



Secado del Concreto

TDS 183

A medida que la presencia de la construcción rápida sigue aumentando, la necesidad de instalar un piso terminado en una losa de concreto "húmeda" es típicamente demasiado pronto para el revestimiento del suelo. El vinilo (baldosa o lámina), los recubrimientos epóxicos, la pintura, los pisos de caucho, la alfombra con respaldo de vinilo y el suelo sobre una membrana impermeabilizante se verán afectados negativamente por un alto contenido de humedad, una alta tasa de emisión de vapor de humedad y/o una alta humedad relativa (RH) dentro del concreto. El concreto programado para recibir el suelo debe estar lo suficientemente seco como para permitir que un adhesivo se adhiera correctamente y evitar daños en el piso. Para materiales a base de epóxicos, el concreto debe ser lo suficientemente seco como para desarrollar un vínculo y permitir que el epoxico se cure adecuadamente. Las baldosas y la piedra de cerámica, instaladas sin membrana, son mucho menos sensibles a la humedad y a los altos niveles de humedad.

Es muy importante tener en cuenta que la única manera de controlar adecuadamente la humedad en, y moverse a través de una losa de concreto es tener una barrera de vapor correctamente especificada, colocada y correctamente instalada debajo de la losa. Si una barrera de vapor no está presente, entonces será imposible garantizar que el contenido de humedad, humedad relativa y la tasa de emisión de vapor de humedad del concreto alguna vez alcanzará o mantendrá los niveles necesarios durante la vida de la losa. En la práctica, la humedad relativa en el suelo casi siempre estará cerca del 100%, por lo que a menos que el ambiente de RH interior en el edificio sea 100% el impulso de la humedad siempre estará en la estructura.

Los problemas de humedad del suelo se pueden evitar con una planificación adecuada, un buen diseño, la implementación de medidas de control de la humedad (por ejemplo, drenaje de la base, retardador de vapor), extensas pruebas de humedad y la especificación y aplicación de materiales de instalación adecuados. Sin embargo, siempre existe el potencial de condiciones y circunstancias que están fuera del control de los diseñadores, propietarios de edificios y contratistas que pueden tener un efecto directo en el nivel de humedad en una losa.

HUMEDAD EN EL CONCRETO

A los efectos de esta ficha técnica, el término "humedad del concreto" significa el agua total utilizada en el concreto, más agua de curado, menos el agua utilizada para hidratar el cemento.

Una yarda cubica típica de concreto con una relación agua/cemento de 0,5 contiene 275 libras (125 kg) de agua. Aproximadamente la mitad de esa agua se utilizará para hidratar el cemento, mientras que la otra mitad, que comprende aproximadamente el 3,2% del peso del concreto se considera "agua libre" o "agua de conveniencia". Esta agua debe evaporarse para reducir la humedad relativa en el concreto a un nivel aceptable para el revestimiento del suelo. Si el concreto está curado húmedo, el agua adicional puede elevar el "agua libre" al 7% del peso del concreto. Sobre la base de la cifra del 3,2%, sería necesario que varias libras de agua se evaporaran de cada pie cuadrado (kg/m²) para que la losa se considerara adecuadamente seca para muchos acabados de suelo.

Factores que afectan el tiempo necesario para que el concreto se seque a los niveles de humedad requeridos incluyen;

- Tipo de cemento
- Tipo y cantidad de agregado
- Relación agua/cemento
- Presencia de una barrera de vapor
- Condiciones de curado y secado
- Espesor de la losa de concreto
- Condición de humedad especificada establecida por el fabricante de materiales de piso

