

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad De Ingeniería En Mecánica Y Ciencias De La  
Producción**

“Diseño de un Secador Para Madera Utilizada en la Fabricación  
de Palets Para la Exportación a Estados Unidos y a la Comunidad  
Europea Aplicando la Norma ISPM-15”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECANICO**

Presentada por:

Guillermo Anibal Castillo Villavicencio

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

## **AGRADECIMIENTO.**

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de esta tesis, a mis amigos: Ing. Verónica Aguirre, Ing. Luis Buchelli, Adolfo Vargas, Christian Larrosa, y especialmente al Ing. Ernesto Martínez por su invaluable ayuda.

## **DEDICATORIA.**

A DIOS

A MIS PADRES

A MI HERMANO

A SULI

## TRIBUNAL DE GRADUACION.

---

Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Jorge Duque R.  
VOCAL.

---

Dr. Alfredo Barriga R.  
VOCAL.

## **DECLARACIÓN EXPRESA.**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITOTAL”

(Reglamentación de Graduación de la ESPOL).

---

Guillermo Anibal Castillo Villavicencio

## **RESUMEN.**

La presente tesis y su objetivo surge de la necesidad de una empresa dedicada a la fabricación de palets y debido a la gran demanda de este producto en el mercado de exportación mundial tiene la necesidad de adquirir un secador para madera utilizada en la fabricación de palets ya que la condición para la exportación es que se debe cumplir con la norma ISPM-15.

El presente trabajo comprende el cálculo y selección de los componentes de un secador para madera a ser utilizada en la construcción de palets para exportar a EE.UU. y la Comunidad Europea.

Para el diseño se deben considerar los siguientes parámetros:

- ❖ Un secador debe ser capaz de resistir la acción del medio ambiente y las temperaturas que deberá soportar, además la humedad elevada, la expansión y la contracción causadas frecuentemente por los cambios de temperaturas y la acción de vapores ácidos que se desprenden de la madera al secarse.

- ❖ En el secado de madera:
  - Temperatura
  - Humedad
  - Ventilación
  
- ❖ En el diseño del secador:
  - Selección del tipo de secador
  - Infraestructura de la cámara de secado.
  - Sistema de calefacción y ventilación.
  - Sistema de protección contra incendios.

El factor más importante para la determinación de la cámara es la variedad de la especie de la madera y sus propiedades además de las condiciones estructurales.

Como resultado del desarrollo de esta tesis se entregaran los planos, lista de materiales, de equipos y de elementos, manual de operación y mantenimiento.

Además se presenta un detalle de costos de la construcción de este equipo, al terminar de escribir la tesis el presente proyecto se encuentra en fase de aprobación en la dirección de la empresa.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	IV
ABREVIATURAS .....	VII
SIMBOLOGÍA .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES DEL PALET	
1.1. Definición del palet .....	2
1.2. Elementos constitutivos del palet .....	4
1.2.1 Piso superior e inferior .....	4
1.2.2 El taco o bloque .....	6
1.2.3 El travesaño .....	9
1.2.4 Los patines.....	10
1.3 Descripción del proceso de fabricación de palets .....	11
1.3.1 Selección, características y propiedades del tipo de madera	11
1.3.2 Tala y transporte .....	16
1.3.3 Dimensiones del aserrado y cepillado .....	19
1.3.4 Técnica de ensamblaje de elementos .....	22



1.3.5 El voladizo, corte de ángulos y chaflán .....	29
1.4 Norma ISPM-15 para la exportación de palets.....	36

## CAPITULO 2

### 2. LA MADERA Y SUS PROPIEDADES

2.1. Propiedades de la madera .....	55
2.2. Humedad de la madera .....	66
2.3. Secado de la madera.....	71
2.4. Fases del secado de la madera .....	73

## CAPITULO 3

### 3. TEORIA DE SECADORES

3.1. Criterios para el método de secado.....	81
3.2. Tipos de secadores .....	87
3.2.1 Al aire libre .....	87
3.2.2 Presecado.....	89
3.2.3 Secadores.....	89
3.3. Descripción del secador .....	92

