



**INTRODUCCIÓN  
DE  
SECADO AL HORNO**

**RESPUESTAS DIRECTAS  
A 30 PREGUNTAS IMPORTANTES**

**AQUÍ ESTA UN EJEMPLO:**

- ¿Porqué Secar Madera?
- ¿Cuál es la diferencia entre el secado de maderas-duras y maderas-suaves?
- ¿Cuál son los Diferentes tipos de Secado al Horno?
- ¿Cómo Funciona un Horno Deshumidificador?
- ¿Cómo determino que tamaño de sistema necesito?
- ¿Los hornos DH son más caros de operar que los hornos convencionales?
- ¿Qué es el Sistema XDH de Nyle?
- ¿Qué tipo de sistema térmico se debe usar para el calentamiento inicial?

## CONTENIDO

### REALIDADES FUNDAMENTALES EN EL SECADO DE MADERA

¿Por qué Secar Madera?	4
¿Cuánta Agua hay en la Madera?	4
¿Qué es “Agua Suelta” y “Agua Latente”?	5
¿Cuál es la Diferencia entre Secado de Maderas-Duras y Maderas-Blandas?	5
Una vez que la madera está seca ¿va mantenerse seca?	5
¿El secado puede causar que la madera se raje o agriete?	6
¿El espesor de la madera afecta la velocidad de secado?	6

### DIFERENTES METODOS DE SECADO

¿Qué es Secado al Aire?	7
¿Qué es Secado bajo Cobertizo?	7
¿Qué es el Secado por Aire Forzado o Ventilado/ Secado en Cobertizo?	7
¿Qué es Pre secado?	7
¿Qué es Secado al Horno?	8

### DIFERENTES TIPOS DE SECADO AL HORNO

¿Cómo funcionan los Hornos Solares?	9
¿Cómo funcionan los Hornos Convencionales?	9
¿Cómo funcionan los Hornos al Vacío?	9
¿Cómo funcionan los Hornos Deshumidificadores?	10

### REALIDADES SOBRE LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN

¿Son los Horno Deshumidificadores más caros de operar que los Hornos Convencionales?	11
¿Son los Horno Deshumidificadores tan rápidos como los Hornos Convencionales?	11
¿Qué es el Sistema XDH de Nyle?	11
¿Qué importante es el flujo de aire?	11
¿Deben de invertirse los ventiladores?	12
¿Qué tipo de sistema debe usarse para el calentamiento inicial?	12
¿Puede hacerse el ajuste de tono de temperatura en Pino?	12
¿Cómo diseño la Cámara de Secado?	12
¿Cómo determino el tamaño del Sistema que necesito?	13
¿Puedo secar diferentes especies y espesores de madera en un mismo horno?	14
¿Debe de estar la unidad de secado dentro del horno o en un cuarto de operación?	14
¿Qué es Acondicionamiento?	14

### CUADRO DE CAPACIDADES

¿Qué Rentables Son los Hornos de Secado Nyle?	15
	16
	17



72 Center Street  
Brewer ME  
04412-2604  
USA

Producto de:



## LIDER MUNDIAL EN SISTEMAS DE SECADO DE MADERA

Desde 1977, Nyle ha estado construyendo los hornos de secar maderas más eficientes del mundo. Promovimos el desarrollo del secado por deshumidificación como un método de secado práctico y económico. Hoy nuestros sistemas marcan el estándar de rendimiento y eficiencia alrededor del mundo. Los Sistemas de Secado Nyle son fáciles de Instalar y usar, y aún le dan: potencia, control de precisión, y sobresaliente confiabilidad para un rendimiento de secado óptimo, que es necesario en casi todas las aplicaciones de secado. Nuestro sistema XDH patentado, es un logro en secado por deshumidificación, pues constantemente monitorea y regula el flujo de aire dentro del deshumidificador. Esto permite que el Sistema XDH de Nyle pueda operar sobre un rango más amplio de temperaturas y con mayor eficiencia de energía que cualquier otro sistema en el mundo. Comparado a los Hornos convencionales, que desperdician energía al desfogar aire caliente; nuestros sistemas de deshumidificación de recuperación total reciclan esa energía. Usando al final de 60% a 80% menos energía que los hornos convencionales, lo que se transfiere en menor costo operacional.

## #1 EN CALIDAD Y SERVICIO

Con Nyle, usted obtiene el tipo de eficacia que otras compañías no pueden ofrecerle. Le damos hasta tres veces más tecnología por dólar que algunos de nuestros competidores. De comienzo a fin y durante todo el año le damos: *confiabilidad*. Nuestras unidades poseen características superiores de calidad, como gabinetes de aluminio resistentes a la corrosión, y serpentinas de deshumidificación recubiertas con una capa uniforme y especial para la resistencia de corrosión. Nuestras unidades más grandes tienen tubería de evaporación y serpentinas de acero inoxidable. Y muchas otras características que hacen que su sistema Nyle dure más tiempo y rinda mejor. Con Nyle también obtendrá el mejor apoyo en la industria. Cuando nos llame, podrá hablar con la gente que actualmente ha construido su sistema. Tenemos el conocimiento para responder sus preguntas y darle las recomendaciones correctas que necesite, pues somos el más grande fabricante de sistemas de secado por deshumidificación en los EUA. Si no está seguro del tamaño de sistema que necesita, o como mejor diseñar o construir su cámara de secado, no le daremos respuesta solo por vender: le daremos un análisis realístico del rendimiento con números, y respuestas honestas del tipo de sistema que para usted trabajará mejor.

