

# INTRODUCCION DE SECADO AL HORNO

RESPUESTAS DIRECTAS  
A 24 PREGUNTAS IMPORTANTES

## AQUÍ ESTA UN EJEMPLO:

- ¿Porque 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 que necesito?
- ¿Los hornos DH son más caros de operar que los hornos convencionales?
- ¿Qué es el Sistema XDH de Nyle?
- ¿Qué tipo de sistemas de calentamiento deben de ser usados para el calentamiento inicial?



Producto de:



## CONTENIDOS

### READLIDADES 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?	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 Secado por Cobertizo/Ventilado?	7
¿Qué es Pre secado?	8
¿Qué es Secado al Horno?	8

### DIFERENTES TIPOS DE SECADO AL HORNO

¿Qué es un Horno Solar?	9
¿Qué es un Horno Convencional?	9
¿Qué es un Horno al Vacío?	10
¿Qué es un Horno Deshumidificador?	10

### READLIDADES SOBRE LOS HORNOS DE DESHUMIDIFICACIÓN

¿Son los Horno Deshumidificadores más caros de operar que los Hornos Convencionales?	11
¿Los Horno Deshumidificadores son tan rápidos como los Hornos Convencionales?	11
¿Qué es el Sistema XDH de Nyle?	12
¿Puede hacerse el ajuste de tono de temperatura en Pino?	13
¿Cómo diseño la Cámara de Secado?	14
¿Cómo determino el tamaño del Sistema que necesito?	15
¿Debe de estar la unidad de secado dentro del horno o en un cuarto de operación?	15
¿Qué es Acondicionamiento?	16

### CUADRO DE CAPACIDADES

¿Qué Rentables Son las Maquinas Nyle?	18
---------------------------------------	----



72 Center Street  
Brewer ME 04412-2604  
USA

Producto de:



## EL LIDER MUNDIAL EN SISTEMAS DE SECAR DE MADERA

Desde 1977, Nyle ha estado construyendo los hornos de secar madera más eficiente del mundo. Promovimos el desarrollo del secado por deshumidificación como un método de secado práctico y económico. Hoy nuestros sistemas marcan el estándar para rendimiento y eficiencia alrededor del mundo.

Los Sistemas de Secado Nyle son fáciles de Instalar y usar, y aún le dan el poder, control de precisión, y la sobresaliente confiabilidad para un rendimiento de sacado Óptimo que necesita en casi todas las aplicaciones de secado. Nuestro sistema XDH patentado, un logro en secado por deshumidificación, 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 desfogan aire caliente desperdiciando de esa manera energía; nuestro sistema de deshumidificación de recuperación total usa 60% a 80% menos energía, por consiguiente opera con menos costos operacionales.

## #1 EN CALIDAD Y SERVICIO

Con Nyle, usted obtiene el tipo de potencia que otras compañías no pueden ofrecerle. Le damos hasta tres veces más potencia por dólar que algunos de nuestros competidores. Le damos para comenzar y para terminar y durante todo el año confiabilidad. Nuestras unidades poseen características extras de calidad como gabinetes de aluminio resistentes a la corrosión, y serpentinas de deshumidificación que están recubiertas con una capa especial. 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 no solo obtiene sistemas excepcionales, pero mucho más. Obtendrá también 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 la recomendación correcta que necesita, pues somos el más grande fabricante de sistemas de secado por deshumidificación en los EEUU. Si no está seguro que tamaño de sistema de secado necesita, o como mejor diseñar o construir su cámara de secado, no le daremos respuesta por vender: le daremos un análisis realístico de los números, y respuestas honestas del tipo de sistema que para usted trabajara mejor.

