



LATICRETE y el rango de emisión de vapor de humedad, humedad relativa y pruebas de humedad del concreto

TDS 166

Los materiales utilizados en aplicaciones de instalación de recubrimientos pueden verse afectados por la humedad durante las fases de instalación y curado. Algunos materiales, como las membranas impermeabilizantes, pueden no curarse adecuadamente o pueden delaminarse de un sustrato continuamente húmedo, o un sustrato con una alta tasa de emisión de vapor de humedad (MVER por sus siglas en inglés "Moisture Vapor Emission Rate"). Un sustrato húmedo o con un MVER alto también puede contribuir a la formación de eflorescencia. El concreto con una alta tasa de emisión de vapor de humedad también puede tener un impacto en la instalación de recubrimientos.

Generalmente hay tres pruebas que se utilizan para determinar el contenido de humedad en el concreto.

Las tres pruebas son:

1. Cloruro de calcio (ASTM F1869 – método de prueba estándar para medir la tasa de emisión del vapor de humedad del subpiso de concreto con cloruro de calcio anhidro).

La prueba de cloruro de calcio consiste en colocar una placa de Cloruro de calcio (cubierta por una cúpula de plástico adherida al concreto) sobre el concreto y permitir que la placa Petri permanezca en su lugar entre 60-72 horas. El cloruro de calcio absorbe cualquier vapor de humedad que se transmite a través del concreto dentro de la cúpula de plástico. Los resultados de una prueba de cloruro de calcio muestran la cantidad de humedad absorbida con resultados indicados en libras por 1,000 pies cuadrados (92,9 m²) en un período de 24 horas. Tenga en cuenta que la prueba ASTM F1869 solo debe realizarse en condiciones interiores cuando el edificio esté completamente cerrado y el sistema de aire acondicionado o calefacción esté encendido, a menos que el fabricante del kit de prueba indique lo contrario. Esta prueba no se recomienda para uso exterior.

2. El método de prueba de sonda de HR- Humedad relativa- (ASTM F2170 – método de prueba estándar para determinar la humedad relativa en losas de concreto usando sondas in situ)

La prueba de Humedad Relativa (por sus siglas en inglés RH) consiste en colocar sondas en el concreto y tomar lecturas con un higrómetro. Una lectura de humedad relativa del 75% o inferior es aceptable para la mayoría de las aplicaciones de baldosas. Tenga en cuenta que la prueba ASTM F2170 solo debe realizarse en condiciones interiores cuando el edificio esté completamente cerrado y el sistema de aire acondicionado o calefacción esté encendido, a menos que el fabricante de la sonda indique lo contrario. Esta prueba no se recomienda para uso exterior.

3. Humedad Relativa (ASTM F2420 – Determinación de la humedad relativa en la superficie de losas de suelo de concreto mediante la medición de la sonda de humedad relativa y la cubierta aislada)

Este método de ensayo consiste en colocar una cubierta con aislamiento térmico hecha a propósito sobre la superficie de una losa de concreto, creando así una bolsa de aire atrapada e impermeable. Una vez colocado, la cubierta se deja inalterada hasta que el bolsillo se equilibre (72 horas). Una vez equilibrada, se inserta una sonda de humedad en un orificio de acceso forrado en la parte superior de la cubierta para medir la humedad relativa, la temperatura y el punto de rocío. Tenga en cuenta que la prueba ASTM F2170 solo debe realizarse en condiciones interiores cuando el edificio esté completamente cerrado y el sistema de aire acondicionado o calefacción esté encendido, a menos que el fabricante de la sonda indique lo contrario. Esta prueba no se recomienda para uso exterior.

4. Método de láminas de plástico (ASTM D4263 – Método de ensayo estándar para indicar la humedad en el concreto por la lámina de plástico).

El método de lámina de plástico consiste en colocar una pieza de plástico de 24" x 24" (600 mm x 600 mm) sobre el concreto y permitir que el plástico permanezca en su lugar durante 18 - 24 horas para determinar si se ha acumulado

humedad debajo del plástico cuando se retira. Tenga en cuenta que la prueba ASTM D4263 solo debe realizarse en condiciones indicadas en el documento ASTM D4263 y no debe basarse en ella para proporcionar datos fiables.