## LO INVITAMOS A LLAMARNOS

Gustosamente hemos preparado este folleto para contestar algunas de sus preguntas sobre secado de maderas. Este folleto refiere a temas como al proceso de secado en sí, los diferentes tipos de sistemas disponibles, y la manera como el secado por deshumidificación trabaja. Llámenos con sus preguntas, y déjenos mostrarle porqué Nyle es la primera opción para sistemas de secado económicos de óptimo rendimiento en el mundo.

## REALIDADES FUNDAMENTALES EN EL SECADO DE MADERA

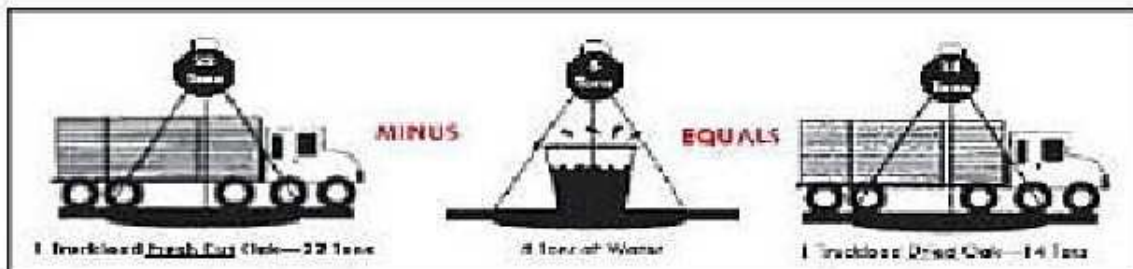
### ¿PORQUÉ SECAR MADERA?

La madera recién cortada contiene una gran cantidad de agua. Si el agua no es extraída, la madera no puede ser usada para producir un producto derivado de buena calidad. Cuando la madera está secada apropiadamente se vende a un precio mayor y es mucho más fácil trabajarla que madera húmeda. Cuando la madera es secada correctamente mecaniza mejor, pega mejor, y tiene mejor acabado. El secado también mejora la resistencia de la madera, mata infestaciones, endurece la savia de la madera, preserva el color, reduce el peso y controla el encogimiento. Cuando la madera no es secada bajo condiciones controladas es susceptible a fisuras, manchas, y otras degradaciones que rebajan su precio de venta y su viabilidad de ser trabajada. Con un horno de deshumidificación Nyle, el secado de madera es fácil y económico para cualquier tamaño de operación.

### ¿CUANTA AGUA HAY EN LA MADERA?

Bastante. En verdad, en algunas especies de madera recién cortadas, más de la mitad de su peso es agua. El contenido de humedad en la madera es generalmente expresado como un porcentaje de su peso seco. Por ejemplo, si un pedazo de madera recién cortada pesa 5 libras/pie tabla y luego de haber sido secada en un horno a 0% contenido de humedad pesa 3 libras/pie tabla, esto significa que tenía dos libras de agua en cada pie tabla que es un ratio de 2:3—entonces la madera tiene un contenido de humedad de 2/3 o 67%. Eso es casi similar al Roble, que tiene cerca del 68% de contenido de humedad cuando está recién cortado.

Cuando vemos estos números es realmente sorprendente realizar cuánta agua tiene que ser extraída de la madera antes que esta pueda ser útilmente usada para manufacturar productos derivados. Tome el ejemplo de una camionada de Roble. El pie tabla de Roble recién cortado pesa +/- 5.4 libras. Entonces una camionada de 8,000 pies tabla va a pesar 43,560 libras—un poco más bajo de 22 toneladas.



Una vez que se extraiga suficiente agua para reducir el contenido de humedad a 6% - 8%; la camionada va a pesar 28,000 libras, o alrededor de 14 toneladas, 3.5 libra por pie tabla. Esto significa que para secar completamente una camionada de 8,000 pies tablas de Roble, se tiene que extraer 15,500 libras de agua—casi 8 toneladas! Es por esta razón que es bien importante escoger el sistema correcto de secado usando el método más apropiado.

### **¿QUE ES “AGUA SUELTA” Y “AGUA LATENTE”?**

Cuando los árboles están creciendo hay agua líquida moviéndose a través de las células de la madera. Esta agua es llamada “agua libre” o agua suelta, porque está en forma líquida y puede ser extraída de la madera relativamente fácil. El “agua latente” en cambio, es agua que llega a ser parte de la misma fibra de la madera y es más difícil de extraerla.

Cuando la madera comienza a secar, la primera cosa que ocurre es que el agua suelta se evapora hasta que la madera se rebaja a lo que se llama “punto de saturación de la fibra.”

La saturación de la fibra es generalmente alcanzada cuando el contenido de humedad llega alrededor del 28%. En este punto, toda el agua suelta se ha evaporado y solo el agua latente queda. La madera no se encoge hasta que entre debajo del punto de saturación de la fibra y el agua latente comience a ser extraída de las células de la madera.

### **¿CUAL ES LA DIFERENCIA ENTRE SECADADO DE MADERAS-DURAS Y MADERAS BLANDAS?**

Esta es una pregunta comúnmente indagada, pero para mejor contestarla es más importante saber la especie a que si sólo es madera dura o madera blanda. Generalmente los términos madera-dura y madera-blanda son relacionados al tipo de hoja del árbol. Árbol de hoja ancha catalogado como madera dura, y árbol de hojas tipo agujas catalogado como madera-blanda. Sin embargo, algunos árboles de hoja ancha son actualmente maderas-blandas, y viceversa. Entonces no hay un método general de secado que aplique como regla a todas las maderas-duras o a todas las maderas-blandas.

