcio que se debe aplicar depende fundamentalmente de la naturaleza de la superficie objeto de tratamiento. Sin embargo debido a que las características de cada camino pueden ser muy particulares se propone una dosis estándar y se pueden hacer consideraciones con respecto a la durabilidad del tratamiento.



Tierra Apisonada, Dolomía Asentada, Ripio

Se define una dosis estándar para la aplicación en caminos que consiste en $1,75 \text{ L/m}^2$. Esta dosis funciona de manera óptima en estas superficies y la duración del tratamiento en estos casos es mayor que en cualquier otro. Una vez terminada la aplicación se recomienda un tiempo de reposo de la superficie de una hora, para que se produzca una

absorción adecuada y los vehículos que se desplazan no transporten el producto anulando el tratamiento.

Terrenos Arenosos

La aplicación de la dosis de $1,75 \text{ L/m}^2$ funciona aunque no con la eficiencia que se logra en superficies más compactas. La durabilidad del tratamiento es menor pudiendo hacerse necesarias nuevas aplicaciones. Se recomienda un tiempo de reposo de 4 horas una vez terminada la aplicación.

Cenizas, Trumado

Estas superficies presentan un inadecuado comportamiento ante la aplicación de cloruro de calcio, debido a que este no se absorbe y es fácilmente removible por la acción del tráfico de vehículos.

Superficies Previamente Tratadas

Es común que se traten superficies con compuestos derivados de aceites. En estos casos el cloruro de calcio no puede absorberse a la superficie al momento de su aplicación y se pierde. En estos casos es necesario un tratamiento previo que reduzca el contenido de las sustancias aceitosas.

Consideraciones

En general para cualquier superficie conviene tener en cuenta lo siguiente:

El camino debe estar seco antes de la aplicación. Se debe evitar su aplicación mientras se producen precipitaciones o existen altas probabilidades de ello.

Aplicaciones

Las precipitaciones sobre la superficie tratadas provocan la migración del producto y debilitan el efecto del tratamiento. El tratamiento se lleva a cabo a una velocidad promedio de 15 km/h, pudiendo ser tratado el camino en una pasada o dos, lo que depende del ancho y viabilidad.

Una carga común corresponde a 22.000 litros (camión + carro acoplado), lo que permite cubrir una superficie de aproximadamente 15.000 m².

El flujo vehicular del camino es determinante en la duración del tratamiento.

El uso continuado del producto permite que este penetre varios centímetros bajo la superficie, lo que produce una mejor compactación del camino y otorga estabilidad al efecto anticongelante.

TRATAMIENTO HIDROMETALURGICO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO CUPROCHLOR®

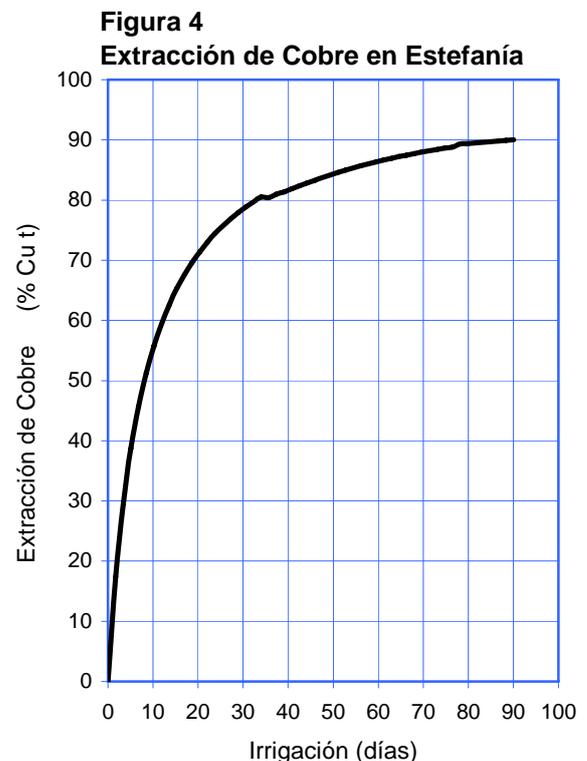
El proceso denominado “Cuprochlor®” patentado por Minera Michilla, corresponde a un sistema de tratamiento hidrometalúrgico de sulfuros de cobre que permite una mayor eficiencia en la recuperación de cobre fino respecto a los procesos de lixiviación en pilas tradicionales.

El proceso consiste en modificar la etapa de aglomeración en el proceso de lixiviación de minerales sulfurados agregando cloruro de calcio al agua (de mar) y ácido sulfúrico empleados. El

cloruro de calcio se disocia lográndose altas concentraciones de ion Cl^{2-} (sobre 100 gpl), que sumado al fierro que se esta disolviendo (proveniente de pirita y calcopirita entre otros), al alto contenido de ion Cu^{2+} que se genera, a la excelente aireación del mineral aglomerado y al ácido presente, crean un ciclo auto-catalítico que persistirá mientras exista ácido y proporcionará una mas alta eficiencia a la disolución del cobre.

El proceso además involucra la necesidad de un mayor control en la etapa de lavado del orgánico cargado antes de descargarse, debido al aumento en el contenido de cloro en la solución. Se debe evitar el traspaso de cloro a la planta de electro-depositación.

La curva cinética del proceso en la planta del yacimiento Estefanía se ve en la figura 4.



Aplicaciones

El proceso Cuprochlor[®] posee ventajas significativas respecto al tratamiento hidrometalúrgico de sulfuros de tipo Calcosina, Covelina y Bornita. Además, se logra la recuperación del CuI en orden del 93% y los tiempos de lixiviación no superan los 100 a 110 días, contra los períodos de 1 año que requieren los procesos de lixiviación bacteriana. No presenta problemas de calidad catódica ni de degradación del reactivo orgánico a pesar del alto contenido de Cl²⁻ en las soluciones. Esto se debe al adecuado funcionamiento de la etapa de lavado. Por otra parte, se logra gran estabilidad, homogeneidad y altas permeabilidades líquidas y gaseosas en el mineral apilado. El mecanismo de lixiviación permite apilar hasta 6 metros de altura sin presentar segregación de las recuperaciones.

Por tratarse de un proceso 100% químico, permite condiciones más amplias en rango que el caso de la lixiviación bacteriana en donde aparece la necesidad de cuidados especiales. Las temperaturas mínimas pueden ser más bajas, se puede utilizar agua de mar, no se requiere aireación basal y se puede operar con niveles de contenidos arcillosos o finos inaceptables en procesos catalizados por bacterias.

CONTROL DE BITTER PIT EN MANZANAS

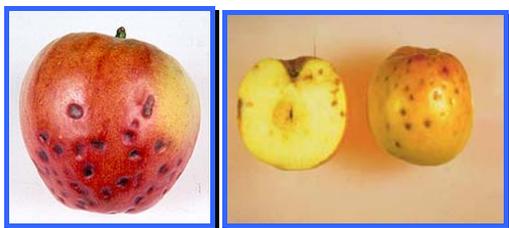
El cloruro de calcio es uno de los agentes más utilizados por su eficiencia y bajo costo en el tratamiento de *bitter pit*.

Bitter pit o depresión amarga constituye el principal problema fisiológico en el almacenaje de manzanas a nivel mundial. Las variedades más susceptibles son *Granny Smith*, *Braeburn*, *Delicious*, *Jonathan*, *Stayman*, *Cleopatra*, *Cox's Orange Pippin*, *Starkrimson*. Existe también el desorden, aunque con menor frecuencia, en *Gala*, *Fuji*, *Golden Delicious*.

Causa de la Aparición de Bitter Pit

Este problema se produce por una deficiencia localizada de calcio en la etapa de crecimiento y desarrollo de la fruta en el árbol. Cualquier desbalance mineral produce la disminución de niveles de calcio y aumenta las concentraciones de magnesio y potasio en la fruta. Los mecanismos de transporte de la membrana celular se ven afectados por estos motivos, lo que altera la permeabilidad de la membrana causando daños a las células y la muerte gradual de estas sin una muestra de síntomas antes de la cosecha. Lo más común es la aparición de los síntomas después de 1 o 2 meses de almacenaje a 0°C, los que corresponden a la aparición de manchas de tamaño de 2 a 10 mm. , secas y color verde o café. Bajo las depresiones se observa un tejido café, seco, esponjoso y amargo.

Aplicaciones

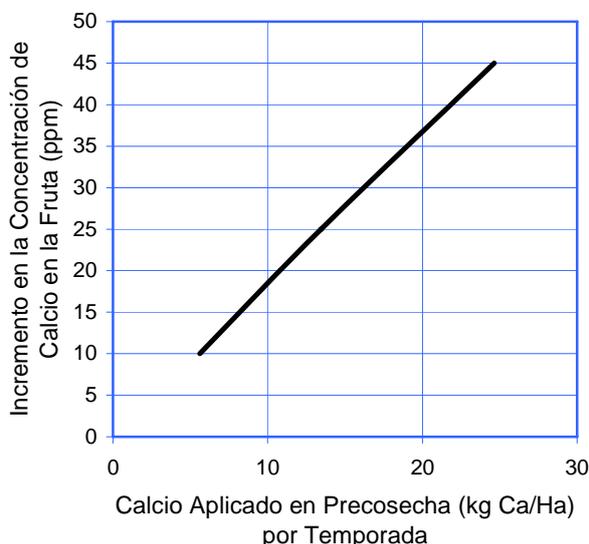


Se considera una concentración de calcio en la fruta de 5 mg/100 gff (gramos de fruto fresco) como mínima para reducir el potencial de riesgo del desorden, por lo que las medidas que se realizan para controlar el bitter pit apuntan a elevar el contenido de calcio de la fruta. La aplicación foliar de calcio es efectiva, siendo el cloruro de calcio el compuesto más utilizado. Años secos, con árboles de baja floración y baja carga son más sensibles al desorden.