## LO INVITAMOS A LLAMARNOS

Gustosamente hemos preparado este folleto para contestar algunas de sus preguntas sobre secado de maderas. Refiere 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

### ¿PORQUE SECAR MADERA?

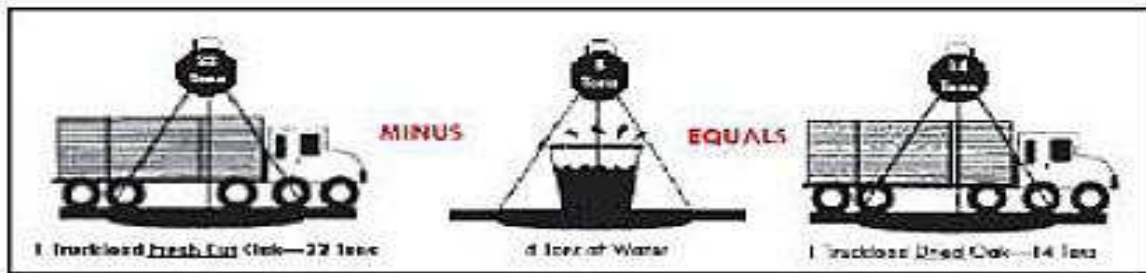
Madera recientemente cortada contiene una gran cantidad de agua. Si el agua no es quitada, la madera no puede ser usada para producir un producto terminado de buena calidad. Madera apropiadamente secada se vende por un precio más alto y es mucho más fácil para trabajar que madera que no ha sido secada. 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. Madera que no está seca bajo condiciones controladas es susceptible a fisuras, manchado, y otras degradaciones que rebajan su precio de venta y su viabilidad de ser trabajada. Con un horno de deshumidificación Nyle, el secado exitoso de madera es fácil y económico para virtualmente cualquier tamaño de operación.

### CUANTA AGUA HAY EN LA MADERA?

Bastante. En verdad, algunas especies de madera son más de la mitad agua en términos de sus pesos cuando están recién cortadas.

El contenido de humedad en la madera es generalmente expresado como un porcentaje de su peso seco. Por ejemplo, si una tabla recién cortada pesa cinco libras por pie tabla y luego de haber sido secada en un horno a 0% contenido de humedad pesa 3 libras por pie tabla, esto significa que tenía dos libras de agua en cada pie tabla. Dos libras de agua comparado al peso seco de la madera de tres libras por pie tabla es un ratio de 2:3—entonces la madera tiene un contenido de humedad de 2/3 o 67%. Eso es similar al roble, por ejemplo, que es usualmente tiene cerca de 68% contenido de humedad cuando recién está cortado.

Es realmente sorprendente cuánta agua tiene que ser extraída de la madera para hacerla conveniente para productos terminados. Tome el ejemplo de una camionada de roble. Roble recién cortado pesa alrededor de 5.4 libras por pie tabla. Entonces una camionada de 8,000 pies tablares pesa alrededor de 43,560 libras—un poco más bajo de 22 toneladas. Una vez que extraiga suficiente agua para reducir el contenido de humedad del roble a 6%-8%; la camionada va pesar 28,000 libras, o alrededor de 14 toneladas. Peso por pie tabla es alrededor de 3.5 libras. Esto significa que para secar completamente una camionada de 8,000 pies tablares de roble, tiene que quitar 15,500 libras de agua—casi ocho toneladas! Es por eso que es bien importante escoger el sistema correcto de secado y usando el método 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 existe en forma líquida y puede ser extraída de la madera relativamente fácil. El “agua latente” es agua que llega a ser parte de la misma fibra de la madera y es más difícil de quitar.

Cuando la madera está seca, la primera cosa que pasa es que el agua suelta se evapora hasta que la madera se rebaja a lo que es llamado “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 está debajo de la saturación de la fibra y el agua latente comienza 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 que es comúnmente indagada, pero más importante es saber la especie actual de la madera que si sólo es madera dura o madera blanda. Los términos madera-dura y madera-blanda generalmente se refieren a si la madera proviene de un árbol con hojas anchas (madera-dura) o a un árbol con hojas tipo agujas (madera-blanda). Algunas maderas-duras son actualmente más blandas que muchas maderas-blandas, entonces no hay un método general de secado que aplique como regla a todas las maderas-duras o a todas las maderas-blandas.

Especies diferentes requieren ser secadas a diferentes temperaturas y diferentes velocidades para producir los mejores resultados. El Roble tiene que ser secado despacio o se degrada malamente. El Pino necesita ser secado más rápidamente o se mancha o le crece 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 cada especie de madera para producir los mejores resultados. Verifique con su representante de Nyle para obtener información en el secado de especies particulares.