Diferentes especies requieren ser secadas a diferentes temperaturas y a diferentes velocidades para producir los mejores resultados. El Roble tiene que ser secado despacio, de lo contrario se degrada. El Pino necesita ser secado más rápidamente o se mancha o crecerían hongos. Eso no significa que todas las maderas duras deben de ser secadas tan despacio como el Roble, o que todas las maderas blandas deben de ser secadas tan rápidas como el Pino. Hay un método apropiado que ha sido determinado para secar casi todo tipo de especie y producir los mejores resultados. Verifique con su representante Nyle local para obtener información y recomendaciones en el secado de alguna especie en particular.

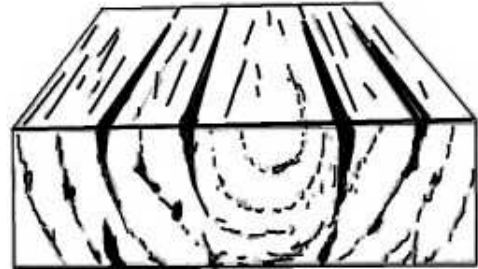
### **UNA VEZ QUE LA MADERA ESTA SECA ¿VA MANTENERSE SECA?**

La madera siempre está tratando de entrar en equilibrio con el ambiente, entonces su contenido de humedad variara algo después de haber sido secada. En climas secos, la madera cede humedad, hasta que esté en armonía con el aire seco. En climas húmedos la madera absorbe humedad hasta que esté en armonía con el aire húmedo. La madera se expande cuando absorbe humedad, y se contrae cuando vota humedad. En los peores casos de condiciones climatizadas de invierno en los climas del norte, la madera puede secarse hasta 6% de humedad debido al aire seco de la calefacción y absorber hasta 15% y 16% de humedad en verano. Si la madera seca es expuesta a estas condiciones repetitivamente; eventualmente va alcanzar un contenido de humedad de cerca del 12%, lo cual corresponde al promedio del punto de equilibrio anual en la mayoría de las áreas geográficas.

### ¿EL SECADO PUEDE CAUSAR QUE LA MADERA SE RAJE O AGRIETE?

La madera se encoge al ir secando, pero el encogimiento no comienza hasta que la madera este debajo del punto de saturación de la fibra que es más o menos 28% de contenido de humedad.

Si la superficie externa está por debajo del 28% mientras que el centro de la tabla aun está por encima de la saturación de la fibra, entonces la parte externa tratará de encogerse mientras que el centro no. Y esto continuará hasta que la superficie resulte demasiada seca en relación al centro, entonces la madera se rajará o agrietará. EL secado controlado en horno, especialmente cuando se seca maderas verdes, reduce o elimina las rajaduras o grietas mediante el acondicionamiento. Cuando la madera es secada al aire, donde no hay control sobre el proceso de secado, entonces el clima puede fácilmente causar rajaduras y grietas que resultarán en pérdidas.



*Este tipo de costosas rajaduras pueden ser Eliminadas con secado controlado en horno*

### ¿EL ESPESOR DE LA MADERA AFECTA LA VELOCIDAD DE SECADO?

Si. En la industria de la madera generalmente usamos términos en múltiplos de cuartos-de-pulgada para referirnos al espesor de la madera. Por ejemplo, una tabla de una-pulgada de espesor, es referida como una tabla de 4/4; una tabla de una-pulgada-y-media es referida como tabla de 6/4, etc. Hablando en términos generales, el tiempo de secado es aproximadamente proporcional al espesor de la madera. Esto es, el secado de una tabla de 8/4 usualmente tomará ligeramente un poco más que el doble de tiempo para secar que secar una tabla de 4/4.

## DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO

### ¿QUE ES SECADO AL AIRE?

Secado al aire se refiere al secado que ocurre usando solo el viento natural y sol. La madera es apilada sobre separadores y colocada en una manera que permita que los vientos predominantes soplen a través de la madera y la sequen. El secado depende estrictamente del clima, que puede secarla demasiado rápida causando daños, o secarla demasiado lenta, igualmente causando pérdidas. Para la manufacturación de productos derivados como muebles se requiere que la madera tenga un contenido de humedad de 6–8%; y generalmente el secado al aire no es suficiente para alcanzar este porcentaje. El secado al aire a menudo es utilizado como un primer paso, para después colocar la madera en un horno para el secado de final. El secado al aire conlleva serios problemas con daños y degradaciones y justamente debido a esto resulta ser la manera más cara de secar debido a las pérdidas y degradaciones.

### ¿QUE ES SECADO BAJO COBERTIZO?

Es secar la madera protegida de la lluvia y del sol directo que puede dañarla severamente cuando está secando al aire libre. Implica colocar la madera bajo un techo o cobertizo para protegerlo de los elementos climáticos. Esto aumenta en algo la calidad del secado al aire, pero extiende el tiempo de secado. También requiere una inversión en la construcción del cobertizo—y aun no permite control sobre los otros factores como la humedad, flujo de aire, y temperaturas.



### ¿QUE ES EL SECADO POR AIRE FORZADO O VENTILADO / SECADO EN COBERTIZO?

Esto es secar bajo cobertizo como esta descrito arriba, pero usando adicionalmente ventiladores para forzar que aire fluya a través de la madera en lugar de fiarse del viento natural. Esto es más rápido que el secado al aire o secado simple bajo cobertizo, pero los costos de operar los ventiladores son más altos que los beneficios logrados. También, la inversión de capital es mayor a la cantidad de secado que puede ser lograr.