Cloruro de Calcio en el Control de Bitter Pit

Mediante la aplicación foliar de cloruro de calcio sobre la fruta, se logra una absorción importante de calcio por la cutícula, nivelando la deficiencia del elemento y permitiendo que funcionen los sistemas de permeabilidad de la membrana de las células de manera correcta. La absorción de calcio 40 días después de la cuaja, es fundamental para lograr una concentración mínima a la cosecha después del proceso de dilución.

Figura 5
Absorción de Calcio por la Fruta



Aplicación

Para precosecha, se recomienda realizar un programa de pulverización que considere de 5 a 8 aplicaciones de cloruro de calcio distribuidas en 2 etapas:

- 3 a 6 semanas después de plena flor (fruto pequeño, escasa cutícula).
- 1 a 4 semanas antes de cosecha (fruto grande, cutícula permeable).

Se recomienda aplicar por temporada un total de 2 a 3,2 kg de calcio por hectárea, disueltos en un total de 2500 lt. Esto equivale a aproximadamente a un total de 4,68 a 8,04 kg de CaCl_2 puro por temporada por hectárea. Se recomienda además agregar 40 g. de vinagre (5%) por cada kg. de CaCl_2 , para ajustar el pH y evitar daños por el aumento de pH producido por el cloruro de calcio.

Aplicaciones

Las aplicaciones de postcosecha son recomendadas, pero en ningún caso sustitutivas de las de precosecha. Para postcosecha, se recomiendan inmersiones de la fruta en soluciones de 2 a 3% de CaCl_2 .

El uso de difenilamina junto con calcio disminuye la aparición de daños por el uso de cloruro de calcio, además de potenciar su efecto.

Precauciones

Se debe evitar aplicar con altas temperaturas y suelo húmedo, ya que puede causar un quemado de las hojas o *russet* en fruto.

Las altas concentraciones de sales que rodean al fruto pueden producir una plasmólisis de las células de la lenticela, provocando oxidación y deshidratación en sectores limitados. Esto se traduce en pequeñas depresiones en las lenticelas de color café-negro. Pueden producirse pequeñas rupturas de la piel. La sensibilidad dependerá de la variedad, concentración de CaCl_2 (no sobrepasar la recomendada), forma de tratamiento y de las condiciones de susceptibilidad de la fruta. Existen variedades sensibles a la toxicidad por las sales como, *Gala*, *Golden Delicious* y *Jonagold.*, en las cuales no se recomienda la aplicación de postcosecha.

Evitar mezclar etoxiquina o benomilo a las soluciones con calcio, ya que aumentan la probabilidad de causar daño en las células.

ACELERADOR DE FRAGUADO EN CONCRETO

El cloruro de calcio es el compuesto más ampliamente utilizado en la preparación de concreto para acelerar el fraguado. Su popularidad se debe a su alta disponibilidad, bajo costo, comportamiento predecible y al exitoso uso que ha tenido por varias décadas. La presencia de cloruro de calcio en la mezcla aumenta la velocidad de las reacciones asociadas al endurecimiento causando como consecuencia un aumento de la resistencia inicial (a edades tempranas) del concreto.

Esto hace del cloruro de calcio un producto útil para:

- La fabricación de concretos que requieran reducir el tiempo de fraguado inicial y obtener altas resistencias a la compresión a cortas edades.
- Reparaciones de pisos, piezas prefabricadas de concreto, etc., que se desean emplear en el corto tiempo.
- Plantas de concreto prefabricado como blocks, celosías, tubos, paneles, muros, etc.
- Sustituir con ventaja al cemento de resistencia rápida en el colado de estructuras.
- Para acortar considerablemente el tiempo de cimbrado en estructuras, sobre todo, aquellas en que los claros en losas no son grandes.
- Cuando se utilicen cimbras deslizantes como en silos, chimeneas, túneles, etc.
- Atenuar el efecto retardador producido sobre las resistencias

Aplicaciones

iniciales del hormigón en situaciones a bajas temperaturas.

Efectos del Uso de Cloruro de Calcio en las Propiedades Físicas del Concreto

Los efectos de utilizar cloruro de calcio al momento de preparar la mezcla, a los pocos días de endurecimiento y a largo plazo, dependen principalmente de la composición de la mezcla y las condiciones ambientales por lo que cada caso debe analizarse de manera particular.

Efecto Sobre el Tiempo de Fraguado

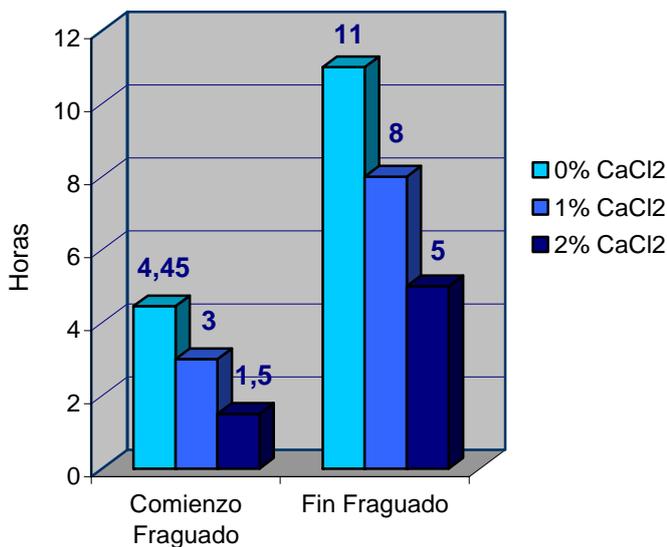
Al acelerar el endurecimiento del concreto, el cloruro de calcio provee de una temprana protección ante daños por congelamiento y derretimiento, siendo útil para trabajos que deben permanecer a bajas temperaturas.

Efecto Sobre Resistencias del Concreto

Tabla 3
Resistencias a la Compresión
a distintas edades y temperaturas
(kg/cm²)

Conc. CaCl ₂ %	1 día		7 días	
	5°C	20°C	5°C	20°C
	0	7	80	375
1	40	130	420	530
2	70	160	425	540

Figura 6
Tiempo de Fraguado



Aplicaciones

Aplicación

La dosis de cloruro de calcio a utilizar en un trabajo depende de los requerimientos particulares. Se recomienda que esta no sea superior a 2%. Es importante poner atención en la forma en que se encuentra el producto: solución, escamas, pellets o polvo debido al diferente contenido de cloruro de calcio.

Al disolver el cloruro de calcio, se libera calor, por lo que de ser necesario se puede enfriar antes de agregarlo a la mezcla.

Se recomienda preparar una solución estándar de cloruro de calcio de 35 a 38% p/p, para luego ser agregada a la mezcla. Soluciones más concentradas pueden presentar precipitación de la sal, lo que puede alterar de manera importante la dosificación.

En términos prácticos, se pueden tomar las siguientes indicaciones como referencia:

Para una concentración de CaCl_2 de 1%:
1 lt. de solución estándar por saco de cemento.

- Para una concentración de CaCl_2 de 2%:
2 lt. de solución estándar por saco de cemento.

Estos valores no son exactos. La solución agregada reemplaza su volumen en el total de agua que se debe agregar. La solución de cloruro de calcio debe mezclarse con el volumen total de agua a utilizar y no agregarse directamente sobre el cemento, ya que puede causar un endurecimiento prematuro.

Aplicaciones

LODOS DE PREFORACION DE POZOS PETROLEROS

El cloruro de calcio es utilizado tanto en pozos petroleros existentes como nuevos para aumentar la eficiencia y productividad.

Muchos pozos petroleros hacen perforación rotatoria y utilizan un lodo de perforación para mantener fría y lubricada la broca y remover trozos de material desde la cavidad. Los lodos deben tener una densidad suficiente para soportar las presiones que se alcanzan y mantener el agua, aceite y gases en su lugar. Existen lodos en base a agua o en base a aceite. El cloruro de calcio se agrega a lodos en base a aceite, que son utilizados en pozos más profundos debido en parte a que no son reactivos con arcillas y otras especies y resisten solidificación en las condiciones que existen en pozos profundos. El cloruro de calcio en este tipo de lodos es parte de una salmuera que forma la fase interna de una emulsión. La presencia de CaCl_2 en los lodos permite una mayor duración de las brocas y tasas de perforación hasta un 25% más rápidas.

Las soluciones de cloruro de calcio para emulsiones deben tener una densidad de 1,32 a 1,39 kg/lt. Los lodos tienen entre 64.000 y 133.000 ppm. de CaCl_2 dependiendo de las características y densidades necesarias de cada caso

particular. El CaCl_2 debe disolverse totalmente por lo que es más recomendable utilizar escamas que pellets debido a que estos últimos al disolverse más lentamente pueden presentar precipitación y crear problemas de densidad.