ASTM F1869, ASTM F2170 y ASTM F2420 son pruebas cuantitativas (que indican aproximadamente cuánta humedad hay) mientras que ASTM D4263 es una prueba cualitativa (que indica que la humedad está presente pero no cuánta), y todas son una "panorama" de emisión de vapor de humedad durante el período de prueba.



Figura 1.1 – (Desde arriba a la izquierda) ASTM F1869 Kit de prueba de cloruro de calcio, ASTM F2170 método de prueba de sonda de HR, ASTM F2420 Humedad relativa con cubierta aislada, y ASTM F2170 medidor de humedad (fotos cortesía de George Donnelly Testing & Inspections en www.moisturetesting.com, www.tramexltd.com y Delmhorst Instrument Co. en www.delmhorst.com.)

El concreto contiene humedad desde el día en que se vierte y se requiere un tiempo mínimo de curación generalmente de 28 días antes de aplicar un material de acabado. Puede ser importante tener en cuenta que 28 días no es un número mágico que se relaciona directamente con cada instalación de concreto. Simplemente confiar en 28 días puede ser insuficiente y puede conducir a la falla de materiales que pueden verse afectados por altos niveles de humedad. El tiempo de curación del concreto puede variar dependiendo;

1. La relación agua/cemento en el momento de la colocación – cuanto mayor sea la cantidad de agua en relación con el cemento en el momento del vertido puede tener un efecto profundo, no sólo en la cantidad de tiempo que se requiere para alcanzar niveles aceptables de humedad del concreto, sino también en las propiedades físicas del mismo. El exceso de agua en la mezcla puede tener un impacto negativo en el rendimiento del concreto a lo largo de su vida útil.
2. Espesor del concreto: entre mas grueso el concreto significa mas agua. Mas agua significa mas tiempo para alcanzar niveles suficientes de humedad.
3. Método de curado: las losas de concreto se pueden curar en húmedo, curar por humedad o dejar que se sequen sin agua adicional sobre el concreto curándose para mejorar las propiedades físicas del concreto. El curado mojado y el curado húmedo pueden tener un profundo efecto en el tiempo que tarda el concreto en alcanzar un nivel en el que

el contenido de humedad es adecuado para la instalación de membranas impermeabilizantes y/o materiales de acabado.

4. Condiciones ambientales: Temperatura, humedad, exposición al agua, colocación de retardador de vapor, drenaje de la cimentación, cuando el edificio está completamente cerrado, y cuando se enciende la calefacción o el aire acondicionado afectará a la cantidad de humedad en una losa de concreto durante largos períodos de tiempo.
5. Colocación del vaciado del concreto— las instalaciones de concreto al nivel o por debajo del suelo pueden alargar la cantidad de tiempo necesario para que una losa de concreto alcance los niveles de humedad adecuados.
6. La colocación adecuada de un retardador de vapor y una capa de drenaje – en concreto al nivel o por debajo del suelo generalmente requiere la colocación adecuada de un retardador de vapor adecuado y una capa de drenaje de humedad. Estos dos componentes, correctamente diseñados e instalados, pueden reducir en gran medida el movimiento del vapor de humedad y humedad a través de una losa y permitir que el concreto mantenga un nivel de humedad razonablemente consistente durante muchos, muchos años.

Hay esencialmente dos tipos de humedad que pueden moverse a través de una losa de concreto; presión hidrostática negativa y emisión de vapor de humedad.

La Presión Hidrostática negativa es agua en contacto con el fondo de la losa. Esta agua se mueve libremente a través de la parte superior de la losa por alta presión a través de los capilares de la losa de concreto. Esencialmente, el concreto es una esponja muy densa y dura. El concreto utilizará cualquier humedad disponible para continuar el proceso de hidratación y se volverá más y más difícil con el tiempo. En otras palabras, el concreto puede seguir curandose indefinidamente cuando se expone al agua. La presión hidrostática negativa es poco frecuente y puede aliviarse o disiparse mediante el uso de bombas de sumidero, drenaje de cimentación (drenajes franceses, drenajes de cortinas, etc...), o buenas prácticas de paisajismo.