### ¿QUE ES PRE-SECADO?

El pre-secado es utilizado para extraer la mayor parte del agua suelta de la madera antes de que esta sea colocada en un horno para el secado final. En un pre-secador, la madera es apilada dentro de una estructura donde el calor y humedad son controlados. La temperatura es mantenida generalmente alrededor de 90-100°F (35°C). La madera es secada con un contenido de humedad de entre 20-30%, y

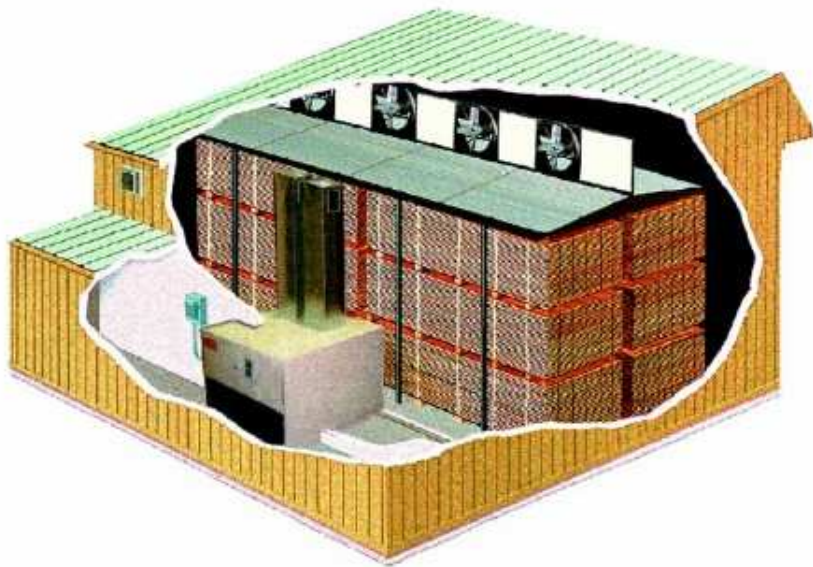
después colocada en un horno para el secado final. Sin embargo los costos de construcción de un pre-secador son casi los mismos que de un horno, y cuando se compara costos en base a su producción anual, cuesta más operar un pre-secador que un horno de secado, pues el pre-secador requiere manipuleo adicional de la madera. Generalmente los pre-secadores sólo son utilizados en combinación con hornos de secado que son viejos o ineficaces y que no pueden ser usados para secar madera verde.

### ¿QUE ES SECADO AL HORNO?

En un secado al horno, la madera es colocada dentro de una cámara donde el flujo de aire, temperatura, y humedad son controladas para proporcionar un secado tan rápido como pueda ser tolerado por la madera sin causar defectos mayores.

Hay varios tipos de hornos de secado. Los diferentes tipos son definidos por la manera en la cual la temperatura y la humedad son controladas.

Los tres tipos más comunes son los Hornos Convencionales, los Hornos de Deshumidificación, los Hornos al Vacío, y los Hornos Solares



Secando dentro de una cámara cerrada de secado, mostrada aquí, permite que exista preciso control sobre las condiciones críticas de secado como son flujo de aire, temperatura, y humedad.

## DIFERENTES TIPOS DE SECADOS AL HORNO

### ¿CÓMO FUNCIONAN LOS HORNOS SOLARES?

Hay varios tipos de hornos solares, pero todos dependen de algún tipo de colector solar para proporcionar energía en forma de calor para evaporar el agua de la madera. El tiempo de secado en los hornos solares depende del clima, por consiguiente es imprevisible. En climas calientes pueden degradar la madera debido al secado excesivo. En climas más fríos son lentos e inconstantes. Los hornos solares a menudo utilizan ventiladores que requieren electricidad para hacer circular aire por la madera, pero los costos de operar estos ventiladores terminan siendo altos— por causa del largo tiempo que tienen que funcionar para secar la madera, haciendo que el secado solar resulte caro. La electricidad que se usa para operar los ventiladores en un horno solar es generalmente más de lo que se usaría operando un Horno Deshumidificador por la diferencia en el tiempo de secado.

Cuando se tiene que extraer una cierta cantidad de agua de una cierta cantidad de madera, se necesita una cierta cantidad de calor total para hacerlo, y ese requisito de calor no puede cambiarse. En el secado de madera no es posible reducir los requerimientos de calor al punto donde el calor solar pueda ser competitivo.

### ¿CÓMO FUNCIONAN LOS HORNOS CONVENCIONALES?

Para calentar la cámara de secado y extraer el agua de la madera, los hornos convencionales utilizan el calor proporcionado por serpentinas de vapor, agua caliente o aceite, o el calor directo de un quemador sea de petróleo, gas natural, o desperdicios de biomasa. El calor que se genera calienta el aire para extraer el agua de la madera por evaporación, una vez saturado de vapor, el aire caliente es desfogado a través de toberas, absorbiendo al mismo tiempo aire externo que es nuevamente calentado a la temperatura que pueda extraer agua de la madera para repetir este proceso de nuevo. Por consiguiente los hornos convencionales no son tan eficientes de energía como los hornos de deshumidificación pues requieren un constante recalentamiento de aire a un costo alto de energía. Por ejemplo, para extraer una libra de agua (de la madera), un horno convencional tiene que absorber cerca de 400 pies cúbicos de aire (12 m<sup>3</sup>) calentar ese aire y luego expulsarlo con el agua evaporada. Entre calentar estas grandes cantidades de aire y calentar el agua para evaporarla, los hornos convencionales continuamente utilizan bastante energía. Pueden proporcionar una calidad muy buena de madera si son suministrados con un método de control bueno, pero su consumo total de energía es mucho más alto que de un horno de deshumidificación.