El uso de cloruro de calcio en lodos de perforación de pozos es más comúnmente usado que el cloruro de sodio por:

- Una mayor cantidad puede disolverse en la fase interna.
- Es más eficiente en evitar la hidratación de arcillas.
- Es fácil de concentrar y diluir.
- No solidifica a temperaturas altas por lo que es útil en pozos profundos.
- Ayuda a mantener una densidad que permite que las partículas que se van liberando permanezcan en suspensión para luego ser retiradas.

PRODUCCION DE CEMENTOS PORTLAND

El cloruro de calcio se utiliza en la producción de cemento para evitar o reducir las reacciones causadas por la presencia de especies alcalinas de sodio y potasio, que producen expansión y deterioro prematuro de las estructuras de concreto.

Cuando silicatos reaccionan con especies sodio y potasio solubles (K_2O

Aplicaciones

y Na_2O) se forma un gel capaz de absorber agua y expandirse pudiendo producir grietas en el concreto. Este problema es controlado mediante la adición de mezclas de minerales no reactivos o bien produciendo un cemento con bajo nivel de alcalinos. El cloruro de calcio es empleado en la fabricación de cementos de bajo contenido alcalino ya que provee de ión cloruro que reacciona con las especies solubles de sodio y potasio y disminuye su proporción en el producto final.

Aplicación

La producción de cemento incluye la mezcla en proporciones definidas de varios materiales. Esta mezcla es alimentada a un horno rotatorio, en donde es calentada hasta 1.489°C . Las especies alcalinas de potasio y sodio en general las aportan las arcillas que se emplean en la producción. Aunque la mayoría de las especies alcalinas son volatilizadas en el horno como sulfatos, óxidos o silicatos, el contenido de alcalinos que queda, a menudo supera el 0,6% como Na_2O . La adición de cloruro de calcio mientras está la mezcla en el horno, reduce significativamente la cantidad de alcalinos debido a que sodio y potasio forman cloruros, haciéndose más volátiles.

El cloruro de calcio puede ser aplicado:

- Rociándolo como líquido sobre el horno.
- Rociándolo como líquido sobre el precalcinador.
- Rociándolo como líquido sobre el material grueso.
- Mezclándolo en forma de escamas con los materiales gruesos.

La tasa con que se debe agregar el cloruro de calcio se basa en las características del horno, la cantidad y tipo de alcalinos presentes y la cantidad de polvo reciclado.

PRECIPITACION DE SULFATOS

En la producción de clorato de sodio (NaClO_3), el cloruro de calcio es utilizado para eliminar sulfatos en solución. El clorato de sodio se produce por medio de la electrólisis de cloruro de sodio purificado utilizando ánodos de titanio y cátodos de acero, donde se descompone el cloruro de sodio y agua en clorato de sodio e hidrógeno. El clorato de sodio es recuperado después de enfriar el efluente de la celda electrolítica y el cloruro de sodio que permanece es recirculado y combinado con cloruro de sodio fresco. La presencia de sulfatos en la salmuera produce un recubrimiento del ánodo de titanio que tiene como consecuencia la reducción de la eficiencia eléctrica. Por esta razón se hace necesaria la remoción de estas impurezas apareciendo como solución el uso de cloruro de calcio. El cloruro de calcio es suministrado a la sal y a la salmuera recirculada e involucra procesos de precipitación y filtración.

El cloruro de calcio elimina los sulfatos presentes en la sal por medio de la producción de sulfato de calcio (yeso), que es muy poco soluble y precipita, pudiendo ser fácilmente retirado de la solución.



Aplicaciones

Debido a que el cloruro de calcio es menos estable que el sulfato de calcio la reacción ocurre en sentido favorable.

El cloruro de calcio es utilizado para la elaboración de otros productos químicos tales como aleaciones de calcio, sodio y magnesio metálico y yeso.

ALIMENTO PARA ANIMALES

El cloruro de calcio líquido es una de las más convenientes fuentes de calcio para suplementos alimenticios para animales. Sus características lo hacen ser una excelente alternativa al uso de caliza (carbonato de calcio), que es la fuente de calcio más comúnmente utilizada en esta aplicación.

El calcio es un mineral fundamental en la alimentación de animales. Su presencia en la dieta se relaciona con la producción de leche, el desarrollo del animal y los huesos, con balances electrolíticos, activación de enzimas, permeabilidad de membranas y otras funciones vitales. Los requerimientos de calcio de un animal dependen en general de su peso, estado de lactancia, y características de su leche. Estos requerimientos pueden ser de hasta un 10% en peso dependiendo del caso. Es importante administrar la dosis justa debido a que errores en esto pueden causar serios problemas de salud.

Por ejemplo, los requerimientos de calcio para una vaca de establo en lactancia son de un 0,43 a 0,77% del alimento seco, que corresponde a una cantidad estimada de 116 gr/día. Durante las últimas 4 semanas en este estado, el requerimiento disminuye a

0,39%. En caso de vacas de alta producción el requerimiento de calcio corresponde a un 0.80%. Variaciones en estas concentraciones generan un alto riesgo de *fiebre de leche*.

Ventajas del Cloruro de Calcio

La disponibilidad biológica de una fuente de calcio corresponde a la fracción de calcio presente en esta, que es utilizable (digerible) por el animal. El cloruro de calcio presenta una alta disponibilidad biológica relativa de calcio mientras que otras fuentes como el carbonato de calcio presentan un valor medio para este índice.

Además:

- El cloruro de calcio tiene generalmente menos impurezas que el carbonato de calcio.
- No causa espuma al reaccionar con ácidos.
- Es más soluble que el carbonato de calcio. No requiere recirculación ni agentes de suspensión.

Aplicación

Independiente del sistema de alimentación de los animales, el cloruro de calcio se agrega en la cantidad determinada sobre el alimento desde los tanques de almacenamiento.

Aplicaciones

REFRIGERACION

Salmueras de cloruro de calcio son utilizadas para refrigeración en plantas de hielo, almacenamiento en frío, comida congelada, cargamentos congelados, aire acondicionado entre otras aplicaciones industriales.

El CaCl_2 se utiliza en refrigeración por sistemas de compresión indirecta como refrigerante secundario. El refrigerante primario enfría al cloruro de calcio en el condensador y este viaja a través de tuberías hasta las áreas que se desea refrigerar.

Las salmueras de cloruro de calcio son generalmente aceptadas como el medio refrigerante industrial estándar debido a que:

- Permanece líquido a temperaturas muy bajas.(Figura 8)
- Tiene un pequeño efecto corrosivo sobre metales y otros materiales estructurales.
- Tiene un alto calor específico, que lo hace económico ya que no se hacen necesarias grandes cantidades de producto (Figura 14).

ANTICONGELANTE

El cloruro de calcio es un económico anticongelante para aplicar en épocas de bajas temperaturas en una amplia gama de materiales como también en superficies que lo requieren: minerales, materiales granulados en general, vías ferroviarias, operaciones mineras,

compañías de transporte, calles y caminos, etc.

El transporte de materiales granulares como arena, gravilla, carbón se hace muy complicado al estar congelado, debido a que estos materiales forman grandes masas sólidas que hacen necesaria la aplicación de recursos extraordinarios. Por otra parte, películas de hielo en vías de transporte reducen la eficiencia en las operaciones, tanto en vehículos como en cintas de transportadoras de material.

El cloruro de calcio es un efectivo anticongelante que permite solucionar estos problemas gracias a que otorga a la solución un punto de congelamiento menor respecto al agua, pudiendo existir en estado líquido a temperaturas de hasta $-50\text{ }^\circ\text{C}$. Existen varios compuestos que pueden disminuir el punto de congelamiento del agua, tales como la sal común, etanol, metanol, etilenglicol y glicerol. Sin embargo el cloruro de calcio es mejor que estos por ser más económico, otorgar un punto de congelamiento mas bajo a la solución y además ser el más efectivo en el derretimiento de hielo formado.

La aplicación del cloruro de calcio en general no afecta de manera significativa las características, propiedades y comportamiento de los materiales mencionados en sus operaciones posteriores.

Aplicaciones

Reducción de Costos

El uso de cloruro de calcio permite reducir costos en ambientes de baja temperatura al evitar situaciones tales como:

- Largos tiempos de carga y manejo de materiales
- Re- molienda de materiales en silos y depósitos mineros.
- Mal funcionamiento de cintas transportadoras

Aplicación

Usualmente el cloruro de calcio se rocía sobre los materiales o superficies que se desea mantener libre de congelamiento. La cantidad de cloruro de calcio que se debe utilizar en cada aplicación depende principalmente de las siguientes variables:

- Humedad superficial (es decir, humedad entre partículas).*
- Tamaño de partículas y porcentaje de finos.*
- Temperatura y precipitaciones.
- Condiciones de traslado de materiales.