La Emisión de vapor de Humedad es la humedad que pasa a través de una losa de concreto causada por ligeros diferenciales de presión entre el exterior y el interior de la losa. La emisión de vapor de humedad del concreto es un proceso natural y necesario para cualquier vaciado del concreto. Dado que el cemento portland en el concreto sólo requiere aproximadamente 25% de contenido de agua para hidratar correctamente, entonces cualquier exceso de agua más que probable pasará fuera de la losa de concreto como vapor de humedad que se mueve hacia arriba a través de la losa en la estructura. Teniendo en cuenta que el concreto, sin la adición de plastificantes o superplastificantes, puede tener un contenido de agua del 50% significa que puede haber una cantidad considerable de agua que debe pasar a través de la losa como vapor de humedad.

La cantidad de humedad que pasa a través de una losa se rige a menudo por la permeabilidad de la losa, que a su vez se rige significativamente por la relación agua / cemento de la mezcla del concreto. En otras palabras, cuanto más agua se añada a una mezcla de concreto, en relación con el cemento portland, puede tener un profundo efecto en la permeabilidad, densidad y porosidad del mismo. Cuanta más agua, menor será el rendimiento del concreto en relación con la transmisión de vapor de humedad.

HUMEDAD RELATIVA %

	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
38 (100)	0.948	0.854	0.758	0.663	0.569	0.474	0.379	0.284	0.189	0.095
32 (90)	0.639	0.621	0.551	0.482	0.414	0.344	0.275	0.209	0.138	0.069
27 (80)	0.506	0.455	0.405	0.357	0.303	0.253	0.202	0.152	0.101	0.051
TEMPERATURA 24 (75)	0.429	0.386	0.343	0.3	0.258	0.214	0.172	0.129	0.086	0.043
C° (F°) 21 (70)	0.362	0.326	0.29	0.253	0.217	0.181	0.145	0.108	0.072	0.036
18 (65)	0.305	0.274	0.244	0.213	0.183	0.152	0.122	0.091	0.061	0.03
16 (60)	0.256	0.23	0.205	0.179	0.153	0.128	0.102	0.077	0.051	0.026
13 (55)	0.214	0.192	0.171	0.149	0.128	0.107	0.085	0.064	0.042	0.021
10 (50)	0.178	0.16	0.142	0.124	0.107	0.089	0.071	0.053	0.036	0.018

Figura 1.2- Grafico de presión / difusión (Temperatura y Humedad Relativa)

El vapor de humedad tiende a viajar desde áreas de alta presión a áreas de baja presión y baja temperatura (conocida como difusión) siguiendo los principios básicos de la física. El gráfico anterior ayuda a explicar cómo la temperatura y la humedad trabajan para atraer la humedad a una estructura a través de paredes y losas de concreto. Si la temperatura del suelo bajo una estructura es de 55 F (13°C) y la humedad relativa es del 100%, entonces la presión de vapor* es igual a 0,214; si el interior

del edificio está a 70°F (21°C) y la humedad es del 30%, entonces la presión de vapor (humedad relativa en relación con la temperatura que aumenta o disminuye de una manera no lineal.) es igual a 0,108. Esto significa que la humedad se introduce en el edificio a través de la losa que se mueve desde el área de alta presión (0,214) hasta el área de baja presión (0,108). La colocación adecuada de un retardador de vapor adecuado y una capa de drenaje pueden ayudar a minimizar la transmisión de vapor de humedad.

Al examinar el concreto utilizando medidores de humedad de tipo pin, es necesario determinar exactamente lo que muestra la información proporcionada por el medidor. Por ejemplo, muchos medidores proporcionan un valor que muestra el contenido de humedad de la superficie que se está probando. Sin embargo, el contenido de humedad **NO** es el porcentaje de humedad relativa en el concreto y no debe utilizarse como tal. El siguiente gráfico muestra la correlación entre el contenido de humedad y la humedad relativa.