Típicamente, la relación agua/cemento es el criterio determinante más importante para el secado del concreto. Para un concreto con una relación agua/cemento de 0,50 a 0,70, el tiempo de secado hasta alcanzar el 90% de humedad relativa es de 3 a 9 meses, en condiciones de secado adecuadas. El concreto que utiliza una relación agua/cemento de 0.38 – 0.5

normalmente toma de 2 a 3 meses para llegar al 90% de humedad relativa en condiciones de secado adecuadas. Tenga esto en cuenta: se necesitaron 3 meses para el concreto, con una relación agua / cemento de 0.38 – 0.5 para llegar a 90% RH! Muchos materiales y adhesivos para pisos sensibles a la humedad pueden requerir tan solo 75% de humedad relativa como se ha probado según ASTM F2170 "Método de prueba estándar para determinar la humedad relativa en losas de suelo de concreto utilizando sondas in situ" antes de la instalación. Para obtener más información sobre la transmisión de vapor de humedad y los métodos de prueba, consulte [TDS 166](#) " LATICRETE y el rango de emisión de vapor de humedad, humedad relativa y pruebas de humedad del concreto ".

A lo largo de los años, la industria del suelo ha llegado con una "regla general" que establece que el tiempo necesario para que los pisos de concreto alcancen un contenido aceptable es: 1 mes de secado por cada pulgada de concreto o 1 mm por día.

MOVIMIENTO DE LA HUMEDAD A TRAVÉS DEL CONCRETO

La humedad puede moverse a través de losas de concreto como vapor de agua o como agua líquida. El concreto que no está saturado con agua líquida transmitirá la humedad como vapor (gas) por difusión a través de los capilares de la pasta de cemento. Este vapor de humedad es conducido a la superficie por la diferencia en HR en la parte inferior y en la parte superior de la losa. Así es como la humedad se puede acumular bajo un revestimiento del suelo a pesar de que el concreto no parece estar saturado de agua. Esta es también la razón por la que el concreto, vertido en un edificio que no está completamente cerrado y en el que el sistema de climatización no está encendido, no comenzará a secarse hasta el momento en que el edificio está cerrado y el HVAC se enciende. La humedad relativa en el concreto y en el aire trabajan hacia un estado de equilibrio, por lo que, en cualquier momento el concreto realmente estará tirando de la humedad del aire si la humedad del aire es mayor que el concreto. Lo mismo también a la inversa. Una vez que el edificio está cerrado y el sistema de climatización está encendido, la HR dentro del aire en el edificio se puede controlar y el concreto realmente puede comenzar a secarse. Es en este punto que comienza el reloj (en realidad, el calendario). Con demasiada frecuencia, alguien en el equipo de toma de decisiones siente que el secado del concreto comienza tan pronto como se vierte, y la instalación de pisos continuará sobre la base de esta falsa creencia.

Para el concreto, que está saturado de agua, la fuerza motriz para el movimiento de la humedad es la acción capilar, y, cuando el concreto está expuesto al aire, la fuerza motriz es la evaporación de la superficie.

El proceso de secado comienza (en condiciones ideales) cuando el agua ya no está disponible en la superficie expuesta, por lo que el concreto curado mediante el sellado en el agua de mezcla original con tejidos húmedos o láminas de plástico, el secado comenzará cuando se retiren estas cubiertas. Las membranas aplicadas por pulverización (compuestos de curado) reducen la tasa de evaporación de la humedad y ayudan a retener la humedad en el concreto; por lo tanto, acelerando el proceso de hidratación (curado). Pero, los compuestos de curado son algo transpirables y el secado comienza poco después de aplicar la membrana (en condiciones ideales). Sin embargo, los compuestos de curado reducen significativamente la tasa de secado y amplían significativamente el período de secado. Los compuestos de curado deben eliminarse físicamente del concreto antes de que pueda comenzar un período de curado normal. Por lo tanto, un material sensible a la humedad no se puede aplicar inmediatamente a una losa de concreto de la que se han eliminado los compuestos de curado. Una vez que el compuesto de curado ha sido removido, todavía será necesario esperar un largo período de tiempo para permitir que el concreto alcance un nivel de humedad adecuado para el revestimiento del suelo.