* Materiales granulados

La Tabla 4 indica la cantidad de cloruro de calcio a utilizar en función de la temperatura y la humedad superficial (en lt. CaCl₂ 32% / ton):

Temperatura °C	Tabla 4 Humedad Superficial		
	3%	6%	9%
1,67 a -9,45	1,13 – 1,70	1,51 – 3,59	3,78 – 5,67
-9,45 a -17,78	1,70 – 2,53	3,59 – 4,91	5,67 – 7,56
-17,78 a -26,10	2,53 – 3,25	4,91 – 6,43	7,56 – 9,45
-26,10 a -34,40	3,25 – 3,78	6,43 – 7,56	9,45 – 11,34

Para cintas transportadoras: Rociar 0,53 lt/m² para remover películas de hielo. Para temperaturas bajo -17,8° C (0° F), rociar 1,14 lt./m² y repetir periódicamente hasta que el hielo desaparezca.

OTROS USOS DEL CLORURO DE CALCIO

Industria papelera; el cloruro de calcio es utilizado en el proceso de remoción de tinta para el reciclaje de papel. Este proceso se basa en la flotación y utilización de detergentes y se usa el cloruro de calcio para otorgar dureza al agua aportando el ión Ca²⁺ de tal forma de dar mayor eficiencia a los procesos de eliminación de impurezas y a la reutilización de fibras.

Aplicaciones

Llantas de Tractores (Lastre); el cloruro de calcio se utiliza para aumentar el peso de las llantas de tractores con fin de mejorar el frenado, la partida y la aceleración. Se debe aplicar en una concentración de 30% y se debe llenar el interior del neumático mediante una válvula hasta no más del 90% de capacidad.

Procesamiento de alimentos; el cloruro de calcio es utilizado para dar firmeza a frutas y vegetales enlatados. El cloruro de calcio aporta calcio a las pectinas, que corresponden a componentes de la pared de las células vegetales. De este modo se refuerzan los tejidos y se evita que colapsen en el tiempo aumentando su duración. Se utiliza en productos enlatados.

Protección contra incendios; el cloruro de calcio es utilizado en las soluciones de extintores para disminuir su punto de congelación y evitar el congelamiento del equipo.

Producción de quesos, el cloruro de calcio es utilizado para corregir problemas de coagulación que se presentan en la leche almacenada por largo tiempo y en la leche pasteurizada. Su uso permite obtener una cuajada más firme y acortar los tiempos de coagulación. La dosis máxima a utilizar es de 2%, es decir, 1 gramo por 5 litros de leche. Una dosis excesiva produce

cuajada dura y quebradiza y sabor amargo.

Agente desecante; el cloruro de calcio anhidro se emplea para cargar desecadores. Deseca rápidamente, aunque no a fondo. Forma combinaciones con alcoholes, amoniaco, aminas, algunos esteres y cetonas. Se emplea para desecar hidrocarburos alifáticos y aromáticos, éteres y derivados halogenados.

Dilución

El cloruro de calcio puede ser diluido en agua, si se requiere su utilización en concentraciones diferentes a la de las soluciones que produce Occidental Chemical Chile Ltda.

Algunas fórmulas útiles para realizar las diluciones se presentan a continuación:

Sol.Conc.	Solución concentrada
Sol.Diluida	Solución diluida
g.esp.Sol.	Gravedad específica solución
Vol.Sol.	Volumen solución

Formula 1

Determinación de litros de agua a agregar a una solución de cloruro de calcio de volumen conocido para diluirla a una solución menos concentrada a 25 °C.

$$\left(\frac{\%Sol.Conc. - \%Sol.Diluida}{\%Sol.Diluida} \right) \times g.espSol.conc.$$

Ejemplo:

Volumen necesario de agua para diluir un 1 litro de cloruro de calcio al 38% a una solución al 20%

$$\left(\frac{38 - 20}{20} \right) \times 1,392 = 1,253 \text{ litros de agua}$$

pura deben agregarse por litro de solución concentrada.

Formula 2

Determinación de volumen resultante de solución diluida al realizar la dilución (a 25 °C).

$$\left(\frac{g.esp.Sol.Conc. \times \%Sol.Conc.}{g.esp.Sol.Diluida \times \%Sol.Diluida} \right)$$

Ejemplo:

Se ha preparado una solución de cloruro de calcio al 20% a partir de la dilución con agua de una solución de cloruro de calcio al 38%. El volumen resultante de solución diluida por litro de solución concentrada es

$$\left(\frac{1,392 \times 38}{1,189 \times 20} \right) = 2,22 \text{ litros.}$$

Formula 3

Determinación de la cantidad de litros necesarios de solución concentrada para lograr un volumen deseado de solución diluida

$$Vol.Sol.Diluida \times \left(\frac{g.esp.Sol.Diluida \times \%Sol.Diluida}{g.esp.Sol.Conc. \times \%Sol.Conc.} \right)$$

Ejemplo:

Para preparar 500 litros de solución de cloruro de calcio al 25% utilizando una solución concentrada de 38%, se necesitan

$$500 \times \left(\frac{1,240 \times 25}{1,392 \times 38} \right) = 293 \text{ litros de}$$

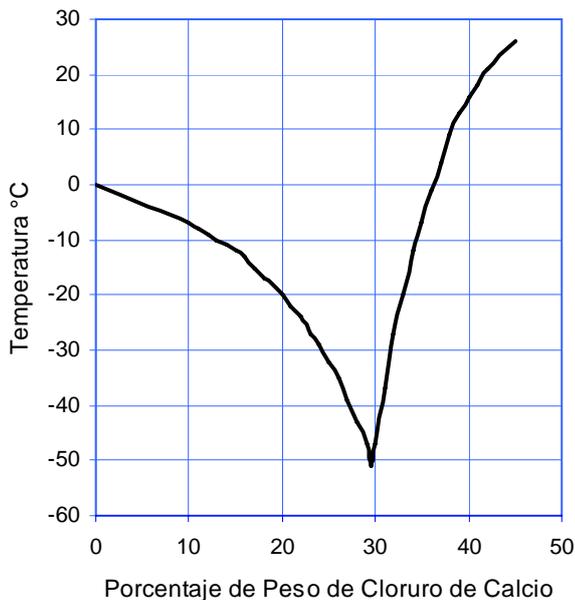
solución concentrada.

Datos Técnicos

SOLUBILIDAD

La solubilidad del cloruro de calcio en solución varía según la concentración y temperatura como lo muestra la Figura 8. La curva indica el punto en el cual la solución se satura respecto a la fase sólida. En los puntos sobre la curva el cloruro de calcio se encuentra en solución, mientras que bajo ella pueden coexistir hielo cloruro de calcio sólido (como hidrato) y solución.

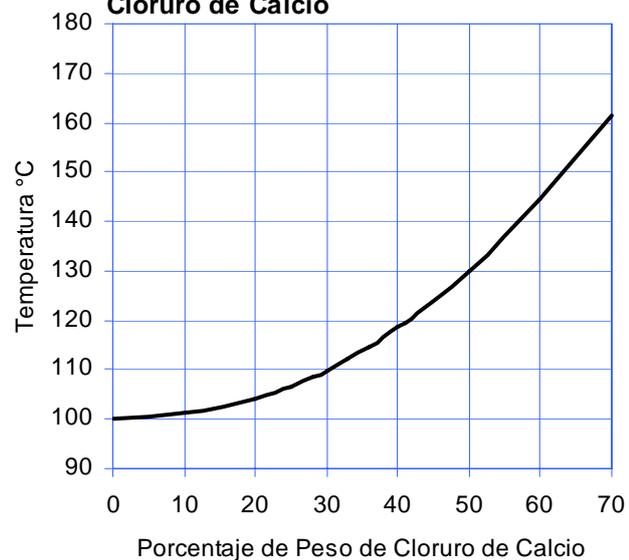
Figura 7
Pto. de Congelamiento de Soluciones de Cloruro de Calcio



PUNTO DE EBULLICION

El punto de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido se hace igual a la presión atmosférica o de manera más simple la temperatura a la cual un líquido cambia su estado a vapor. Este valor en una solución de cloruro de calcio es afectado por la presión atmosférica, la concentración de la solución y las impurezas presentes en la solución. La Figura 9 muestra los puntos de ebullición de soluciones de cloruro de calcio a una atmósfera estándar de 760 mm. de mercurio. No se incluyen soluciones con concentraciones por sobre 70% de CaCl_2 , debido a que al evaporarse la solución comienzan a generarse fases sólidas y la concentración permanece constante.

Figura 8
Punto de Ebullición de Soluciones de Cloruro de Calcio



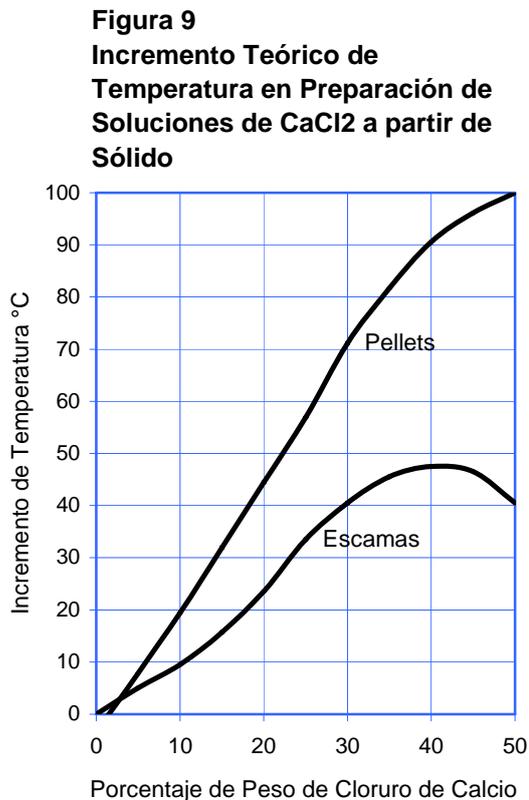
Datos Técnicos

INCREMENTO DE TEMPERATURA AL DISOLVER

Al disolver cloruro de calcio sólido en agua, se libera una considerable cantidad de calor. La Figura 10 muestra el incremento de temperatura cuando se disuelve cloruro de calcio sólido en agua para formar soluciones hasta de un 50%. Las escamas tienen un contenido de cloruro de calcio de 77 a 80% y los pellets, de 94%. No debe usarse agua caliente para realizar diluciones. Para ilustrar la importancia de este hecho, si se utiliza agua a 40 °C para preparar una solución de cloruro de calcio de 30% utilizando pellets, la temperatura de la solución se incrementará en 72 °C (se elevará a 112 °C), lo que generará una evaporación considerable.