### ¿CÓMO FUNCIONAN LOS HORNOS AL VACÍO?

Cuando la madera es colocada en un horno al vacío, el agua hierve rápidamente. Los hornos al vacío se valen de este hecho para secar madera en sólo una fracción del tiempo comparado a hornos convencionales o de deshumidificación. Sin embargo, una desventaja mayor de estos hornos es que las

cámaras de secado son pequeñas, y no pueden secar grandes cantidades de madera en un solo ciclo. En un horno al vacío es necesario proporcionar continuamente calor a la madera. Para hacer esto, algunos sistemas utilizan mantas eléctricas en contacto con cada pieza de madera, otros usan serpentinas de calor o microondas. Todos estos sistemas son carísimos de operar cuando son comparados a los hornos de deshumidificación o convencionales. Los costos de operación son generalmente tres a cuatro veces más altos que los costos de los hornos de deshumidificación. También la inversión y costos iniciales y de manipulación son mucho más altos, a causa de las cargas más pequeñas. También el secado desigual es un problema. Cuando el costo de producción anual es comparado en base al costo del millar de pies tabla, los costos del sistema al vacío son mucho más altos que de deshumidificación. Secado al vacío puede usualmente justificarse cuando se está secando maderas-duras y gruesas.

### **¿CÓMO FUNCIONAN LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN?**

Los hornos de deshumidificación utilizan una bomba de calor para extraer el agua de la madera. Una ventaja primaria de este tipo de sistema es que continuamente reciclan el aire caliente en vez de desfogarlo fuera, como lo hace un horno convencional. Por consiguiente, son más eficientes en el uso de energía y su costo de operación al final del ciclo de secado resulta más bajo. Esto es exacto, no obstante que los hornos de deshumidificación utilizan energía eléctrica para hacer funcionar: los ventiladores, fuelle (que jala el aire sobre la serpentina de deshumidificación), y compresor de refrigeración. La razón que un sistema de deshumidificación cuesta menos de operar, reside en la capacidad de conservar energía por reciclar calor. Siendo el calor constantemente reciclado, la cantidad de electricidad requerida por el sistema es pequeña, y al final del ciclo de secado resulta generalmente más económico que un sistema convencional, que aunque utilizando combustible más barato, necesita mucho más de ese combustible para hacer el mismo trabajo.

En un horno de deshumidificación, el aire caliente (usualmente comenzando con un calor de acerca de 85°F o 29° C) es circulado sobre la madera con ventiladores de circulación separados, evaporando el agua contenida en la madera. Luego este aire húmedo y caliente pasa sobre una serpentina de refrigeración donde es enfriado a acerca de 60°F (15° C). En la serpentina de refrigeración, este aire húmedo y caliente se condensa en agua que se drena fuera como una corriente de agua fría y el calor retorna a la cámara para calentar el aire otra vez—en lugar de ser todo expulsado como una nube de vapor, como lo hace un horno convencional.

La eficiencia del uso de energía por reciclaje del calor es tanta, que cada vez que este proceso ocurre, el aire que sale de la serpentina de refrigeración lo hace a una temperatura aun más elevada que cuando entró. Así la temperatura del aire se eleva, y ultimadamente puede alcanzar temperaturas tan altas como 160°F (72° C), o aún más altas como 225°F (107° C), en el nuevo sistema VHT de Nyle. Si la temperatura llegara a ser más alta que la deseada, el operario puede descargar el calor excedente al exterior. Los hornos de deshumidificación son bien fáciles de operar y son bien populares en operaciones que están iniciándose en secando madera; al igual que en operaciones experimentadas que desean un sistema que requiera atención mínima para conseguir un secado cero defectos. Encima de eso, los sistemas de deshumidificación son más fáciles de instalar por amplio margen y los tiempos de secado con un horno XDH de Nyle son casi los mismos que de los hornos convencionales.

## REALIDADES SOBRE LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN

### ¿SON LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN MÁS CAROS DE OPERAR QUE LOS HORNOS CONVENCIONALES?

No. Actualmente son menos caros de operar que los hornos convencionales, pues los hornos de deshumidificación son mucho más eficientes en el uso de energía, reduciendo los costos operacionales dramáticamente. En un horno convencional además de los costos de operación, manejo de materiales, y mantenimiento, se tiene que considerar el costo de la caldera y/o quemador y los costos relacionados a su operación y mantenimiento. Cuando se agrega todo eso, los hornos de deshumidificación, con todos los costos de operación y mantenimiento son aun bastante más económicos que los hornos convencionales.

Para que pueda hacer sus propias comparaciones detalladas de costo, denos una llamada. Lo ayudaremos a hacer un análisis completo de costos de operación basado en su tarifa eléctrica local y otros costos de combustible.

### ¿SON LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN TAN RÁPIDOS COMO LOS HORNOS CONVENCIONALES?

Dependerá del modelo de deshumidificador. Para maderas duras, y maderas blandas de calidad, un deshumidificador dimensionado apropiadamente secará tan rápido como un horno convencional. Si tiene un horno deshumidificador de baja temperatura (temperatura de secado máxima de 120°F), el tiempo de secado será el mismo de ir de madera verde a 30% de contenido de la humedad. De 30% de contenido de humedad hacia abajo, la temperatura hace diferencia. Un horno de 120°F (50°C) tomará cerca de 2½ más tiempo para esta parte del ciclo. Mire el cuadro en la página 16 por tiempos de secado típicos. Si tiene un horno deshumidificador VHT de Nyle que opera a temperaturas tan altas como 220°F (104°C), el tiempo de secado puede emparejar casi cualquier tiempo de secado de los hornos convencionales.