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

La madera siempre está tratando de entrar en equilibrio con el aire que la rodea, entonces su contenido de humedad puede cambiar algo después de haber sido secada. En clima seco, la madera cede agua al

aire igualándose hasta que está seca con el aire. Cuando el clima es más húmedo, la madera absorbe agua del aire. La madera se expande cuando absorbe agua, y se encoge cuando cede agua. En los peores casos de condiciones climatizadas de invierno de los climas del norte, la madera puede ceder agua al aire seco y secar con un contenido de humedad de hasta 6%. Y en verano con clima húmedo puede absorber 15% a 16% de humedad. Si la madera seca es expuesta al aire libre lo suficiente, eventualmente alcanzará 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 de la fibra de saturación, alrededor del 28% de contenido de humedad.

Si la superficie externa está más abajo que el 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 si esto continua hasta que la superficie resulte demasiado 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. 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.



*This type of costly splitting can be eliminated with controlled kiln drying*

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

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

Si. La industria de la madera generalmente usa términos en múltiplos de cuartos-de-pulgada para referirse al espesor de la madera. Por consiguiente, una tabla de una-pulgada de espesor es referida como 4/4, una tabla de una-pulgada-y-media es referida como 6/4, etc. Hablando en términos generales, el tiempo de secado es aproximadamente proporcional al espesor. Esto es, el secado de 8/4 de madera usualmente toma un poco más que el doble de tiempo que para secar 4/4.

## DIFERENTES METODOS DE SECADO

### ¿QUE ES SECADO AL AIRE?

Secado al aire se refiere al secado que ocurre usando el viento natural y sol. La madera es amontonada sobre separadores y colocada en una manera que permite que los vientos predominantes soplen a través de la pila y la sequen. El secado depende estrictamente del clima, que puede secarla demasiado rápida causando agrietamientos y daños, o secarla demasiado lenta, que es caro. Para que la madera sea usada para muebles o para otros productos terminados que requieren un contenido de humedad de

6–8%, solo el secado al aire no puede hacer todo ese trabajo. 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 es a menudo la manera más cara de secar una vez que se incluye el interés en el dinero detenido, el costo de la labor, costos asociados al uso de la tierra, y principalmente las pérdidas por degradación.

### ¿QUE ES SECADO BAJO COBERTIZO?

La lluvia y el sol directo pueden dañar severamente la madera cuando se está secando al aire libre. En lugar algunas personas colocan la madera bajo un techo o cobertizo para protegerlo de los elementos. Esto aumenta en algo la calidad sobre el secado al aire, pero extiende el tiempo de secado. También requiere una inversión en la construcción del cobertizo— y todavía no permite mucho control sobre otros factores como la humedad, flujo de aire, y temperaturas.

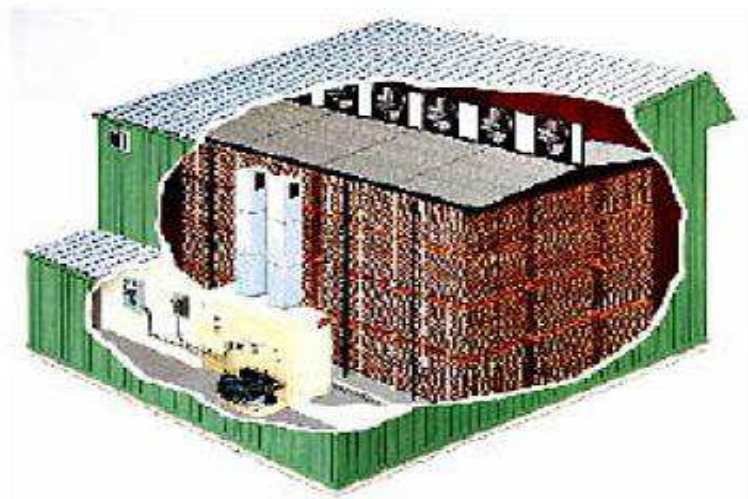


### ¿QUE ES EL SECADO POR AIRE FORZADO, O SECADO POR COBERTIZO/VENTILADO?

Esto es el secado bajo cobertizo como esta descrito arriba, excepto que se usan ventiladores para forzar aire a través de la madera en lugar de fiarse del viento natural. Esto es más rápido que el secado al aire o secado bajo cobertizo, pero los costos para operar los ventiladores son bastante altos. También, la inversión de capital es bastante alta en proporción a la cantidad del secado que puede ser logrado.