ABSORCION DE HUMEDAD DE LA ATMOSFERA

El cloruro de calcio es un compuesto higroscópico y deliquescente. En estado sólido, el cloruro de calcio absorbe humedad del ambiente en que se encuentra hasta disolverse y luego la solución resultante sigue absorbiendo humedad hasta lograr un equilibrio entre la presión de vapor de la solución y la del aire. Si la humedad del aire aumenta, la solución absorberá más y si disminuye, la solución cederá humedad al ambiente (se evapora agua desde la solución). Las variables de las que depende la capacidad de absorción del cloruro de calcio son:



- Área superficial del cloruro de calcio expuesto al aire.
- Tasa con que el aire circula sobre el cloruro de calcio.
- La relación entre las presiones de vapor del agua del aire y la de la solución.

La Tabla 5, muestra la cantidad de agua absorbida por libra de cloruro de calcio (pellets 94 a 97%), en función de la humedad relativa. Se considera una atmósfera con una humedad relativa de 40% y 25 °C. Las Figuras 11 y 12 muestran la misma información gráficamente. Hay que notar que a medida que el cloruro de calcio absorbe humedad, la solución se hace mas diluida.

Datos Técnicos

Tabla 5
Humedad Atmosférica en Equilibrio con Soluciones de Cloruro de Calcio

Humedad Relativa	kg Agua Absorbida por kg de CaCl ₂ 94-97%	Concentración Final
%		%CaCl ₂
95	17,3	5,2
90	8,2	10,4
85	5,4	14,8
80	4,0	19,1
75	3,2	22,6
70	2,7	25,6
65	2,4	28,3
60	2,1	31,1
55	1,8	33,8
50	1,6	36,0
45	1,5	37,8
40	1,4	39,5
35	1,3	41,7
30	1,2	43,9

Figura 11
Humedad Relativa del Aire en Equilibrio con Solución de Cloruro de Calcio (25°C)

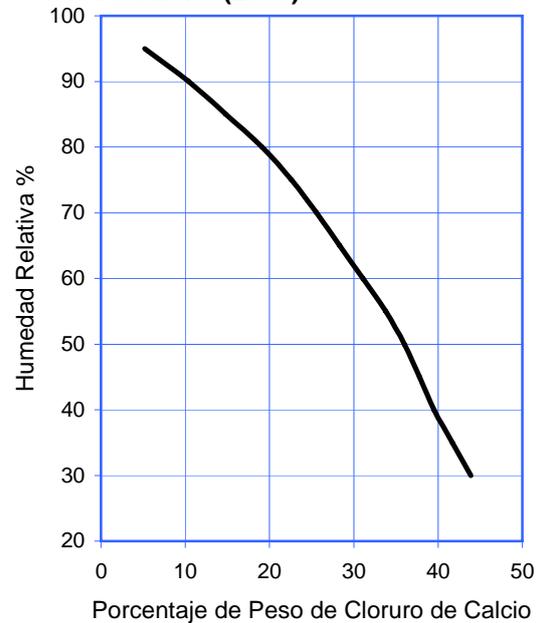
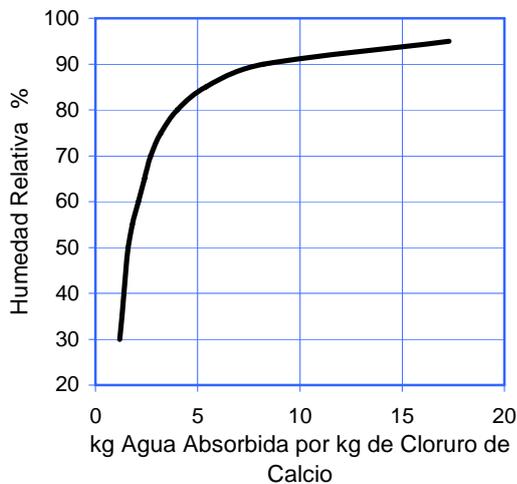


Figura 10
Humedad Atmosférica en Equilibrio con Cloruro de Calcio (25°C)



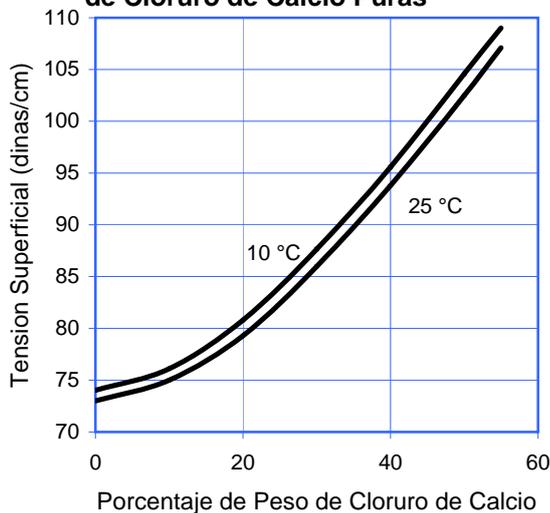
TENSION SUPERFICIAL

La tensión superficial es una fuerza que se genera en la superficie de los fluidos que tiende a disminuir el área superficial de estos. Es causada por las diferencias en la atracción de las moléculas en un sistema en estado líquido. Una molécula ubicada en el seno del líquido es atraída por fuerzas intermoleculares ejercidas por cada molécula que la rodea, es decir en todas direcciones, estableciéndose un equilibrio (las fuerzas se neutralizan). Una molécula de la superficie en cambio, no se encuentra totalmente rodeada por moléculas, por lo que solo siente fuerzas de atracción desde el interior del líquido. El resultado es una fuerza que apunta desde la superficie del líquido hacia su

Datos Técnicos

interior conocida como tensión superficial. Esta fuerza tiene un efecto importante en las capacidades de mojar y penetrar de un líquido, asociándose un bajo valor de la tensión superficial a una mayor magnitud de estas capacidades. La Figura 13 muestra la tensión superficial de soluciones de cloruro de calcio en función de la concentración.

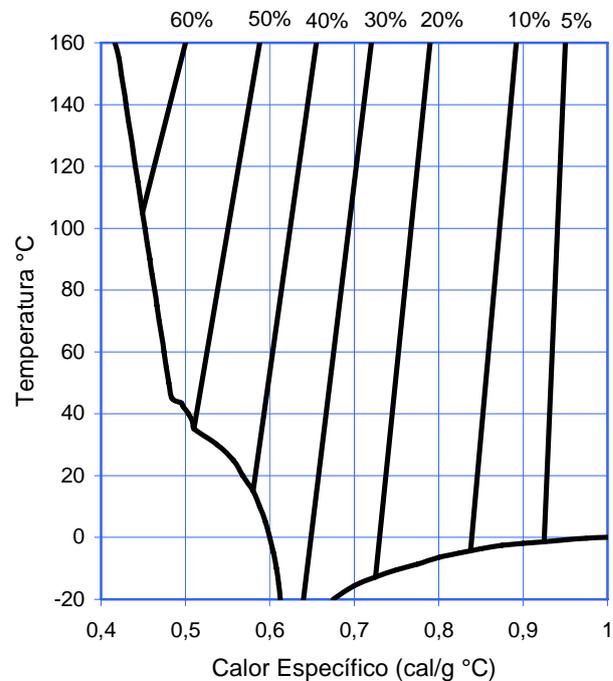
Figura 12
Tension Superficial de Soluciones de Cloruro de Calcio Puras



CALOR ESPECIFICO

El calor específico es la medida de calor que se necesita para incrementar en una unidad de temperatura a una unidad de masa de una sustancia a presión o volumen constante. Para el agua a temperaturas comunes es aproximadamente 1 cal/g °C. La Figura 14 muestra los valores de calor específico para varias soluciones de cloruro de calcio a diferentes temperaturas.