### ¿QUE ES EL SISTEMA XDH DE NYLE?

El Sistema XDH es una característica auto-reguladora patentada por Nyle que incrementa la eficiencia de operación y permite que los hornos de deshumidificación operaren a temperaturas tan altas como 160°F (72° C). Ningún otro sistema de deshumidificación tiene esta característica, o puede operar sobre la amplia gama de temperaturas que manejan los sistemas XDH de Nyle. El sistema XDH constantemente vigila la temperatura del aire que sale de la serpentina de refrigeración y modula el flujo de aire sobre la serpentina para maximizar la eliminación del agua. Esto hace operar al ciclo de deshumidificación con inmejorable eficacia, y minimiza el uso de electricidad. La función de monitoreo, también controla con cuidado la temperatura del refrigerante que regresa al compresor, previniendo sobrecargas o recalentamientos; prolongando de esta manera la vida del sistema de refrigeración. El Sistema XDH es proporcionado como dispositivo estándar en todos los sistemas Nyle de 3 hp o más grandes.

### **¿QUE IMPORTANTE ES EL FLUJO DE AIRE?**

El flujo de aire en la cámara de secado es muy importante. La velocidad del aire distribuida sobre la madera afecta la velocidad y la calidad de secado. Recomendamos contactarnos para verificar que la velocidad del aire en su horno sea adecuada para la especie y espesor de la madera que irá secar y el tipo de horno más apropiado a utilizar. Generalmente, madera más mojada requiere una velocidad más alta de aire a través de la madera.

### **¿DEBEN DE INVERTIRSE LOS VENTILADORES?**

Los ventiladores se invierten generalmente en hornos grandes. Esto previene que el secado sea desigual al fluir aire en la madera primero en una dirección y luego en la otra. También corrige lugares sin flujo de aire y que pueden resultar de la manera como fue colocada la madera. Generalmente, madera apilada con +12' (+3.5 m) de profundidad en dirección del flujo de aire, entonces debe usar ventiladores que se inviertan. Si la madera es apilada con -12' (-3.5 m) de profundidad, invirtiendo los ventiladores no hará mayor diferencia significativa en el secado.

### **¿QUE TIPO DE SISTEMA DEBE USARSE PARA EL CALENTAMIENTO INICIAL?**

El calentamiento inicial puede ser hecho con casi cualquier tipo de sistema; pero los hornos pequeños y hornos de una sola cámara solo utilizan calor eléctrico, porque no hace sentido económico hacer una inversión adicional para tener un tipo de calentamiento más tradicional para ser utilizado solo por unas horas al mes. Para comenzar el proceso de deshumidificación, solo es necesario calentar el horno cerca de 85°F (29°C); luego el proceso se alimenta asimismo reciclando el calor recuperado del aire. Cuando los hornos son de grandes capacidades o más cámaras son agregadas, entonces se puede instalar un sistema de calentamiento más tradicional sea una caldera o un quemador (o ambos) para proporcionar el calentamiento inicial a través de serpentinas de vapor. Esto es una decisión económica basada en los costos locales de energía, clima, el tipo de madera a ser secada, etc. Nyle le puede proporcionar costos operacionales estimados para ayudarlo con esta decisión. Sin embargo, aun en la mayoría de estos casos, aun el calor eléctrico provee la elección más económica para el calentamiento inicial.

### **¿PUEDE HACERSE EL AJUSTE DE TONO DE TEMPERATURA EN PINO?**

Si. Por ejemplo, si el último paso del secado fue a 120°F (+/- 50°C), entonces para hacer el ajuste de tono tiene que someterse la madera por encima de los 120°F antes que el tono comience a proceder. Aunque la capacidad térmica del sistema de deshumidificación indica una temperatura máxima, aun puede hacer el ajuste de tono sobre esta capacidad, porque en este proceso no se está extrayendo agua, solo se está aplicando calor. Cuando se seca maderas blandas se tiene que hacer el ajuste del tono de temperatura al final del ciclo de secado, para solidificar la savia. Algunas lijadoras de alta velocidad utilizadas por algunos fabricantes de muebles calientan la madera a 160°F, entonces se requiere que el tono de la madera sea ajustada a esa temperatura para evitar malgastar las correas lijadoras.

## ¿COMO DISEÑO LA CAMARA DE SECADO?

La cámara de secado de un horno de deshumidificación puede ser construida a partir de madera, bloques de concreto, acero, aluminio, o casi cualquier combinación de estos materiales. Lo que es más importante es que la cámara sea compactada y térmicamente-aislada acerca de R-30\*. Casi todas las cámaras de 25,000 pies tabla (60m<sup>3</sup>) para abajo, son con marco de madera, pues es bastante más fácil de termo-aislar apropiadamente, y la cámara es construida básicamente como un garaje bien encerrado. En Nyle, nosotros le proporcionamos las delineaciones técnicas y el asesoramiento de un experto en la construcción de cámaras de secado.



El primer paso es determinar el tamaño de los paquetes de madera que manejará el operador. Luego la cámara es diseñada alrededor de esas medidas. Una cámara compactada y termo-aislada correctamente sirve dos propósitos importantes: 1) permite la recuperación de tanto calor como sea posible para proporcionar un secado de bajo costo; y 2) previene daños a la madera que pueden resultar de la pérdida de calor y humedad cuando hay filtraciones de aire y pobre termo-aislamiento. Un termo-aislamiento apropiado es crítico tanto en climas calientes como en climas fríos.

Nyle le puede ayudar con el diseño de su horno, o le puede proveer un sistema completo llave-en-mano, con controles automáticos y paneles pre-fabricados incluidos, o darle cualquier grado de asistencia entre esto. Somos los expertos en el secado de madera, y estamos prontos para darle recomendaciones de experiencia no sólo en el diseño de la estructura de su horno, pero también en el layout de su planta y operación.

Adicionalmente Nyle puede asistirle en situ con el arranque de su operación de secado, capacitación en la operación y mantenimiento de su sistema. Contáctenos directamente en los EUA o a nuestro representante internacional más próximo a usted para recibir un estimado por este servicio adicional.