### ¿QUE ES PRE-SECADO?

El pre-secado es utilizado para extraer la mayor parte del agua suelta de la madera antes 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. Aunque cuesta casi lo mismo construir un pre-secador como un horno cuando se compara costos en base a su producción anual, actualmente cuestan más operar un pre-secador que un horno de secado, pues requieren 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.



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

### ¿QUE ES SECADO AL HORNO?

En un secado a horno, la madera es colocada en una cámara donde el flujo de aire, temperatura, y humedad son controladas para proporcionar un secado tan rápido como puede 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, Deshumidificación, y Solar.

## DIFERENTES TIPOS DE SECADOS AL HORNO

### ¿QUE ES UN HORNO SOLAR?

Hay varios tipos de hornos solares, pero todos dependen generalmente de algún tipo de colector solar para proporcionar energía en forma de calor que evapora el agua de la madera. A diferencia de calentar una oficina o casa con energía solar, en el secado de madera no es posible reducir los requerimientos de calor al punto donde el calor solar pueda ser competitivo. Cuando tiene que extraer una cierta cantidad de agua de una cierta cantidad de madera, necesita una cierta cantidad de calor total para hacerlo, y ese requisito de calor no puede ser cambiado.

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 son altos— por causa del largo tiempo que se tienen que hacer funcionar los ventiladores, haciendo que el secado solar resulte bastante 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 DH pues el tiempo de secado es mucho más largo.



### ¿QUE ES UN HORNO CONVENCIONAL?

Un horno convencional utiliza el calor proporcionado sea por vapor o serpentinas de agua caliente, o un quemador para calentar la cámara del horno y quitar agua de la madera. El agua extraída de la madera es transformada a vapor de agua por evaporación, y luego expulsada del horno conjuntamente con aire caliente. Este proceso toma mucho calor y requiere un constante recalentamiento de aire, así que estos sistemas no son tan eficientes de energía como los hornos de deshumidificación. Para extraer una libra de agua de la madera, un horno convencional tiene que atraer cerca de 400 pies cúbicos (o 12 metros cúbicos) de aire, calentar el aire, y luego expulsarlo con el agua evaporada. Entre calentar estas cantidades grandes de aire y calentar el agua para evaporarla, los hornos convencionales requieren calor bien alto. Pueden proporcionar una calidad muy buena de madera si son proporcionados con un método de control bueno, pero su consumo de energía es mucho más alto que de un horno de deshumidificación.

### ¿QUE ES UN HORNO AL VACIO?

Cuando la madera es colocada en un horno al vacío, el agua hierve rápidamente. Los hornos al vacío se valen de este hecho para lograr tiempos de secado que usualmente son sólo una fracción del tiempo requerido en hornos convencionales o de deshumidificación. Sin embargo, una desventaja mayor de los hornos al vacío es que las cámaras de secado son pequeñas, así que estos hornos no pueden secar grandes cantidades de madera en una sola tanda. 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 a los hornos convencionales. Los costos de operación son generalmente tres a cuatro veces más altos que los costos de los hornos de deshumidificación. También Los costos iniciales y de inversión son mucho más altos, y los costos de manipulación son también altos a causa de las cargas más pequeñas. El secado desigual es también un problema. Cuando el costo de la producción anual es comparado en base al costo por mil pies tablares, 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.

### ¿QUE ES UN HORNO DESHUMIDIFICADOR?

Un horno de deshumidificación utiliza una bomba de calor para extraer el agua de la madera. Una ventaja primaria de este tipo de sistema es que continuamente recicla el calor en vez de desfogar aire caliente fuera, como lo hace un horno convencional. Entonces es más eficiente en el uso de energía y su costo de operación es generalmente más bajo. Esto es verdad no obstante que un horno de deshumidificación utiliza energía eléctrica para hacer funcionar: los ventiladores, el fuelle que jala el aire sobre la serpentina de deshumidificación, y el compresor de refrigeración; mientras que un sistema convencional utiliza combustible menos caro como gas o madera. La razón por la que un sistema de deshumidificación cuesta menos de operar, aunque el sistema convencional queme combustibles