Figura 13
Calor Específico de Soluciones Acuósas de CaCl₂

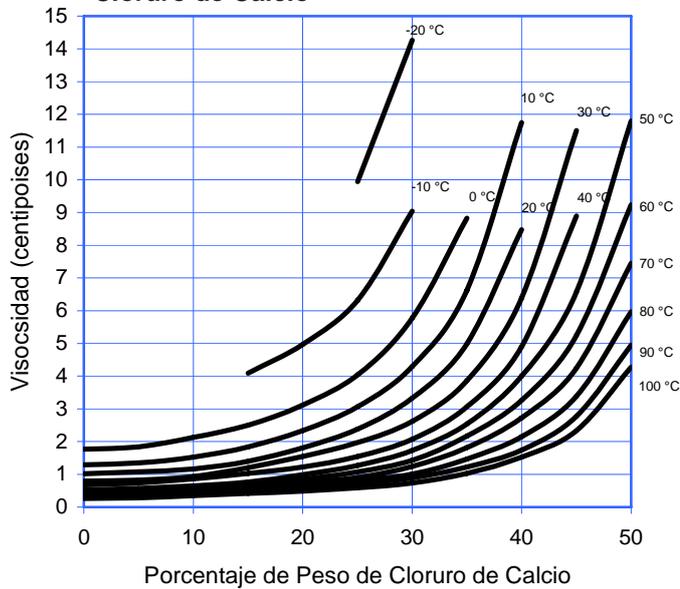


VISCOCIDAD

La viscosidad es una medida de la fricción interna de un líquido. Mientras mayor es la viscosidad, menor es la tendencia a fluir. Para soluciones de cloruro de calcio, la viscosidad varía inversamente a la temperatura para una concentración constante. Para una temperatura constante, aumenta ante un aumento de la concentración.

Datos Técnicos

Figura 14
Viscosidad Absoluta de Soluciones de Cloruro de Calcio



DENSIDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA

Figura 15
Densidad de Soluciones de Cloruro de Calcio (15 °C)

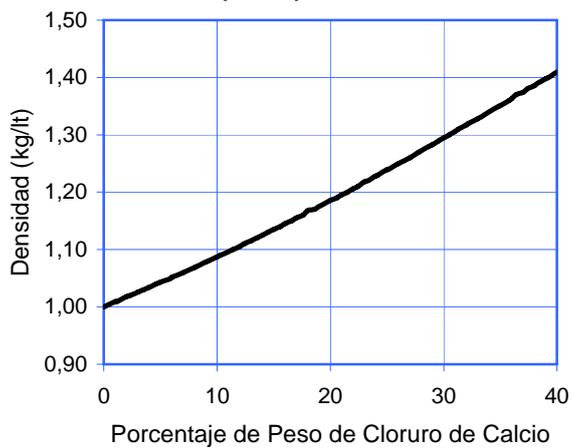


Tabla 6
Propiedades de Soluciones de Cloruro de Calcio

CaCl ₂ %	Densidad a 15°C kg/lt	Gravedad Específica
0	1,000	1,003
2	1,018	1,021
4	1,034	1,037
6	1,052	1,055
8	1,069	1,072
10	1,087	1,090
12	1,105	1,108
14	1,125	1,128
16	1,145	1,148
18	1,168	1,172
20	1,186	1,190
22	1,206	1,210
24	1,228	1,232
26	1,250	1,254
28	1,272	1,276
30	1,295	1,299
32	1,317	1,321
34	1,340	1,344
36	1,363	1,367
38	1,386	1,390
40	1,410	1,414

Seguridad e Información de Emergencia

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Nombre químico: dicloruro Cálcico.
 Sinónimos/denominaciones corrientes:
 Cloruro Cálcico, dicloruro de Calcio,
 Cloruro de Calcio.
 Fórmula química: CaCl_2 .
 Nombre correcto del embarque según el
 D.O.T.(Depto. de Tóxicos): No está
 regulado.

Clasificación de Peligro HMIS

RIESGO SOBRE LA SALUD 1
RIESGO DE COMBUSTION 0
REACTIVIDAD 0

Categorías de Riesgo SARA

Inmediato (Agudo) sobre la salud: NO
 Posterior (crónico) sobre la salud: NO
 Riesgo de Combustión: NO
 Peligro Reactivo: NO
 Liberación Repentina de Presión: NO

INFORMACION SOBRE RIEGOS DE SALUD

Vías de Exposición

Inhalación: La inhalación de los vahos del producto puede causar irritación al aparato respiratorio.

Contacto con la Piel: La exposición a los vapores o al líquido mismo pueden causar irritación de la piel.

Contacto con los Ojos: El líquido y sus vapores pueden causar irritación ocular.

Ingestión: La ingestión puede provocar náuseas, vómitos y malestar abdominal.

Procedimientos de Emergencia y Primeros Auxilios

Ojos: Lave INMEDIATAMENTE los ojos con chorros dirigidos de agua corriente durante al menos 15 minutos, separando los párpados para asegurar una irrigación completa de todo el ojo y del tejido del párpado. BUSQUE ATENCION MEDICA INMEDIATAMENTE.

Piel: Lave la piel afectada con jabón y mucha agua corriente. Lave la ropa afectada antes de volverla a usar. SI SE PRESENTA IRRITACION, CONSIGA ATENCION MEDICA.

Inhalación: Si se presentan síntomas por aspiración, saque al afectado fuera del área, hacia el aire fresco.

Ingestión: JAMAS INTENTE ADMINISTRAR COSA ALGUNA POR LA BOCA A UNA PERSONA QUE ESTA INCONSIENTE. Haga que beba varios vasos de agua y luego induzca vómito haciéndole introducirse un dedo en la parte profunda de la garganta, teniendo cuidado de mantener despejadas las vías respiratorias. BUSQUE ATENCION MEDICA INMEDIATAMENTE.

COMPONENES IMPORTANTES

Numero CAS: 7732185 / Nombre: Agua.

Limites de Exposición

PEL : No se ha establecido.
 TLV: No se ha establecido.

Seguridad e Información de Emergencia

Numero CAS: 10043524 / Nombre :
Cloruro Cálculo.

Limites de Exposición

PEL : No se ha establecido.
TLV: No se ha establecido.

Todos los componentes de este producto bajo requisito de figurar en el inventario TSCA figuran en el inventario. Este producto no figura como carcinógeno en IARC, NTP ni OSHA.

INFORMACION SOBRE COMBUSTION Y EXPLOSIÓN

Punto de Inflamación: No es aplicable.
Temperatura de Auto ignición: No es aplicable.

**Límites de inflamabilidad en el aire,
% por Volumen:**

Límite superior: No es aplicable.
Límite inferior: No es aplicable.

Medios Para Extensión de Incendio

En caso de incendio, aplique un agente apropiado para el fuego circundante.

Procedimientos Especiales en Caso de Incendio

Utilice un equipo protector adecuado y un respirador aprobado.
Riesgo Poco Usual de Combustión y Explosión

PROTECCION ESPECIAL

Requisitos de Ventilación

Usualmente no se requiere de ventilación al trabajar con soluciones de cloruro de calcio. Evítese generar polvillo y vapores. Si estos se producen, habilitar sistemas locales de extracción de aire o póngase un respirador aprobado según NIOSH / MSHA en caso de posible exposición a partículas en el aire.

Equipos Específicos de Protección Personal

Protección Respiratoria: Utilice respiradores para emanaciones químicas donde ello sea aplicable. Utilice respiradores aprobados según NIOSH / MSHA.

Protección Ocular: Utilícense anteojos de seguridad y máscara protectora cuando sea apropiado.

Guantes: Utilice guantes impermeables de goma, neopreno o vinilo.

Otras Prendas y equipos Protectores: Deben existir estaciones de lavado de ojos y duchas de emergencia en las proximidades inmediatas.

INFORMACION SOBRE REACTIVIDAD

Condiciones que Contribuyen a su Inestabilidad:

Bajo condiciones normales de uso, el material es estable.

Seguridad e Información de Emergencia

Incompatibilidades: No existe ninguna conocida.

Productos de Descomposición Peligrosa: Ninguno.

Condiciones que Contribuyen a una Polimerización Peligrosa: No hay conocimiento de que este material se polimerice.

PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES

Pasos a Seguir en Caso de Fuga o Derrame

Póngase implementos de Protección. Contenga la fuga formando diques para evitar que el material fluya hacia desagües o cursos de agua. Bombee hacia recipientes marcados para su posterior recuperación o descarte. Absorva derrames con un material absorbente. Si es posible, limpie el área del derrame y luego manguere con mucho agua.

Método de Eliminación de Desecho

Envíe el desecho a un servicio de eliminación de productos químicos aprobado de acuerdo con las normativas gubernamentales, regionales y/o municipales según el caso. NO MANGUEREE GRANDES CANTIDADES DEL PRODUCTO HACIA DESAGÜES.

INFORMACION ADICIONAL

El cloruro de Calcio no está clasificado como un material peligroso, según las disposiciones del Acta de Transporte de Materiales Peligrosos. No se precisa de etiquetas por el depto. de Tóxicos (D.O.T.), de rotulaciones ni de marcas.

La norma chilena NCh. N°2245 Of. 1993 establece que la información contenida en la MSDS (hoja de datos de seguridad) es de uso público y el receptor tiene la responsabilidad de mantener informados a los trabajadores acerca de los riesgos inherentes a sus puestos de trabajo, con respecto a la sustancia en cuestión.

Se recomienda poner a disposición de los empleados la información contenida en este capítulo.