## CAPITULO 4

### 4. DISEÑO DEL SECADOR

4.1 Selección del tipo de secador .....	95
4.2 Infraestructura de la cámara de secado .....	96
4.3 Cálculo de la capacidad de carga de la cámara de secado .....	99
4.3.1 Cálculo del calor sensible para la madera.....	102
4.3.2 Cálculo del calor latente para el contenido de humedad ..	103
4.3.3 Determinación del tiempo de secado .....	106
4.3.4 Determinación de las pérdidas de calor .....	109
4.4 Sistema de calefacción .....	132
4.4.1 Selección del tipo de combustible .....	134

4.4.2 Selección del tipo de calentamiento .....	137
4.4.3 Diseño de la cámara de combustión .....	139
4.4.4 Control de temperatura .....	146
4.5 Sistema de ventilación .....	147
4.6 Sistema de protección contra incendio .....	154
4.7 Elementos adicionales y accesorios .....	160

## CAPITULO 5

5. CALCULO DE COSTOS .....	186
----------------------------	-----

## CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	201
--	-----

## APENDICES

## BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1.1 Palet .....	3
Figura 1.2 Piso superior de un palet.....	4
Figura 1.3 Tablas de ancho variable e igual.....	5
Figura 1.4 Piso inferior de un palet.....	6
Figura 1.5 Palets de varios tacos.....	7
Figura 1.6 Sentido de fibra de la madera.....	7
Figura 1.7 Las planchas en desbordes.....	7
Figura 1.8 Taco entrando.....	8
Figura 1.9 Palet de taco .....	8
Figura 1.10..Palet de travesaño o larguero tallado.....	8
Figura 1.11 Taco de madera precortado en el ángulo.....	9
Figura 1.12 Vistas del travesaño.....	9
Figura 1.13 Palets de varios patines.....	10
Figura 1.14 Madera laurel .....	12
Figura 1.15 Datos del laurel .....	14
Figura 1.16 Tala de árbol.....	16
Figura 1.17 Tala con sierra mecánica moderna .....	17
Figura 1.18 Apilado de los troncos.....	17
Figura 1.19 Movimiento de los troncos .....	18
Figura 1.20 Transporte de los troncos .....	19
Figura 1.21 Aserrado de la madera .....	19
Figura 1.22 Tablones de madera .....	20
Figura 1.23 Aserrado de los palets .....	21
Figura 1.24 Remachado de clavos .....	22
Figura 1.25 Unión de plancha superior y travesaño .....	23
Figura 1.26 Travesaño del palet con clavos remachados en el mismo sentido.....	24
Figura 1.27 Travesaño del palet con clavos remachados en todos los sentidos.....	25
Figura 1.28 Bandeja remachadora.....	25
Figura 1.29 Partes del clavo .....	26

Figura 1.30	Clavo con tallo liso y punta de diamante .....	27
Figura 1.31	Clavo con tallo liso y punta biselada.....	27
Figura 1.32	Clavo anillado .....	28
Figura 1.33	Clavo helicoidal.....	28
Figura 1.34	Clavo marcado.....	28
Figura 1.35	Clavos utilizados .....	29
Figura 1.36	Voladizo de palets.....	30
Figura 1.37	Largo del bisel.....	31
Figura 1.38	Corte de esquinas.....	32
Figura 1.39	Angulo cortado o aglomerado.....	33
Figura 1.40	Chaflán.....	33
Figura 1.41	Rueda de transpalets.....	34
Figura 1.42	Transporte de palets .....	35
Figura 1.43	Chaflán en todo su largo.....	35
Figura 1.45	Codificación.....	41
Figura 1.46	Marca por tratamiento de calor.....	53
Figura 1.47	Marca por fumigación con bromuro de metilo .....	53
Figura 2.1	Estructura de la madera.....	56
Figura 3.1	Esquema básico de un secador .....	94
Figura 4.1	Perdida de calor a través de las paredes .....	111
Figura 4.2	Perdida de calor a través del tumbado.....	121
Figura 4.3	Perdida de calor a través del piso .....	126
Figura 4.4	Perdida de calor a través de las puertas .....	128
Figura 4.5	Generadores de aire caliente EQA 61.....	142
Figura 4.6	Componentes del Generador de aire caliente EQA 61 .....	143
Figura 4.7	Sistema directo del Generador de aire caliente EQA 61.....	144
Figura 4.8	Dimensiones del ventilador axian solid .....	151
Figura 4.9	Ventilador modelo axian solid y características.....	153
Figura 4.10	Sistema de tubería mojada.....	158
Figura 4.11	Esquema del sistema de tubería mojada .....	159
Figura 4.12	Visualizador de temperatura y humedad.....	160
Figura 4.13	Visualizador.....	161
Figura 4.14	Sonda del visualizador.....	162
Figura 4.15	Macizos refractarios.....	164
Figura 4.16	Lana de vidrio .....	166
Figura 4.17	Puerta del secador.....	167
Figura 4.18	Ángulos de las puertas .....	168
Figura 4.19	Esquema de la tubería.....	169
Figura 4.20	Sierra de mesa profesional.....	172
Figura 4.21	Cuidados en la sierra de mesa profesional .....	173
Figura 4.22	Sierra de mesa Profesional 205mm / 8" modelo SM-408 ....	176
Figura 4.23	Lijadora orbital .....	178