menos caros, reside en la capacidad del sistema de deshumidificación de conservar energía por reciclar calor. Siendo el calor constantemente reciclado, la cantidad de electricidad requerida por el sistema es pequeña, y al final resulta 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 calentado, (usualmente comenzando con un calor de acerca de 85°F o 29° C) es circulado sobre la madera con ventiladores separados de circulación, evaporando el agua contenida en la madera. Entonces el aire caliente y húmedo pasa sobre una serpentina de refrigeración donde es enfriada a acerca de 60°F (15° C). En la serpentina de refrigeración, el vapor de agua se condensa en forma de líquido que se drena fuera como una corriente de agua fría—en vez de salir expurgada como una nube de vapor transportado por aire caliente, como en un horno convencional.

Cuando el aire es enfriado en la serpentina de refrigeración, inmediatamente el calor extraído es utilizado de nuevo por el sistema para calentar el aire otra vez. La eficiencia del uso de energía por regreso del calor es tanta que cada vez que este proceso ocurre, el aire sale del deshumidificador a una temperatura aun más caliente que cuando entró. Así como la temperatura del aire se eleva, ultimadamente puede alcanzar temperaturas tan altas como 160°F (72° C), o aún tan altas como 225°F en nuevo sistema VHT de Nyle. Si la temperatura llega a ser más alta que la deseada, el operario puede descargar el calor excedente al exterior. Los hornos de deshumidificación son muy fáciles de operar y son muy populares con principiantes en secado madera. También son populares con operarios experimentados que desean un sistema que requiere atención mínima para conseguir un secado cero defectos. Generalmente deshumidificación es lo menos caro de operar e instalar por amplio margen. Los tiempos de secado con un horno XDH de Nyle son casi los mismos que 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. Antes que todo, un horno de deshumidificación es mucho más eficiente en el uso de energía, reduciendo los costos operacionales dramáticamente, comparado a un horno convencional. Adicionalmente, con un horno convencional se tiene que amortizar el alto costo de la caldera, y se tiene que pagar impuestos y seguro adicionales, además tiene costos más elevados de manejo y mano de obra para su operación. Cuando agrega todo eso, los hornos de deshumidificación son generalmente mucho más económicos.

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 RAPIDOS COMO LOS HORNOS CONVENCIONALES?

Para maderas duras, y maderas blandas de calidad, un deshumidificador dimensionado apropiadamente secará tan rápido como un horno convencional. Si tiene un deshumidificador de baja temperatura que tiene una 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 (CH). De 30% de CH hacia abajo, la temperatura hace diferencia, uno de 120°F (50°C) toma cerca de 2½ veces más tiempo para esta parte del ciclo. Mire el cuadro en la página 16 por tiempos de secado típicos. Ahora Nyle ha desarrollado un sistema de deshumidificación que opera a temperaturas tan altas como 220° F (104°C), Nyle puede emparejar casi cualquier tiempo de secado de los hornos convencionales.

### ¿QUE ES EL SISTEMA XDH DE NYLE?

El Sistema XDH de Nyle es una característica auto-reguladora patentada por Nyle. Incrementa la eficiencia de operación del sistema y permite al sistema de deshumidificación operar a temperaturas tan altas como 160°F (72° C). Ningún otro sistema de deshumidificación vendido en Norteamérica 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 del sistema. Esto hace operar al ciclo de deshumidificación con óptima eficiencia, 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; y prolongando 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 sobre la madera afecta la velocidad de secado y provee un secado parejo. Usted debe hablar con el fabricante del horno sobre la velocidad del aire para estar seguro que la velocidad del aire en el horno sea adecuada para la especie y espesor de la madera que seca y el tipo de horno que utiliza. Generalmente, madera más mojada requiere una velocidad más alta de aire a través de la madera. Si el aire sopla sólo para 4 o 8 pies de madera, los requisitos de flujo de aire son menos.