El concreto es un material poroso que experimenta tres etapas distintas de secado; un período de tasa constante seguido de dos períodos de tasa de caída;

Etapas 1 – Durante la primera etapa de secado, el agua líquida está presente en la superficie que se evapora en el aire por encima del concreto. La tasa de evaporación depende de la temperatura, la humedad relativa y el flujo de aire sobre la superficie del concreto. El aire cálido y en movimiento rápido causará una evaporación más rápida que el aire frío y estancado. A medida que el agua se mueve desde el interior del concreto para reemplazar el agua que se ha evaporado en la superficie, el concreto se encogerá para compensar el volumen de agua que ahora ha dejado. Si la tasa de evaporación es muy alta, el concreto puede encogerse excesivamente antes de que la pasta de cemento haya desarrollado suficiente resistencia. Esta es la causa de la contracción "plástica" que puede ocurrir dentro de las primeras horas de la colocación.

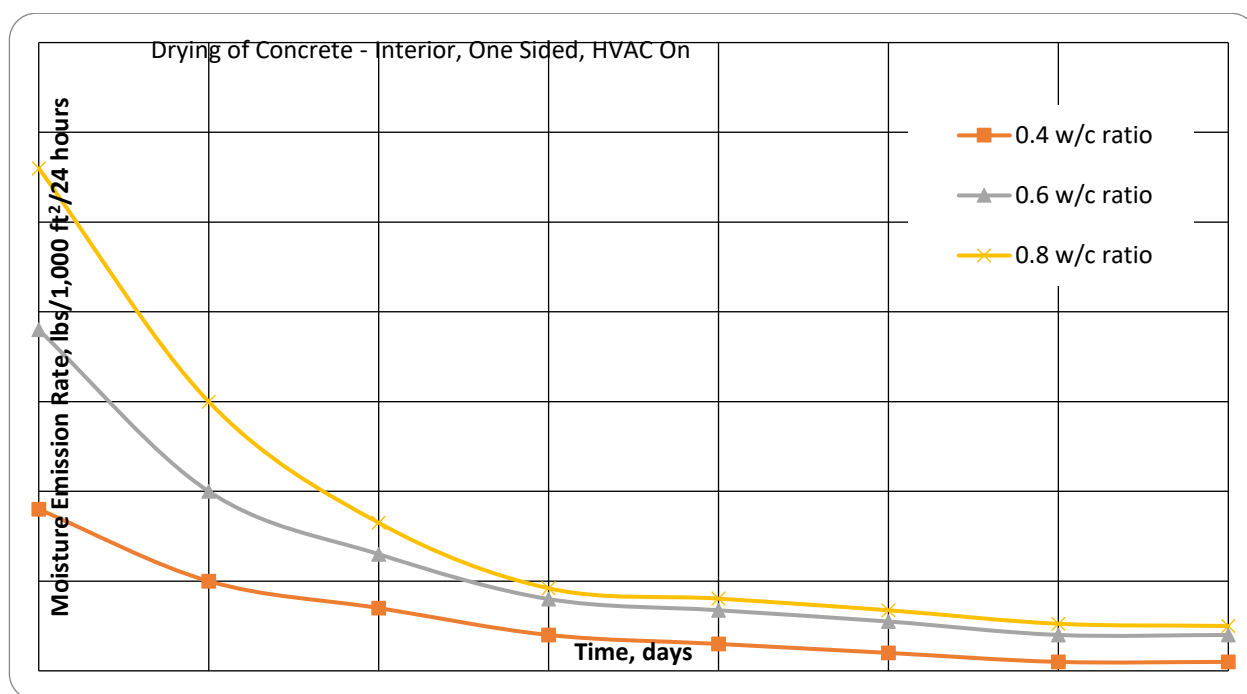
Etapas 2 – La segunda etapa de secado del concreto comienza cuando el mismo ya no puede encogerse debido a la evaporación del agua líquida. El agua retrocede de la superficie expuesta del concreto a los poros donde se aferra a las paredes laterales y forma una superficie curva (menisco). El agua se evapora del menisco en cada poro en el aire sobre el concreto. La tasa de evaporación sigue dependiendo principalmente de la temperatura, la humedad relativa y el flujo de aire sobre la superficie

del concreto. La superficie puede parecer "seca", pero el concreto está empezando a secarse en una capa muy delgada. Es durante la etapa 2 que la tasa de secado disminuye constantemente.