*\*El valor R refiere a la resistencia térmica en los EUA, el número indica el grosor del material. En otros países es típicamente indicado en m<sup>2</sup>.°C/W*



Sistema típico para el horno de deshumidificación Nyle L200

### **¿COMO DETERMINO EL TAMAÑO DEL SISTEMA QUE NECESITO?**

El primer paso es proyectar cuánta madera piensa secar en un año. Luego calcular el tiempo de secado para cada una de las especies que secará; con ello se puede calcular el tamaño de horno que necesitará.

Por ejemplo, si necesita secar 500,000pt (pies tabla) de roble por año; y sabemos que roble fresco recién salido del aserradero toma cerca de 28-30 días para secar. Entonces podrá secar 12 cargas por año y cada carga tendrá que ser de 42,000pt para los 500,000pt que necesita secar por año. Eso significa que podría construir un horno de una sola cámara de 40-45,000pt, o de dos cámaras de 20-25,000pt. Para información más específica, vea el Cuadro de Capacidades en la página 16. Por favor contacte a Nyle para saber las diferentes opciones de tamaños.

### **¿PUEDO SECAR DIFERENTES ESPECIES Y ESPESORES DE MADERA EN UN MISMO HORNO?**

No es una buena idea mezclar las especies, ni espesores de diferentes contenidos de humedad en un solo horno, pues toda la madera tendrá que ser secada en base al horario de la especie más lenta de secado o de mayor espesor. Toda la madera en el horno secará a la misma velocidad, y eventualmente el contenido de humedad se igualará en el paquete. Por lo tanto, si va secar varias especies y espesores de madera durante el año, es preferible utilizar cámaras de secado más pequeñas antes que una grande; manteniendo de esta manera cada especie y espesor en su propia cámara. Si va secar madera que fue pre-secada al aire y todo está abajo 25% de contenido de humedad, entonces si puede mezclar las especies sin problemas.

Generalmente no cuesta mucho más tener hornos más pequeños que uno grande, y los beneficios de flexibilidad, tiempo de abastecimiento, y control de los procesos de secado favorecerán a múltiples cámaras pequeñas sobre una grande. Si está sólo secando una especie y espesor de madera al mes, un solo horno será apropiado.

### **¿DEBE DE ESTAR LA UNIDAD DE SECADO DENTRO DEL HORNO O EN UN CUARTO DE CONTROL?**

Generalmente, la configuración más eficiente es tener el gabinete con el fuelle y serpentina dentro de la cámara de secado, con el compresor, y los controles electrónicos en un cuarto de control. Esto ofrece el mejor ambiente para la maquinaria al mismo tiempo reduce costos de instalación y operación. Sistemas pequeños que operan a temperaturas más bajas a menudo tienen el compresor dentro de la cámara de secado. Nyle puede diseñar y construir a pedido sistemas basados en sus requisitos específicos.

### **¿QUE ES ACONDICIONAMIENTO?**

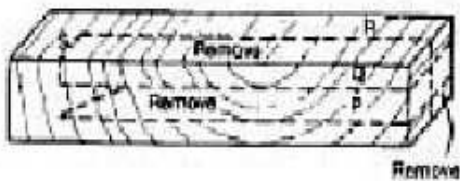
Acondicionamiento es agregar humedad a la superficie de la madera para aliviar cualquier estrés que ocurre en la superficie exterior, la cual seca y se encoge más rápido que la parte interior de la madera.

Hay muchas causas para que se presente stress en la madera, una es como la madera fue aserrada, otra el origen del árbol, donde ha crecido; pues si el árbol creció en el lado de una colina puede presentar estrés del declive. Sin embargo, no todas las especies son propensas a estrés, y/o el uso final de la madera puede no requerir alivio de estrés. Por ejemplo, si la madera va ser cepillada por los 4 lados; pero en la mayoría de los casos el estrés en la madera puede causar pérdidas. Por ello acondicionamiento es necesario.

Si usa un horario de secado no apropiado, puede causar que la superficie exterior de la madera seque mucho más rápido que el interior, y esta tenderá a encogerse y estirarse. Este estrés permanecerá hasta que la madera está seca. Si no es aliviada puede causar que la madera se deforme aun después de secada, especialmente cuando se está trabajado. Nyle recomienda hacer una "prueba de estrés" al final del proceso de secado para saber las condiciones de la madera.

Madera secada previamente al aire tiende a tener menos estrés debido a las variaciones climáticas que va experimentado. Pero el secado al aire ofrece poco control sobre la velocidad de secado, así que fácilmente pueden ocurrir daños en algunas maderas duras, (vea páginas 6, 7).

Si la madera no es utilizada inmediatamente al salir del horno, con el tiempo se condicionará naturalmente, entrara en balance con el medio ambiente.



## CUADRO DE CAPACIDADES

Este cuadro puede ser utilizado para comparar los tiempos de secado, producción anual, y costo de energía eléctrica\* para secar una carga de 1,000 pies tablares de madera. Recuerde, un horno Nyle es una inversión, y debe ser mirado como tal. En consecuencia el retorno de su inversión tiene que tomar en cuenta las variaciones en el valor de la madera, el costo de la cámara de secado, y la cantidad de madera secada durante un año. Este cuadro muestra de cerca a lo que usted encontrara en la mayoría de las aplicaciones de secado.