### ¿DEBEN DE INVERTIRSE LOS VENTILADORES?

Los ventiladores se invierten generalmente en hornos más grandes. Esto previene el secado desigual forzando entrar el aire en la pila de madera primero de una dirección y luego del otro. También corrige lugares sin flujo de aire que pueden resultar de la manera como la madera es apilada. Generalmente, madera que esta apilada sobre 12 pies (3,5 metros) de profundidad en dirección del flujo de aire debe tener ventiladores que se invierten. Si la pila de madera es menos de 12 pies de profundidad, invirtiendo los ventiladores no harán ninguna diferencia significativa en el secado.

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

Para comenzar el proceso de deshumidificación, es necesario sólo calentar el horno cerca de 85F (29°C). Una vez comenzado, el proceso se alimenta asimismo reciclando el calor recuperado del aire. El calentamiento inicial puede ser hecho con casi cualquier tipo de sistema de calefacción. Usualmente,

pequeños hornos u hornos de una sola cámara utilizan calor eléctrico, porque el dinero adicional requerido para un tipo de sistema de calentamiento más tradicional no hace sentido económico pues el calor es utilizado solo durante unas horas al mes. Cuando son utilizados hornos más grandes o más cámaras son agregadas, entonces puede hacer sentido instalar una caldera a gas, petróleo o madera para proporcionar calor 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 estimados de los costos operacionales para ayudarlo con esta decisión. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el calor eléctrico provee la elección más económica para el calentamiento inicial.

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

Cuando maderas blandas son secadas, se tiene que ajustar el tono en la temperatura al final del ciclo de secado. Por ejemplo, si el último paso del secado es 120F (aproximadamente 50C), entonces la madera tiene que someterse otra vez encima de esa temperatura antes que el tono comience a actuar. Algunas lijadoras de alta velocidad utilizadas por grandes fabricantes de muebles calientan la madera a 160° F, entonces estos fabricantes requieren que el tono de la madera sea ajustada a esa temperatura para evitar malgastar las correas lijadoras. Si el tono tiene que ser ajustado, entonces tiene que ser hecho al final del ciclo de secado calentando la madera a la temperatura necesaria. Esto puede ser hecho incluso si el deshumidificador no fue hecho para operar en esa temperatura, porque durante el ajuste del tono usted no está extrayendo agua con el deshumidificador, usted solo está aplicando calor.

### ¿COMO DISEÑO LA CAMARA DE SECADO?

La cámara para un horno de deshumidificación puede ser construida de madera, bloques de concreto, acero, aluminio, o casi cualquier combinación de estos materiales. Es importante que la cámara sea compactada y aislada a acerca de R-30. Casi todas las cámaras de los hornos bajo 25.000 pies de la tabla (60m<sup>3</sup>) son con marco de madera. Un marco de madera es bastante fácil de aislar apropiadamente, y es construido básicamente como un garaje bien aislado. En Nyle, nosotros le proporcionamos las delineaciones técnicas y asesoramiento de un experto en la construcción de la cámara de secado.



Generalmente, el primer paso es de determinar la pila de madera apropiada para las necesidades del operador. Luego la cámara es diseñada alrededor de esa medida. Una cámara bien aislada y compactada sirve dos propósitos importantes: permite la recuperación de tanto calor como sea posible para proporcionar un secado de bajo costo; y previene daños a la madera que pueden resultar de la pérdida del control de la temperatura y humedad cuando hay filtraciones de aire y pobre aislamiento. Un aislamiento apropiado es crítico igualmente en climas calientes como en climas fríos.

Nyle le puede ayudar con el diseño de su horno, o proveer un sistema completo llave-en-mano, con todo incluido, 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 yarda y operación. Algunos fabricantes proveen cámaras de secado completas. Nyle puede proveer también cámaras pre-fabricadas, pero generalmente estas no son tan efectivas que lo que se puede construir usando materiales disponibles localmente. La decisión para usar una cámara pre-fabricada no está basada en costos de operación o efectividad, pero más en cuanto quiere gastar.



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 figurar el tiempo de secado para cada una de las especies las especies que secará, y con ello puede calcular el tamaño de horno que usted necesitará.

Por ejemplo, si necesita secar 500.000 pies tabla de roble por año. Roble fresco recién salido de la sierra, toma cerca de 28-30 días para secar, así que podrá secar 12 cargas en un año. Cada carga deberá ser de 42.000 pies tablares para darle los 500.000 pies de tabla que usted necesita secar por año. Eso significa que podría construir un horno de una sola cámara de 40-45,000 pies tablares, o de dos cámaras de 20-25,000 pies tablares. Para información más específica, vea el Cuadro de Capacidades en la página 17.