Etapas 3 – La tercera etapa de secado comienza cuando se ha evaporado suficiente agua de justo debajo de la superficie que los poros ya no están llenos continuamente de agua. Las bolsas de líquido seguirán existiendo, pero la humedad ahora debe moverse por difusión de vapor dentro del cuerpo del concreto antes de llegar a la superficie donde se puede evaporar. Esta es la segunda etapa de la tasa de caída, porque la tasa de secado disminuye continuamente con el tiempo y es más lenta que la etapa anterior de secado. La velocidad de secado depende menos de la temperatura, la humedad relativa y el flujo de aire por encima de la superficie del concreto, ya que la humedad debe evaporarse y difundirse dentro del cuerpo del mismo antes de llegar a la superficie. Esta es la etapa que hace que el concreto alcance niveles aceptables de humedad antes de la instalación de materiales sensibles a la humedad. La tasa de secado durante la Etapa 3 está determinada por la calidad de la pasta de cemento: la pasta de cemento con poca agua ofrece más resistencia a la difusión de vapor que la pasta de alta relación agua/cemento. Podrá sonar bien tener una pasta de cemento de baja calidad, para permitir que la humedad en el concreto se evacúe más rápidamente, el mayor contenido de agua de pasta de cemento de baja calidad puede extender el tiempo de secado significativamente.

ESTIMACION DE TIEMPO DE SECADO

El siguiente gráfico muestra el tiempo medio de secado esperado de una losa interior de concreto de 4" (100 mm) de espesor que se seca de un lado cuando el edificio está cerrado, y el sistema HVAC está funcionando normalmente. Este gráfico muestra lo importante que es la relación agua/cemento inicial con respecto al tiempo de secado esperado del concreto. El concreto mezclado con una relación agua/cemento de 0,4 puede alcanzar 5 libras/1.000 ft²/24 horas (283 g/seg•m²) en 28 días según ASTM F1869 (en condiciones ideales), mientras que el concreto mezclado en una proporción de agua/cemento de 0,8 puede tardar un año en alcanzar el mismo nivel. Los vertidos más gruesos requerirán tiempos de curación más largos.



La Asociación Sueca de Concreto describe un método para estimar los tiempos de secado de losas de concreto. Los factores de corrección permiten evitar desviaciones de un conjunto conocido de condiciones base. El objetivo de este cálculo es permitir la estimación de un tiempo mínimo de secado para losas de concreto (en las condiciones que se indican a continuación) durante la etapa de planificación. Este cálculo puede ser útil para la planificación general, pero no debe basarse en ella para determinar tiempos de secado precisos debido a la variabilidad de la composición concreta real y las condiciones del lugar de trabajo.

Los factores utilizados en este cálculo incluyen:

- Losa de concreto a base de cemento Portland de 7,2" (180 mm) de espesor

- Temperatura de secado de 18°C (64°F)
- Humedad relativa del aire del 60%
- Secado de ambos lados de la losa (elevado)
- Condiciones de curado antes del secado – 2 semanas de lluvia y 2 semanas de alta humedad relativa
- La relación agua/cemento es el parámetro utilizado para caracterizar el concreto
- 85% y 95% HR se utilizan para caracterizar la condición de humedad del concreto después del secado

Tiempo de Secado Estandar

El tiempo de secado estándar se basa en la relación agua/cemento real y la humedad relativa del concreto.