Figura 4.24 Desplazamiento de la lijadora.....	179
Figura 4.25 Lijado de madera .....	179
Figura 4.26 Lijadora orbital Modelo LO 300.....	180
Figura 4.27 Clavadora neumática .....	181
Figura 4.28 Modelo makita.....	184

## INDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1	Temperatura inicial de la madera aserrada: 20°C ..... 45
Tabla 2	Temperatura inicial de la madera aserrada: 10°C ..... 45
Tabla 3	Temperatura inicial de la madera aserrada: 0°C ..... 46
Tabla 4	Aportación de humedad y Temperatura inicial: 20°C ..... 46
Tabla 5	Aportación de humedad y Temperatura inicial: 10°C ..... 47
Tabla 6	Aportación de humedad y Temperatura inicial: 0°C ..... 47
Tabla 7	Tratamiento térmico ..... 48
Tabla 8	Condiciones en la cámara de secado ..... 51
Tabla 9	Concentraciones ..... 52
Tabla 10	Clasificación de maderas por densidad ..... 59
Tabla 11	Densidad de maderas mas corrientes ..... 60
Tabla 12	Comportamiento bajo variaciones de humedad ..... 61
Tabla 13	Punto de saturación de las fibras ..... 62
Tabla 14	Clasificación de la madera según su peso específico ..... 65
Tabla 15	Cuadro de estado de la madera según el % de humedad ..... 70
Tabla 16	Dimensiones de cada palet ..... 100
Tabla 17	Requerimientos del calor ..... 133
Tabla 18	Consumo de energía térmica para secar 1 Kg. de agua ..... 134
Tabla 19	Poder calorífico de algunos combustibles ..... 135
Tabla 20	Características técnicas de los modelos de generadores de aire caliente EQA 61 ..... 145
Tabla 21	Características técnicas de los ventiladores axian solid ..... 150
Tabla 22	Dimensiones del ventilador axian solid ..... 151
Tabla 23	Características técnicas del visualizador ..... 163
Tabla 24	Especificación de los macizos refractarios ..... 164
Tabla 25	Especificación de la lana de vidrio ..... 166
Tabla 26	Características técnicas de las bombas centrífugas ..... 170
Tabla 27	Tipo de grano ..... 179
Tabla 28	Tipo de abrasivo ..... 180
Tabla 29	Costos de construcción de 4m de pared ..... 187
Tabla 30	Costos de construcción de zapatas ..... 188
Tabla 31	Costos de construcción de pilares ..... 189
Tabla 32	Costos de construcción de vigas ..... 190

Tabla 33 Costos de construcción de nervios .....	191
Tabla 34 Costos de construcción de losas .....	192
Tabla 35 Costos de construcción de plataformas .....	193
Tabla 36 Costos de construcción de construcción obra civil .....	194
Tabla 37 Costos de construcción de puertas del secador .....	195
Tabla 38 Costos de construcción de equipo contra incendio .....	195
Tabla 39 Costos de construcción de cisterna .....	196
Tabla 40 Costos de construcción de maquinas herramientas .....	196
Tabla 41 Costos de componentes del secador .....	197
Tabla 42 Costo final del secador .....	197