No es una buena idea mezclar las especies, los espesores, ni contenido de humedad de la madera en un solo horno, pues toda la madera tendrá que ser secada basada en el horario de la especie más lenta de secado o menor espesor. Toda la madera en el horno secará en la misma velocidad, y el contenido de humedad se igualará en la carga. Por lo tanto, si usted va estar secando varias especies y espesores de madera durante el año, es preferible utilizar cámaras de secado más pequeñas antes que una grande, así que puede mantener cada especie y espesor en su propia cámara de secado. Si usted está secando madera previamente secada al aire, y si todo está abajo 25% de contenido de humedad, entonces 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 cargado, y control de los procesos de secado favorecerán múltiples cámaras más pequeñas sobre una sola grande. Si usted está sólo secando una especie y espesor de madera en un mes, un solo horno sería apropiado. Por favor contacte Nyle para hablar sobre las diferentes opciones de tamaños.

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

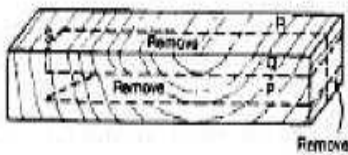
Generalmente, la configuración más eficiente es tener el gabinete con el fuelle y serpentina dentro de la cámara del horno, con el compresor, y controles electrónicos en el cuarto de control. Esto ofrece el mejor ambiente para la maquinaria al mismo tiempo reduce costos de instalación y operación. Sistemas 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 de nuevo a la superficie de la madera para aliviar cualquier estrés que ocurre en la superficie exterior, la cual seca se encoge más rápido que el interior. Estrés también puede ocurrir por la manera cómo la madera fue aserrada o donde el árbol ha crecido. Un árbol que crece en el lado de una colina o montaña puede presentar estrés del declive.

Si no se usan horarios apropiados de secado, la superficie exterior de la madera secará mucho más rápida, y la superficie externa tenderá a encogerse más que el interior, y es "estirada". Este estrés permanecerá hasta que la madera sea secada, y si no es aliviada puede causar que la madera se deforme, especialmente cuando esta se está trabajado. Nyle recomienda a las personas que hagan una "prueba de estrés" al final del proceso para saber el estatus de la madera. Madera secada previamente al aire tiende a tener menos estrés al final del proceso de secado debido a las variaciones climáticas que va experimentado. 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. No todas las especies son propensas a estrés, y el uso final de la madera puede no requerir alivio de estrés. Por ejemplo, si la madera va ser cepillada por los 4 lados, el estrés en la madera causara perdidas.



### CUADRO DE CAPACIDADES

Este cuadro puede ser utilizado para comparar los tiempos de secado, producción anual, y costo eléctrico para secar una carga de madera. Recuerde, un horno Nyle es una inversión, y debe ser mirado como tal. El retorno en la 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 demostrará de cerca a lo que usted verá en la mayoría de las aplicaciones.

Diferentes tipos de madera son secados a diferentes velocidades; para reflejar eso, en este cuadro hemos agrupado maderas de secado semejante. Como es que algunas maderas, como maderas blandas, necesitan ser secadas rápidamente para evitar hongos y manchas, mientras que algunas maderas duras, como Roble tienen que ser secadas lentamente para evitar grietas y apanalados.

Grupo 1—Pino, Abeto, Cedro, Álamo, Álamo Temblón (maderas blandas y maderas duras de rápido secado)

Grupo 2—Cherry, Abedul, Arce, Ceniza, Haya, Nogal, Olmo (maderas duras de secado medio)

Grupo 3—Roble (blanco y rojo), Olmo (maderas duras de secado lento)

Este cuadro está basado en costo de 10c/. de electricidad por kWh, temperatura exterior 50°F (10°C), edificio dimensionado para el tamaño de la carga y como edificio separado. Este cuadro asume pre-secado eléctrico. Los tiempos de secado están basados en el secado de madera de 4/4 (1", 25 mm). Generalmente madera más gruesa tomará más tiempo en secar, y tiene que ser secado más despacio.