Tabla 1 - Tiempo de secado estándar

HR%	a/c = 0.4	a/c = 0.5	a/c = 0.6	a/c = 0.7
85	50 días	90 días	135 días	180 días
90	20 días	45 días	65 días	95 días

Factor de Corrección Dimensional

El espesor de la losa tendrá un efecto en el tiempo de secado. Utilice el factor de corrección como se muestra en la Tabla 2 utilizando la relación agua/cemento adecuada y el espesor real de la losa de concreto.

Tabla 2 – Factor de corrección para diferentes espesores de losa

Espesor	a/c = 0.4	a/c = 0.5	a/c = 0.6	a/c = 0.7
4" (100mm)	0.4	0.4	0.4	0.4
6" (150mm)	0.8	0.8	0.8	0.7
7" (180mm)	1.0	1.0	1.0	1.0
8" (200mm)	1.1	1.1	1.1	1.2
10 (250mm)	1.3	1.4	1.5	1.8

Secado de una o dos caras

El secado de dos lados requiere un tiempo más corto que el secado de un solo lado. Utilice el factor de corrección como se muestra en la Tabla 3 utilizando la relación agua/cemento adecuada y la condición de secado. Tenga en cuenta que el concreto elevado vertido sobre la bandeja de acero se considera un secado lateral.

Tabla 3 – Factor de corrección para secado de una cara o de dos caras

Condiciones de secado	a/c = 0.4	a/c = 0.5	a/c = 0.6	a/c = 0.7
Un lado	2.0	2.3	2.6	3.2
Dos lados	1.0	1.0	1.0	1.0

Temperatura y humedad

La humedad más baja y la temperatura más alta durante el secado aumentarán la tasa de secado. Utilice los factores de corrección utilizando la humedad relativa y la temperatura del aire ambiente adecuadas.

Tabla 4 – Factor de corrección de la temperatura y la humedad

HR%	50°F (10°C)	64°F (18°C)	77°F (25°C)	86°F (30°C)
35	1.2	0.8	0.7	0.6
50	1.2	0.9	0.7	0.6
60	1.3	1.0	0.8	0.7
70	1.4	1.1	0.8	0.7
80	1.7	1.2	1.0	0.9

Variaciones para las condiciones de curado

Las variaciones en las condiciones de mezcla y curado del concreto pueden afectar al tiempo de secado del mismo. Utilice los factores de corrección de la Tabla 5 utilizando las condiciones adecuadas que se muestran.

Tabla 5 – Factores de corrección de las variaciones en las condiciones de curado

Condiciones del curado (secado a 90% RH)	a/c = 0.5	a/c = 0.6	a/c = 0.7
Seco	0.5	0.5	0.7
4 semanas de alta humedad (cubierta apretada)	0.5	0.7	0.8
4 semanas de lluvia	1.0	1.3	1.3

El tiempo de secado estimado para una losa de concreto determinada se obtiene multiplicando los cinco factores seleccionados de las tablas anteriores. La adición de un 10% de microsilica al concreto reduce el tiempo de secado en aproximadamente un 50%. Para concreto con una relación agua/cemento inferior a 0,5 y la adición de un 5% de microsilica puede reducir el tiempo de secado aproximadamente un 50%.

APLICACION DE FACTORES DE CORRECCION

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo utilizar los factores de tiempo y corrección estándar para estimar el tiempo aproximado para el secado de una losa de concreto durante la etapa de planificación.

Durante la etapa de planificación, se estimó que el tiempo entre el vertido de una losa de concreto y la instalación de un revestimiento de suelo sería de 3 meses para una losa de 4" (100 mm). También se estimó que sería un mes antes de que el edificio fue cerrado y el HVAC encendido, lo que efectivamente permite un período de secado de 2 meses. Se especificó que la losa del suelo debe alcanzar una humedad relativa máxima del 85% a la profundidad equivalente y el secado sería unilateral. La relación agua/cemento iba a ser 0,4 y la construcción iba a tener lugar durante la temporada de lluvias. Una vez cerrado el edificio, el clima de secado será de 18°C (64°F).