Diferentes tipos de madera son secados a diferentes velocidades; para mostrar esto en este cuadro, hemos dividido las especies más comunes en 3 grupos de maderas de secado más o menos semejantes bajo parámetros similares:

Grupo 1- Maderas blandas que necesitan ser secadas rápidamente para evitar hongos y manchas y algunas maderas duras de secado rápido. Entre ellos: Pino, Abeto, Cedro, Álamo, Álamo Temblón

Grupo 2- Maderas duras de secado medio, entre ellos: Cerezo, Abedul, Arce, Ceniza, Haya, Nogal, Olmo

Grupo 3- Maderas duras que tienen que secarse lentamente para evitar grietas y apanalados. Entre ellos: Roble Blanco, Roble Rojo, Olmo

Parámetros: Temperatura exterior 50°F (10°C)/ Una cámara de secado dimensionado para tamaño de los paquetes de madera/ Madera de 4/4 (1" o 25.4mm)/ Pre-secado eléctrico/ Costo de electricidad 10c/. de Dólar por Kw

		Contenido de Humedad De recién cortado a 7%		Contenido de Humedad De 30% a 7%	
Grupo	Tamaño de Producción	Días de Secado	Costo de Producción	Días de Secado	Costo de Producción
Nyle	Madera Pies Tabla Pies Tabla MBF*	en Anual en Secado por Anual en Secado	en Anual en Secado por Anual en Secado	en Anual en Secado por Anual en Secado	en Anual en Secado por Anual en Secado
L5013	3007,80013	\$46.50	27,000	\$13.14	
	260012,00018	\$44.00	43,800	\$16.38	
	31,00010,00036	\$44.20	24,000	\$18.41	
	11,50043,00012	\$44.27	180,000	\$11.56	
L20023,00048,00022	\$41.27	135,000	\$15.66		
	34,00040,00035	\$44.31	88,000	\$19.23	
	12,00080,0009	\$44.18	208,000	\$13.18	
L30026,000114,00019	\$32.92	198,000	\$18.29		
	38,00096,00030	\$38.58	192,000	\$19.61	
	13,000135,0008	\$43.21	360,000	\$16.67	
L50028,000320,00022	\$45.24	264,000	\$17.12		
	312,000144,00030	\$46.11	312,000	\$19.61	
	110,000400,0009	\$41.82	1,200,000	\$14.73	
L1200S220,000400,00018	\$43.69	1,040,000	\$16.26		
	330,000360,00028	\$46.94	900,000	\$19.36	
*MBF equivale a 1,000 pies tabla (2.36m³) y el cuadro está basado en costo de 10c/. de Dólar por kw/h					

## ¿QUE RENTABLES SON LOS HORNOS DE SECADO NYLE?

### CONSIDERE ESTE EJEMPLO

El precio de Roble Rojo recién cortado en EUA oscila en \$800,00/MBF (\$0.80/pt) y Roble Rojo secado en horno se vende a precio de mayoreo en \$2,500.00 (\$2.50/pt). El costo de secar roble en el modelo L200 (de ejemplo) es \$44.31/MBF (\$0.044/pt) en electricidad y aproximadamente \$15.00/MBF (\$0.015/pt) de costo en la manipulación de material. Con estos números, su renta potencial por pie tabla es \$1.64 ( $\$2.50 - \$0.80 - \$0.044 - \$0.015 = \$1.641$ )

También asumamos que los costos para construir la cámara son casi iguales al costo del equipo, y que se amortizará sobre siete años. Un L200 con cámara podría ser instalado por \$12,00.00 (antes de flete).

Siendo que el L200 es capaz de secar 40.000 pies tablares de Roble verde por año, con un año de amortización de \$1360 por el equipo y cámara de secado; su ganancia potencial por año es: \$64,240

Cálculo hecho de la siguiente manera:

$(40,000\text{pt} / \text{año} \times \$1,64)$  producción anual para secar roble fresco a 7% contenido de humedad x (multiplicado) por renta potencial en pies tabla después de substraer costos de producción.

Menos: \$1360 amortización

Total rentabilidad anual = \$64.240.

Trate esta ecuación con números de su propio mercado, y haga los cálculos comparativos con otras alternativas de secado. Solo recuerde utilizar la producción anual y la correcta eliminación del contenido de humedad. Encontrará que entre unidades igualmente valoradas, los hornos de secado Nyle superan a la competencia ¿Por qué? Porque los hornos de secado Nyle tienen compresores más grandes para más capacidades, y tecnología patentada para lograr la más alta eficiencia sobre una amplia gama de condiciones de operación.

Haga la matemática usted mismo. No le tomará mucho para ver qué compañía le ofrece el mejor valor y mejor retorno de su inversión.

El L1200S y el L200 son dos de nuestros hornos de la serie L para secados de máximo rendimiento. Nyle también fabrica sistemas más grandes para nuestros hornos de la serie HT, y sistemas para secado a temperatura mucho más altas para nuestros hornos de la serie VHT. En adición Nyle también tiene sistemas especializados para secar cuero, alimentos, hélices de helicóptero, y muchos otros artículos únicos. Consúltenos!





*Horno Tipo Contenedor con Un Sistema Nyle L500 con Capacidad para 5,000 Pies Tablares*

## **LIDER MUNDIAL EN SECADO DE MADERA RENDIMIENTO Y EFICIENCIA**

- HORNOS DH DE CALIDAD DE 300 A 350,000 PIES TABLARES
- PRE-SECADO HASTA 800,000 PIES TABLARES
- SISTEMAS CONVENCIONALES DE VAPOR O AGUA CALIENTE
- ESTERILIZADORES DE TARIMAS
- ASISTENCIA TÉCNICA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
- RESPALDO DE CALIDAD POR LA VIDA DE SU SISTEMA

**LLAMENOS A NUESTROS TELÉFONOS: 2924.8467 | 2924.5466**

E-mail: [spezialsa@gmail.com](mailto:spezialsa@gmail.com)

---

VISITE NUESTRAS PAGINAS DE INTERNET

[www.spezialsa.com](http://www.spezialsa.com)