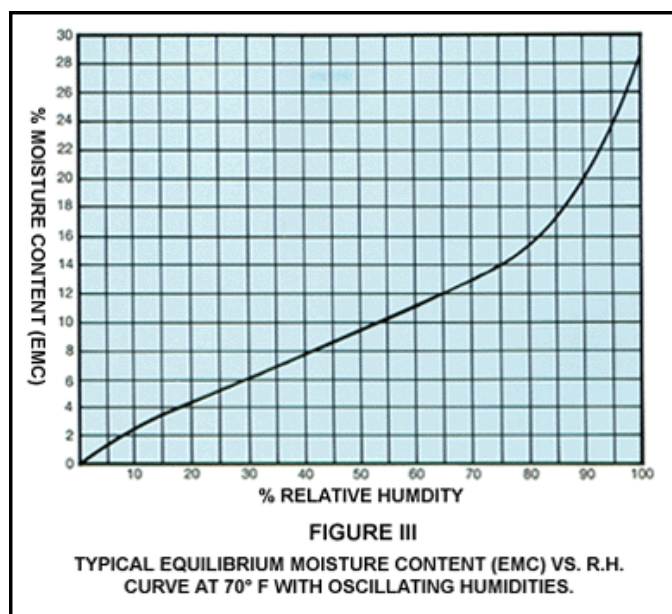


Figura 1.3 – Gráfico de % Contenido de humedad al % de Humedad Relativa (fuente Delmhorst Instrument Co.)

Una lectura, tomada con un medidor de humedad, que muestra 14% de contenido de humedad se correlaciona con aproximadamente 75% de humedad relativa en el concreto en el área que se está examinando en ese momento en particular. Tenga en cuenta lo que muestra el medidor de humedad y póngase en contacto con el fabricante del medidor para obtener los datos de correlación para obtener la información adecuada.

Un concepto erróneo común es que el concreto comienza a secarse tan pronto como se vierte. Si bien puede parecer que se seca bastante rápido, una losa de concreto en realidad no comenzará a perder cantidades significativas de humedad hasta que el edificio esté completamente cerrado y el calor o el aire acondicionado se encienda. Un edificio que no esté completamente cerrado no mostrará un diferencial de presión que hará que el concreto comience a perder humedad. Esta es la razón por la que las pruebas de humedad realizadas en una losa de concreto que no está en un edificio cerrado y controlado por temperatura darán lecturas inconsistentes y/o falsas.

Efectos de la temperatura del punto de rocío en la instalación del suelo

Los efectos de la transmisión de vapor de humedad, la humedad, la temperatura y el punto de rocío suelen tener un efecto más perjudicial en baldosas de composición de vinilo (por sus siglas en inglés VCT “vinyl composition tile”), linóleo, pisos de caucho, membranas, revestimientos de suelo (por ejemplo, epoxicos, poliaspártico, pintura, etc.) o cualquier otro tipo de suelo que sea sensible a problemas relacionados con la humedad que en una instalación de baldosas o piedras sin una membrana.

Para nuestros propósitos definiremos el punto de rocío como la temperatura a la que la humedad en el aire comienza a condensarse en y sobre el sustrato de concreto.

En todas las circunstancias, consulte con el fabricante del piso terminado para cualquier pauta de instalación, precauciones o limitaciones antes de continuar con la instalación. Al instalar estos tipos de acabados de suelo (excepto baldosas o piedras adheridas directamente sin el uso de una membrana) puede ser prudente seguir algunas prácticas básicas de colocación de pisos:

1. Pruebe y lea la temperatura del aire
2. Pruebe y lea la humedad relativa del aire en la habitación
3. Pruebe y lea la temperatura de la superficie de concreto
4. Encuentre la temperatura del aire en el lado izquierdo de la tabla de puntos de rocío a continuación
5. Encuentre la humedad relativa del aire en la habitación en la tabla de puntos de rocío a continuación
6. Interseque la temperatura del aire con la humedad relativa del aire en la habitación
7. Tome nota de la lectura en este punto de correlación
8. Compare esta cifra con la temperatura real de la superficie del concreto
9. **Si estas dos cifras se encuentran a menos de 5°F (3°C) entre sí, el revestimiento del suelo no debe instalarse**

Humedad Relativa (Aire en la habitación)										
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Temp. Aire	Punto de rocío (temperatura de superficie de concreto)									
40°F (4°C)	5	8	14	18	24	28	31	34	37	40
45°F (7°C)	5	9	16	23	28	32	36	39	42	45
50°F (10°C)	6	13	21	27	33	36	40	44	47	50
55°F (13°C)	8	16	25	31	36	41	45	49	52	55
60°F (16°C)	9	20	29	35	41	46	50	54	57	60
65°F (18°C)	10	24	33	40	46	51	55	58	62	65
70°F (21°C)	13	28	37	45	50	55	60	64	67	70
75°F (24°C)	17	31	42	49	55	60	64	68	72	75
80°F (27°C)	20	35	46	53	60	65	69	73	77	80
85°F (29°C)	24	40	50	58	64	69	74	78	82	85
90°F (32°C)	27	43	54	62	69	74	79	83	87	90
95°F (35°C)	30	48	59	67	73	79	84	88	92	95
100°F (38°C)	34	52	62	71	78	83	88	93	97	100