## INDICE DE PLANOS.

- Plano 1 Vista de la sección transversal del secador
- Plano 2 Vista en planta del secador
- Plano 3 Vista en planta de las vigas de la losa
- Plano 4 Vista en planta de la cimentación zapatas corridas
- Plano 5 Vista en corte transversal de las zapatas corridas. Vista en planta del pilar. Corte de sección de la viga. Corte de sección de los nervios de la losa.
- Plano 6 Obra civil general



## ABREVIATURAS.

Btu/lbm agua:	Btu sobre libra masa de agua
Btu/h ft <sup>2</sup> :	Btu sobre hora por pie cuadrado
Btu/lbm °F:	Btu sobre libra masa grados Fahrenheit
Btu/ft h °F:	Btu sobre pie por hora grados Fahrenheit
Btu/h ft <sup>2</sup> °F:	Btu sobre hora por pie cuadrado grados Fahrenheit
Btu/h:	Btu sobre hora
cm:	Centímetro
g/cm <sup>3</sup> :	Gramo sobre centímetro cúbico
Kg:	Kilogramo
Kg/cm <sup>2</sup> :	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
Kg/m <sup>3</sup> :	Kilogramo sobre metro cúbico
Kg/dm <sup>3</sup> :	Kilogramo sobre decímetro cúbico
Kg/tablaón:	Kilogramo sobre tablaón
Kg/h:	Kilogramo sobre hora
KW-hr	Kilovatio hora
Lbm agua/lbm madera:	Libra masa sobre libra masa de madera
m <sup>3</sup> :	Metro cúbico
m:	Metro
mm:	Milímetros
N/m <sup>2</sup> :	Newton sobre metro cuadrado
m/s:	Metro sobre segundo
ft/s:	Pie sobre segundo
ft <sup>2</sup> /s:	Pie cuadrado sobre segundo

## SIMBOLOGIA.

a:	Ancho
atm:	Atmósfera
A:	Área
$A_p$ :	Área de la pared
$A_{\text{piso}}$ :	Área del piso
$A_{\text{puertas}}$ :	Área de la puertas
$A_t$ :	Área del tumbado
bar.:	Unidad de presión equivalente a $10^5$ Pascal
Btu:	British thermal unit
$\beta$ :	Coefficiente de expansión térmica
$C_{p_m}$ :	Calor específico de la madera
$^{\circ}\text{C}$ :	Grados Celsius
$\rho$ :	Densidad
e:	Espesor de la madera
$^{\circ}\text{F}$ :	Grado Fahrenheit
ft:	Pie
g:	Aceleración de la gravedad
Gr:	Numero de Grashof
H:	Humedad
$H_i$ :	Humedad inicial en porcentaje
$H_f$ :	Humedad final en porcentaje
$H_{o_1}$ :	Humedad inicial de la madera
$H_{f_1}$ :	Humedad final de la madera
h:	Horas
$h_{c-i}$ :	Coefficiente convectivo de transferencia de calor desde la cámara hacia la superficie interior
$h_{e-amb}$ :	Coefficiente convectivo de transferencia de calor desde la superficie exterior hacia el medio ambiente
$h_{fgw}$ :	Entalpía de vaporización
$K_{\text{aire}}$ :	Conductividad térmica del aire
$k_j$ :	Coefficiente de conductividad térmica de la pared
$l_j$ :	Espesor de la pared
lbm:	Libra masa
ln:	Logaritmo natural