MODELO DE INFORMACION SOBRE ETIQUETAS DE ADVERTENCIA

Leyenda de Aviso: PRECAUCION

Leyendas de Riesgo:
 PUEDE CAUSAR IRRITACION EN OJOS, PIEL Y APARATOS RESPIRATORIO Y DIGESTIVO

Leyendas de precaución:

- MANTENGA LOS ENVASES CERRADOS CUANDO NO LOS ESTE OCUPANDO
- EVITE EXPONERSE A LOS VAPORES Y PULVERIZADOS DE ESTE PRODUCTO
- NO PERMITA SU CONTACTO CON OJOS, PIEL NI ROPA

Seguridad e Información de Emergencia

- USE ANTEOJOS DE SEGURIDAD, GUANTES Y CALZADO DE GOMA
- LAVESE ABUNDANTEMENTE DESPUES DE MANIPULAR
- ALMACENESE EN UN AREA LIMPIA Y SECA

Métodos de Análisis

Tabla 7
Equivalencia Para la Determinación
de Concentración de CaCl₂

DETERMINACIÓN DE CONCENTRACION DE CLORURO DE CALCIO

Método: Densimetría

Materiales:

- Densímetro rango 1,3.
- Densímetro rango 1,4.
- Termómetro en grados Celsius rango de -10 a 260.
- Probeta de 250 ml.

Procedimiento:

- Llenar la probeta con la muestra de cloruro de calcio.
- Agitar la muestra con el termómetro para homogeneizarla.
- Leer simultáneamente la densidad y la temperatura a 15°C.
- Con estos datos, leer directamente la concentración en % de CaCl₂ en la tabla de concentración de Cloruro de Calcio. (Tabla 7). Esta tabla está confeccionada para leer densidades a temperatura ambiente (15,6 °C o 60°F). Si la temperatura de la solución es mayor o menor que la temperatura ambiente es necesario sumarle o restarle, respectivamente, a la densidad leída un factor que aparece en la Tabla 8.

<u>Densidad</u> <u>(kg/lit) 15°C</u>	<u>Conc.</u> <u>CaCl₂ %</u>	<u>Densidad</u> <u>(kg/lit) 15°C</u>	<u>Conc.</u> <u>CaCl₂ %</u>
1,000	0,0	1,206	22,0
1,009	1,0	1,210	22,4
1,010	1,2	1,218	23,0
1,018	2,0	1,220	23,3
1,020	2,3	1,228	24,0
1,026	3,0	1,230	24,2
1,030	3,5	1,239	25,0
1,034	4,0	1,240	25,1
1,040	4,6	1,250	26,0
1,043	5,0	1,260	27,0
1,050	5,9	1,270	27,8
1,052	6,0	1,272	28,0
1,060	7,0	1,280	28,7
1,069	8,0	1,283	29,0
1,070	8,1	1,290	29,6
1,078	9,0	1,295	30,0
1,080	9,2	1,300	30,5
1,087	10,0	1,306	31,0
1,090	10,3	1,310	31,3
1,096	11,0	1,317	32,0
1,100	11,4	1,320	32,2
1,105	12,0	1,328	33,0
1,110	12,4	1,330	33,2
1,115	13,0	1,340	34,0
1,120	13,5	1,350	34,9
1,125	14,0	1,351	35,0
1,130	14,5	1,360	35,8
1,135	15,0	1,363	36,0
1,140	15,6	1,370	36,4
1,145	16,0	1,374	37,0
1,150	16,6	1,380	37,4
1,155	17,0	1,386	38,0
1,160	17,6	1,390	38,3
1,168	18,0	1,398	39,0
1,170	18,6	1,400	39,2
1,175	19,0	1,410	40,0
1,180	19,5	-	-
1,186	20,0	-	-
1,190	20,6	-	-
1,195	21,0	-	-
1,200	21,5	-	-

Métodos de Análisis

Tabla 8
Corrección Densidad v/s Temperatura

Densidad CaCl ₂ (kg/lit)	TEMPERATURA °C										
	-17.8	-12.2	-6.7	-1.1	+4.4	+10	+15.6	+21.1	+26.7	+32.2	+37.8
1.000					0.002	0.001		0.001	0.002	0.004	0.005
1.010					0.002	0.001		0.001	0.002	0.004	0.005
1.020					0.002	0.001		0.001	0.002	0.004	0.006
1.030				0.003	0.002	0.001		0.001	0.002	0.004	0.006
1.040				0.003	0.002	0.001		0.001	0.002	0.004	0.006
1.050				0.004	0.003	0.001		0.001	0.003	0.004	0.006
1.060				0.004	0.003	0.001		0.001	0.003	0.005	0.007
1.070				0.004	0.003	0.002		0.001	0.003	0.005	0.007
1.080				0.004	0.003	0.002		0.001	0.003	0.005	0.007
1.090				0.005	0.003	0.002		0.001	0.003	0.005	0.007
1.100				0.005	0.003	0.002		0.001	0.003	0.005	0.007
1.110			0.006	0.005	0.004	0.002		0.002	0.003	0.005	0.008
1.120			0.006	0.005	0.004	0.002		0.002	0.003	0.006	0.008
1.130			0.006	0.005	0.004	0.002		0.002	0.004	0.006	0.008
1.140			0.007	0.006	0.004	0.002		0.002	0.004	0.006	0.008
1.150			0.007	0.006	0.004	0.002		0.002	0.004	0.006	0.008
1.160		0.009	0.007	0.006	0.004	0.002	Sin corrección	0.002	0.004	0.006	0.009
1.170		0.009	0.008	0.006	0.004	0.002		0.002	0.004	0.006	0.009
1.180		0.010	0.008	0.006	0.004	0.002		0.002	0.004	0.007	0.009
1.190		0.010	0.008	0.007	0.005	0.003		0.002	0.004	0.007	0.009
1.200	0.011	0.010	0.009	0.007	0.005	0.003		0.002	0.004	0.007	0.009
1.210	0.012	0.011	0.009	0.007	0.005	0.003		0.002	0.005	0.007	0.010
1.220	0.012	0.011	0.009	0.007	0.005	0.003		0.002	0.005	0.007	0.010
1.230	0.013	0.011	0.009	0.007	0.005	0.003		0.002	0.005	0.007	0.010
1.240	0.013	0.011	0.009	0.007	0.005	0.003		0.003	0.005	0.008	0.010
1.250	0.013	0.012	0.010	0.008	0.005	0.003		0.003	0.005	0.008	0.010
1.260	0.014	0.012	0.010	0.008	0.005	0.003	0.003	0.005	0.008	0.011	
1.270	0.014	0.012	0.010	0.008	0.005	0.003	0.003	0.005	0.008	0.011	
1.280	0.015	0.013	0.010	0.008	0.006	0.003	0.003	0.005	0.008	0.011	
1.290	0.015	0.013	0.011	0.008	0.006	0.003	0.003	0.006	0.008	0.011	
1.300	0.015	0.013	0.011	0.008	0.006	0.003	0.003	0.006	0.009	0.011	
1.310	0.016	0.014	0.011	0.009	0.006	0.003	0.003	0.006	0.009	0.012	
1.330	0.017	0.014	0.012	0.009	0.006	0.003	0.003	0.006	0.009	0.012	
1.340	0.017	0.015	0.012	0.009	0.006	0.003	0.003	0.006	0.009	0.012	
1.350	0.018	0.015	0.012	0.009	0.006	0.003	0.003	0.006	0.009	0.012	
1.360			0.013	0.009	0.006	0.004	0.003	0.006	0.010	0.013	
1.370				0.010	0.007	0.004	0.003	0.006	0.010	0.013	
1.380					0.007	0.004	0.003	0.007	0.010	0.013	
1.390						0.004	0.004	0.007	0.010	0.013	
1.400						0.004	0.004	0.007	0.010	0.013	

Métodos de Análisis

DETERMINACION DE pH EN CLORURO DE CALCIO

Método: Instrumental

Instrumento: ϕ 50 pH Meter Beckman

Calibración:

- Lavar el electrodo del instrumento.
- Calibrar con “solución buffer” pH 4 para estandarizar lectura de instrumento.

Procedimiento:

Colocar solución en contacto con electrodo.

Pulsar tecla pH.

Leer en pantalla pH.

Lave el electrodo y manténgalo sumergido en solución buffer pH4.

Pulsar **SIGNAL AVERAGE**: aparece en pantalla **SIG AVG**.

Pulsar **RANGE**: aparece en pantalla **AUTO RNG**.

- Pulsar **CAL**.
Los íconos CAL y SO se visualizarán con el cero parpadeando y 0,1 NTU. Si el valor es incorrecto, corregirlo pulsando la tecla → hasta que aparezca centelleando el número correspondiente al valor correcto. Emplear la tecla ↑ para desplazarse hasta ese número.

- Pulsar **READ**.
El instrumento medirá la turbidez y guardará el valor. La pantalla pasará automáticamente al siguiente patrón. Extraer la celda patrón de su compartimiento.

DETERMINACION DE TURBIDEZ EN EL CLORURO DE CALCIO

Método: Instrumental

Rango: 0 – 800 NTU

Instrumento: Turbidímetro HACH 2100P

Calibración:

- Chequear estado de Baterías o de la alimentación eléctrica.
Introducir la celda patrón primario **stablcal** <0,1 NTU en su compartimiento, alineando la marca de orientación sobre la celda con la marca delantera del compartimiento de la celda. Cerrar la tapa. Pulsar **Power**.

Repetir este procedimiento desde el primer punto para los patrones de calibración primarios de 20 – 100 – 800 NTU.

- Pulsar **CAL** para aceptar la calibración.