Figura 1.4 – Gráfico de comparación de temperatura de punto de rocío / temperatura de concreto (fuente Altro)

Tenga en cuenta que otros factores influyen en la instalación de los tipos de pisos sensibles a la humedad mencionados anteriormente. Estos factores incluyen, pero no pueden limitarse a, el pH del concreto, la presencia de presión de agua hidrostática negativa y / o la presencia de compuestos de curado o selladores en el concreto.

No entender y seguir estas pautas puede causar fallas prematuras del piso que están fuera del alcance o la responsabilidad del fabricante de pisos o materiales de instalación.

Efectos de la humedad en los recubrimientos cerámicos y de piedra

Cuando se instalan materiales de membrana (por ejemplo, HYDRO BAN®, 9235 Membrana de impermeabilización, HYDRO BAN® Membrana en Rollo, etc.) sobre una losa de concreto, estos materiales inhiben la humedad que intenta moverse a través de la losa de concreto. Si la cantidad de humedad que se mueve a través de la losa es alta (más de 5 lbs/1,000 ft²/24hrs [283 g/s•m²] por ASTM F1869 o 75% de humedad relativa medida con sondas de humedad según ASTM F2170) la humedad puede acumularse, y posiblemente condensarse bajo la membrana. La humedad residual de los morteros también puede quedar atrapada entre la baldosa y la membrana y causar problemas (por ejemplo, secado lento, deformación de baldosas o piedras sensibles a la humedad, etc...).

La acumulación de humedad puede resultar en un aumento de la alcalinidad del concreto, que puede ejercer cierta presión en forma de vapor de humedad sobre la membrana y puede activar sales alcalinas de origen natural en el concreto, creando una variedad de reacciones químicas dentro del mismo. Ciertos tipos de piedra sensible a la humedad y baldosas pueden verse afectados por la humedad excesiva en forma de expansión diferencial de la humedad. Este tipo de expansión puede resultar en la deformación de baldosas y la posible delaminación de la baldosa causada por la deformación. En algunos casos, una alta tasa de emisión de vapor de humedad puede causar salpicaduras de piedra natural con contenido orgánico, como la piedra caliza.

La alta tasa de emisión de vapor de humedad es una preocupación importante si el adhesivo utilizado para instalar la baldosa o piedra es orgánico (por ejemplo, masilla) que puede reemulsionar debido al alto nivel de humedad y aumento de la alcalinidad del concreto.

Materiales de Instalación LATICRETE® y Niveles de Humedad

LATICRETE International, Inc. fabrica una amplia variedad de materiales de instalación de baldosas, muchos de los cuales pueden verse afectados por altos niveles de humedad dentro del concreto. Analizaremos varias categorías de productos LATICRETE y discutiremos cómo cada uno puede verse afectado por altos niveles de humedad.

Membranas de impermeabilización y antifractura basadas en látex LATICRETE - La cantidad máxima de humedad en el sustrato de concreto no debe exceder $283 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ [5 lbs./1,000 ft²/24hrs] según ASTM F1869 o 75% de humedad relativa medida con sondas de humedad según ASTM F2170. Consulte con el fabricante del material de acabado para determinar el contenido de humedad máximo permitido para sustratos bajo su material terminado.

HYDRO BAN® Membrana en Rollo - La cantidad máxima de humedad en el sustrato de hormigón no debe exceder 5 lbs./1,000 ft²/24hrs [$285 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$] según ASTM F1869 o 75% de humedad relativa medida con sondas de humedad según ASTM F2170. Consulte con el fabricante del material de acabado para determinar el contenido de humedad máximo permitido para sustratos bajo su material terminado.

125 TRI MAX® - La cantidad máxima de humedad en el sustrato de concreto no debe exceder $283 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ [5 lbs./1,000 ft²/24hrs] por ASTM F1869 o 75% de humedad relativa medida con sondas de humedad según ASTM F2170. Consulte con el fabricante del material de acabado para determinar el contenido de humedad máximo permitido para sustratos bajo su material terminado.