L:	Longitud de la pared
$M_h$ :	Peso de la madera húmeda
$M_o$ :	Peso de la madera con 0% de humedad
m:	Masa
$m_m$ :	Masa de la madera a secar
$N_{Nu}$ :	Numero de Nusselt
P:	Presión
Pr:	Numero de Prandlt
PSF	Punto de saturación de las fibras
$Q_m$ :	Calor sensible para la madera
$Q_p$ :	Calor perdido a través de la pared
$Q_{perdido}$ :	Calor perdido
$Q_{piso}$ :	Calor perdido a través del piso
$Q_{puertas}$ :	Calor perdido a través de las puertas
$Q_s$ :	Calor de secado
$Q_{tumbado}$ :	Calor perdido a través del tumbado
$Q_{total\ perdido}$ :	Calor total perdido
$Q_v$ :	Calor para vaporizar el contenido de humedad de la madera
$Q''_s$ :	Calor perdido a través de la superficie
Re:	Numero de Reynolds
R:	Grados Rankine
$T_{abs}$ :	Temperatura absoluta
$T_c$ :	Temperatura de la cámara de secado
$T_m$ :	Temperatura filmica
$T_e$ :	Temperatura de la pared exterior
$T_{amb}$ :	Temperatura del medio ambiente
T:	Temperatura de secado
$T_o$ :	Temperatura inicial de la madera
$T_d$ :	Temperatura de secado
$T_i$ :	Temperatura de la superficie interior
t:	Tiempo
$t_s$ :	Tiempo de secado
$\Delta t$	Diferencia de temperatura entre pared superficial y medio ambiente
U:	Coefficiente global de transferencia de calor
v:	Velocidad de flujo de aire
V:	Velocidad del aire
$\nu$ :	Viscosidad cinemática

## **INTRODUCCION.**

En la industria de la madera es bien sabido que de un excelente proceso de secado depende, en gran parte, la calidad de los productos. El secado convencional se desarrolla en recintos cerrados, dentro de los cuales se establecen climas artificiales progresivamente más cálidos y secos.

Los recintos en los cuales se lleva acabo el secado se conoce como hornos o cámaras de secado, los que además de ventiladores para la recirculación de aire a través de la madera, poseen elementos de calefacción, humidificación, control y registro de las condiciones ambientales. La importancia de utilizar una cámara de secado equipada con todos los instrumentos necesarios, es vital para tal propósito.

El secado convencional es el sistema de secado más generalizado a nivel mundial y se distinguen varias formas, según la intensidad de la temperatura aplicada y las características de las instalaciones. El clima artificial dentro de la cámara permite el secado progresivo de la madera hasta el contenido de humedad final deseado.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES DEL PALET.

### 1.1 Definición de palet.

El palet es una bandeja de carga que soporta los embalajes y los constituye en una unidad de carga. Es una plataforma de almacenamiento, de manutención y de transporte. Es concebida para ser manipulada por las carretillas elevadoras o transpalets.

El palet soporta la mercancía y asegura todas las operaciones de la cadena de distribución. Su rol es importante puesto que el está presente de extremo a extremo de la expedición.

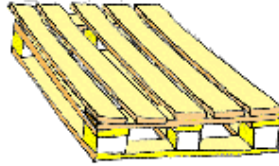


Figura 1.1 Palet

La paletización (cargar mercaderías sobre un palet) permite:

- a) Facilitar las operaciones de manipulación.
- b) Desmontar fácilmente las mercaderías.

El palet puede ser de:

- a) Madera
- b) Metal
- c) Aluminio
- d) Plástico

Existe muchos tipos de por ejemplo: palets con tacos, de larguero, de 2 o 4 entradas, standard, etc.

Algunos palets son contruidos para efectuar una sola rotación. Estos son llamados palets perdidos. Sin embargo pueden ser utilizados si permanecen en buen estado.

## 1.2 Elementos constitutivos del palet.

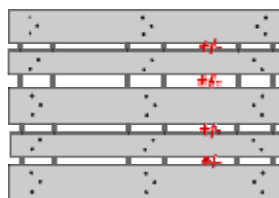
Un palet se encuentra compuesto de los siguientes elementos:

- a) Piso superior e inferior
- b) El taco o bloque
- c) Travesaño
- d) Patines

### 1.2.1 Piso superior e inferior.

El piso superior es compuesto, bien de varias tablas o de un piso ciego (cobertura total). Tablas superiores: Si están más o menos espaciadas, hablamos de un porcentaje de cobertura. Piso ciego es cobertura total. El espacio entre las tablas puede ser regular e irregular.