MBF = 1000 Pies Tabla (2.36m<sup>3</sup>)

bf= pie tabla

Modelo	Grupo de Madera	Tamaño de Carga Pies Tabla	Contenido de Humedad de Verde a 7%			Contenido de Humedad de 30% a 7%		
			Producción Anual en Pies Tabla	Días de Secado	Costo de Secado por MBF	Producción Anual en Pies Tabla	Días de Secado	Costo de Secado por MBF
L200	1	1,500	43,000	12	\$44.27	180,000	3	\$11.56
	2	3,000	48,000	22	\$41.27	135,000	8	\$15.66
	3	4,000	40,000	35	\$44.31	88,000	16	\$19.23
L300	1	2,000	80,000	9	\$44.18	208,000	3	\$13.18
	2	6,000	114,000	19	\$32.92	198,000	11	\$18.29
	3	8,000	96,000	30	\$38.58	192,000	15	\$19.61
L500	1	3,000	135,000	8	\$43.21	360,000	3	\$16.67
	2	8,000	320,000	22	\$45.24	264,000	8	\$17.12
	3	12,000	144,000	30	\$46.11	312,000	14	\$19.61
L1200S	1	10,000	400,000	9	\$41.82	1,200,000	3	\$14.73
	2	20,000	400,000	18	\$43.69	1,040,000	7	\$16.26
	3	30,000	360,000	28	\$46.94	900,000	12	\$19.36

### ¿QUE RENTABLES SON LAS MAQUINAS NYLE?

#### AQUÍ ESTA UN EJEMPLO

Considere este ejemplo. Asuma que Roble Rojo verde se vende en \$800,00/MBF (\$0.80/bf) y Roble Rojo secado en horno se vende en \$2500,00 (\$2.50/bf). Los costos para secar son \$39,88 MBF, costos eléctricos (4¢ /bf), manejo \$15,00 (1,5¢ /bf). Con estos números, su ganancia por pie de tabla es \$2,50 - \$0,80 - \$0,04 - \$0,02 = \$1,64 por pie de tabla.

También asumiremos que el costo para construir la cámara es igual al costo del equipo, y que se amortizará esto sobre siete años. Un L200 con cámara podría ser instalado por \$12,00.00. 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:  $(40.000 \text{ bf/año} \times \$1,64) - \$1360 = \$64.240$ .

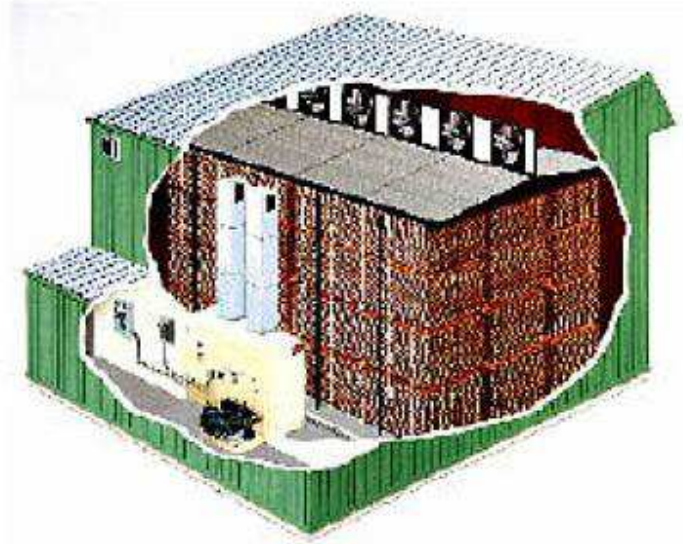
Trate esta ecuación con números de su propio mercado, entonces haga los cálculos comparativos con nuestra competencia. Recuerde utilizar la producción anual en la correcta eliminación del contenido de humedad. Encontrará que entre unidades igualmente valoradas, los hornos de secado Nyle superan a la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

Haga la matemática usted mismo. No tomará mucho para ver qué compañía ofrece lo más significativo y mejor retorno de su inversión.

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







## EL 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 TECNICA EN DISENO Y CONSTRUCCION
- 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)

Y VISITE NUESTRAS PAGINAS DE INTERNET, [www.spezialsa.com](http://www.spezialsa.com)