El instrumento regresará automáticamente al modo de medición.

Uso de patrones primarios:

Esta instrucción no es para el patrón <0,1 NTU.

Invertir delicadamente los patrones estándares entre 5 y 7 veces.

Nota: Los patrones secundarios se usan para verificar la calibración del equipo.

Métodos de Análisis

Si el valor está fuera de rango, es necesario calibrar el equipo con los patrones primarios.

Procedimiento:

- Pulsar **POWER** para encender el equipo.
- Verificar estado de la celda de análisis.
- Llene la celda con la solución de calcio hasta sobre la marca \diamond .
- Limpiar la celda con toalla nova, para eliminar las manchas y las huellas de los dedos.
- Introducir la celda en su compartimiento alineando la marca \diamond de la celda con la marca delantera del compartimiento.
- Cerrar la tapa del compartimiento.
- Pulsar **READ**.
- Leer el valor de la turbidez en la pantalla en NTU.
- Retirar y lavar la celda.
- Pulsar **POWER** para apagar el equipo.

DETERMINACIÓN DE CALCIO, MAGNESIO, HIERRO, ESTRONCIO, BARIO, ALUMINIO, COBRE, PLOMO, NIQUEL, MANGANESO, CROMO, ARSÉNICO, CINC, SULFATO, SILICE, BISMUTO, VANADIO, YODO, CADMIO, ESTAÑO

Método: ICP.

Instrumento: ICP, ARL FISONS 3560

1.- Sulfato

Procedimiento:

- Pesar 5 ml de muestra y enrasar a 50 ml. en un matraz aforado.
- Leer en el ICP.
- Ingresar datos:

Enter Solution Volume : 50

Enter Sample Weight : g muestra

Cálculos:

$$\%SO_4 = g.p.l. \times 0,0676.$$

$$\% \text{ resto elementos} = \frac{\text{ppm}}{10.000}$$

2.- Calcio

Procedimiento:

- Medir 0,1 ml del matraz de 50 ml y diluir a 500 ml.
- Leer en el ICP.
- Ingresar datos:

Enter Solution Volume : 1

Enter Sample Weight : 1

Métodos de Análisis

Cálculos:

$$\% \text{ Ca} = \frac{\text{ppm} \times 250.000}{\text{g. muestra} \times 10.000}$$

$$\% \text{ Ca} \times 2,7715 = \% \text{ CaCl}_2$$

DETERMINACIÓN DE COLOR APARENTE

Método: APHA Platino - Cobalto Standard

Rango: 0-500 unidades

Instrumento: HACH DR/3000

Instrucción:

El color puede expresarse como aparente o verdadero. Color aparente incluye sólidos disueltos y en suspensión. Color verdadero se determina filtrando la muestra con un filtro de membrana.

Las muestras se pueden tomar en frascos de vidrio o plástico.

Procedimiento:

- Para empezar el programa haga lo siguiente: Oprímase la secuencia 1-6-STORED PROGRAM. Aparecerá en la pantalla la longitud de onda 455.
- Gire el selector de la longitud de onda a 455. Oprímase: CLEAR. En la pantalla aparecerá "0".
- Mida 50 ml. de agua desmineralizada y vacíela en la cubeta de 25 ml. (BLANCO).

- Mida 50 ml. de muestra y vacíela en otra cubeta de 25 ml. (MUESTRA).
- Coloque en el portacelda la cubeta con el BLANCO y Oprima: ZERO - CONC. Aparecerá en la pantalla "0,0".
- Coloque en el portacelda la cubeta con la MUESTRA y lea en la pantalla las unidades de color APARENTE.

DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE COLOR

Procedimiento:

- Medir 100 ml de solución en un matraz erlenmeyer.
- Calentar a ebullición por 5 minutos.
- Transcurrido este tiempo, la solución debe permanecer incolora.

SOLIDOS EN SUSPENSION

Procedimiento:

- Preparar equipo de filtración con filtro de membrana.
- Medir 25 ml. de solución y mezclar con 50 ml. de agua destilada, calentar levemente.
- Filtrar y lavar con agua destilada caliente.
- Sacar el filtro y secar en la estufa a 50°C durante 5 minutos.
- Pesar en balanza de precisión y determinar el peso del residuo restando el peso del filtro.

Métodos de Análisis

Cálculos:

Peso del filtro: 0,0820 g.

% Sólidos en suspensión = Peso del
residuo x 2,9.

Equipos

TRANSPORTE

El cloruro de calcio no es considerado una sustancia peligrosa por las N.U. Es transportado en camiones cisterna de capacidad variable. Se recomienda utilizar estanques de acero inoxidable y lavarlos después de ser utilizados. El transporte del producto en camiones debe cumplir con las normas habituales en este ámbito establecidas por ley.

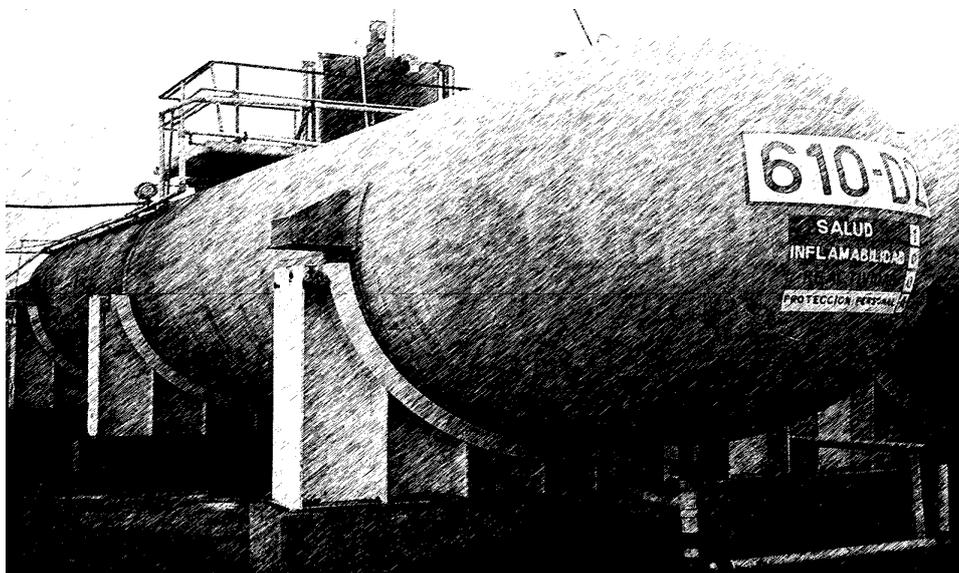


ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO

El material de construcción puede ser acero suave (alto contenido de carbono), fibra de vidrio o poliolefinas. Para un uso intermitente del estanque, se debe usar acero. Se recomienda recubrir el estanque con alguna sustancia protectora, ya que sin esta se esperan daños de la estructura por corrosión. Además la corrosión introduce contaminantes al producto.

CAÑERIAS

Se recomienda el uso de cañerías de acero o plástico para un rango de condiciones de operación amplio. Si la temperatura de la solución no supera los 70°C se puede también utilizar PVC. El diámetro quedará determinado por el flujo de producto en cada caso y las especificaciones de las bombas. Se recomienda que las conexiones a estanques transportables sean flexibles.



Equipos

BOMBAS

En general se puede solicitar al proveedor de bombas las características de potencia requerida. Para el transporte de cloruro de calcio refinado se recomienda el uso de bombas centrífugas de una capacidad no menor a 250 gpm. para un servicio óptimo. Para una mayor duración se recomienda que la bomba sea de acero y tenga una velocidad del motor de 1750 rpm. o

menos. En caso de ser cloruro de calcio turbio, se recomienda que se utilicen bombas de diafragma.

VALVULAS

El uso de válvulas de hierro o acero es apropiado para el transporte de cloruro de calcio. Un mayor tiempo de servicio se logra en condiciones sin aire. La utilización de válvulas de PVC también es factible

Si desea información adicional sobre salud, seguridad o medio ambiente, llame al teléfono +56 (2) 718 5000, o bien escriba a la siguiente dirección:

Occidental Chemical Chile Limitada
Nueva de Lyon 072, piso10
Providencia, Santiago
Chile

TELEFONOS DE EMERGENCIA DE 24 HRS.

+56 800 411 212

+56 (41) 256 5503

+56 (41) 254 4976

IMPORTANTE: La información aquí presentada, a pesar de no estar garantizada, fue preparada por personal técnico competente y es, según nuestro entender verdadera y exacta. NINGUNA JUSTIFICACION, GARANTIA, EXPLICITA O IMPLICITA, SE HACE EN CUANTO A RENDIMIENTO, EXACTITUD, ESTABILIDAD U OTRO. Esta información tiene por objeto ser exhaustiva en cuanto a la forma y condiciones de uso, manejo y almacenaje. El manejo y uso seguros siguen siendo responsabilidad del cliente. Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido de responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguros. Lo aquí expuesto no será interpretado como una recomendación para infringir o violar la ley.

En el caso que requiera asesoría específica para su proyecto, dirigir sus consultas a la Gerencia Comercial de Occidental Chemical Limitada, Nueva de Lyon 072, 10° Piso Providencia, Santiago. Fax +56 (2) 718 5005 y teléfono +56 (2) 718 5000.

Versión actualizada en septiembre 2009.