HYDRO BAN® Membrana de Impermeabilización cementicia - Permite que el sustrato de concreto fresco se cure durante 28 días a 70 grados. Puede soportar hasta 2 BARRAS (29 psi) de presión hidroestática positiva o negativa cuando se aplica a 40 mils (1 mm).

El Sistema de plaza y cubierta y las camas de mortero no adheridas – No hay límite a la tasa de emisión de vapor de humedad.

Las camas de mortero adheridas, morteros de lecho Delgado, morteros para baldosas grandes y pesadas y 170.3 Sound & Crack Isolation Mat LATICRETE® o 170.5 Sound & Crack Isolation Mat LATICRETE – Hemos tenido éxito con tasas de emisión de vapor de humedad tan altas como $570 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ [10 lbs./1,000 ft²/24 hrs.] según ASTM F1869 cuando no hay ninguna membrana instalada en el sistema. Tenga en cuenta que el uso de una membrana (por ejemplo, HYDRO BAN®, 9235 Membrana de impermeabilización, etc.) puede reducir significativamente el MVER permitido. Consulte con el fabricante del material de acabado para determinar el contenido de humedad máximo permitido para sustratos bajo su material terminado.

El uso de una boquilla/junta a base de cemento de alto rendimiento (por ejemplo, PERMACOLOR® Select), en comparación con una boquilla/junta epoxica, generalmente permitirá que el vapor de humedad pase fácilmente a través del sistema de suelo.

LATAPOXY® 300 Adhesivo Epoxico - La cantidad máxima de humedad en el sustrato de concreto no debe exceder $455 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ [8 lbs./1,000 ft² /24hrs] según ASTM F1869. Consulte con el fabricante del material de acabado para determinar el contenido de humedad máximo permitido para sustratos bajo su material terminado.

Membranas de reducción de vapor basadas en epoxicos

Para los casos en que el MVER supera los niveles recomendados para el tipo de material de acabado que se está instalando, NXT® Revestimiento de Reducción de Vapor y VAPOR BAN™ Primer ER son una excelente opción. Ambas membranas son recubrimientos epoxicos aplicados por rodillos y han sido diseñadas específicamente para reducir significativamente la emisión de vapor de la losa de concreto y ser compatibles con la mayoría de los morteros de instalación.

NXT® Revestimiento de Reducción de Vapor puede reducir el MVER de una losa de concreto, teniendo un MVER de hasta $678 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (12 lbs./1,000 ft²/24 horas) hasta $170 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (3 lbs./1,000 ft²/24 horas) con una sola capa. Para losas de

concreto que tienen un MVER entre $678 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (12 lb/1.000 ft²/24 horas) y $1,130 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (20 lbs./1.000 ft²/24 horas) puede ser necesaria una segunda capa. Consulte la hoja de datos de NXT Revestimiento de Reducción de Vapor Consulte [DS-507.0E-0117](#) para obtener más información y directrices de instalación específicas.

VAPOR BAN™ Primer ER puede bajar el MVER de una bofetada de hormigón de $1,415 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (25 lbs/1,000 ft²/24hrs.) por debajo de $170 \text{ g/s}\cdot\text{m}^2$ (3 lbs./1,000 ft²/24 horas). VAPOR BAN Primer ER también tiene un tiempo de curación muy rápido con retorno al tráfico de pies en 3 a 4 horas, y también puede funcionar como imprimación antes de instalar un NXT y un LATICRETE® SUPERCAP® subyacente autonivelante (por ejemplo, LATICRETE SUPERCAP SC500). Consulte [DS 35222.0](#) para obtener información más detallada y directrices de instalación específicas.

Technical Data Sheets are subject to change without notice. For latest revision, check our website at <https://laticrete.com>
TDS 166 (Spanish).doc R 26 January 2021



LATICRETE INTERNATIONAL, INC. ▪ 1 LATICRETE Park North ▪ Bethany, CT 06524-3423 USA
800.243.4788 ▪ support@laticrete.com ▪ www.laticrete.com

©2015 LATICRETE INTERNATIONAL, INC. All trademarks shown are the intellectual properties of their respective owners.