- De la Tabla 1, el tiempo estándar son **50 días**
- De la Tabla 2, el factor de corrección del espesor es **0.4**
- De la Tabla 3, el factor de corrección para el secado de un solo lado es **2.0**
- De la Tabla 4, el factor de corrección de la temperatura y la humedad es **0.9**
- De la Tabla 5, el factor de corrección para una estación lluviosa es **1.4** (no se muestra en la tabla)

El tiempo total se determina mediante el siguiente cálculo: $50 \times 0.4 \times 2 \times 0.9 \times 1.4 = 50.4$ días, lo que es aceptable en comparación con los 2 meses disponibles. Sin embargo, este tiempo de secado aparentemente corto sólo es posible si el concreto tiene la relación baja de agua/cemento especificada y el edificio está cerrado, con el HVAC funcionando para proporcionar 50% de humedad relativa y la temperatura adecuada. Si estos parámetros, u otros según lo estimado, son incorrectos, entonces el tiempo de secado será considerablemente más largo.

SECADO DEL CONCRETO Y REVESTIMIENTOS DE SUELO

Como se indicó anteriormente, a diferencia de muchos revestimientos de suelo, baldosas de cerámica, piedra y la mayoría de sus adhesivos no son sensibles a los efectos de la humedad y el alto pH. La baldosa y la piedra se pueden instalar en concreto, con material LATICRETE a base de cemento (por ejemplo, 254 Platinum, 257 TITANIUM™ o MULTIMAX™ LITE) directamente al concreto con un tiempo de curado de 5 a 7 días. Será necesario colocar juntas de movimiento adicionales para compensar la contracción excesiva del concreto. Sin embargo, el uso de una membrana de impermeabilización/antifractura (por ejemplo, HYDRO BAN®, HYDRO BAN Sheet Membrane, o 9235 Membrana Impermeabilizante) requerirá que el concreto alcance las condiciones de humedad de 283 g/seg•m² (5 lb/1.000 ft²/24 horas) o 75% de humedad relativa antes de la instalación. Consulte la hoja de datos de los productos LATICRETE en particular para determinar el tiempo de curado de concreto aceptable o los niveles de humedad antes de la instalación.

Barreras de vapor LATICRETE

Para los casos en que la tasa de emisión de vapor (MVER) o HR supere los niveles recomendados para el tipo de material de acabado que se está instalando, NXT® Revestimiento de Reducción de Vapor, LATICRETE® SUPERCAP® Moisture Vapor Control y SPARTACOTE™ se puede utilizar la barrera de vapor de humedad para minimizar la humedad que pasa a través de la capa de suelo. Estas membranas son un recubrimiento epoxico de 2 partes aplicado en líquido de una sola capa, 100% sólidos, diseñado específicamente para controlar la tasa de emisión de vapor de humedad de losas de concreto nuevas o existentes.

Estos productos reducen el MVER de $>1,133 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (20 lbs./1000 ft²/24 hr) a menos de $170 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (3 lbs./1000 ft²/24 hr) en una sola capa. Estas membranas permiten la instalación de vinilo, caucho, VCT, alfombra, madera, baldosas cerámicas, piedra y otros revestimientos de suelo sensibles a la humedad y adhesivos para el suelo.

Consulte las hojas de datos del producto correspondientes en www.laticrete.com o www.laticretesupercap.com.

La información contenida en este documento debe utilizarse únicamente como guía y no debe utilizarse como parte de ningún documento de construcción. Los cálculos reales del tiempo de secado de la instalación de concreto en campo deben ser realizados por personal cualificado, en función de las condiciones reales del lugar de trabajo.

La base y gran parte del contenido de esta Ficha Técnica fue tomada del recurso excepcional, "Concreto pisos y humedad" por Howard Kanare y está disponible para su compra en la Asociación de Cemento de Portland en www.cement.org.

Consulte LATICRETE [TDS 166](#) para obtener más información.