Vista superior



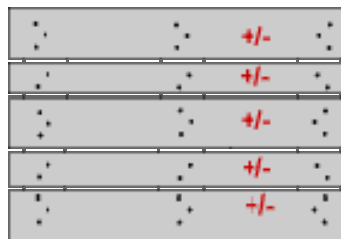
Espacio de las tablas más o menos regular

Figura 1.2 Piso superior de un palet

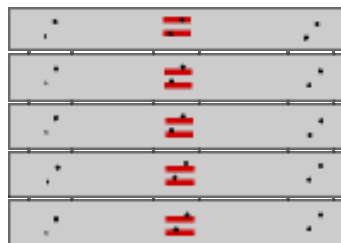
Las tablas superiores de un mismo palet tienen todo el mismo largo y el mismo espesor, pero pueden tener anchos diferentes. Podemos tener muchos tipos de tablas superiores (muy rara vez mas de 2) para un mismo palet.

Tablas unidas: cuando el espacio entre las planchas superiores es de algunos milímetros (entre 1 y 5 mm.), el piso es llamado ciego. Las tablas pueden ser del mismo ancho o de ancho variable.

Vista superior



Tablas cuyo ancho es variable

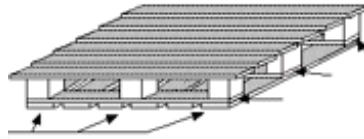


Tablas unidas con el mismo ancho.

Figura 1.3 Tablas de ancho variable e igual



El piso inferior es compuesto, bien de tablas inferiores, o bien de patines (por los palets de tacos sin piso inferior)



Piso inferior

Figura 1.4 Piso inferior del palet

### 1.2.2 El taco o bloque

El taco, llamado igualmente cubo o bloque esta situado entre las planchas superior e inferior. Es generalmente rectangular pero puede ser cilíndrico si es de madera aglomerada.

Generalmente los palets son constituidos de 9 tacos, pero existen palets:

- a) De 4 o 6 tacos, estos son de formato pequeños.
- b) De 12 tacos, estos poseen 4 patines o 4 travesaños.
- c) De mas eventualmente.

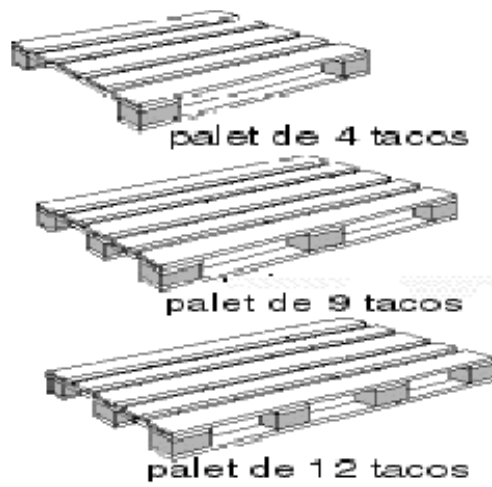


Figura 1.5 Palets de varios tacos

Los tacos son normalmente clavados de sentido inverso a las fibras de madera para una mejor resistencia.

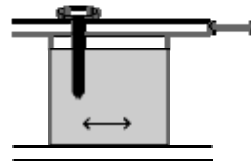


Figura 1.6 Sentido de fibra de madera

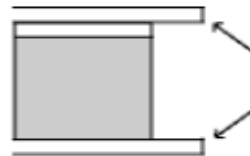


Figura 1.7 Las planchas en desbordes

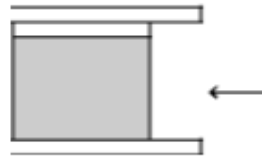


Figura 1.8 Taco entrando

Un palet de tacos permite el paso de las palas de un transportador bien en el sentido del largo como en lo ancho, caso contrario de un palet de travesaño no tallado.

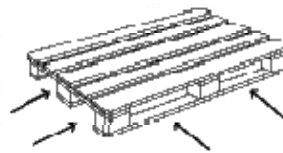


Figura 1.9 Palet de taco



Figura 1.10 Palet de travesaño o larguero tallado

En un palet con corte de ángulos, podemos utilizar los tacos de madera aglomerada que pueden ser precortados, es decir; cortados en todos los ángulos.

Ellos permiten también la guía de las palas del montacargas en el momento de su penetración.



Figura 1.11 Taco de madera precortado en el ángulo

### 1.2.3 El travesaño

Los travesaños son elementos intermedios para los tacos y el piso superior. Si el piso superior está compuesto de tablas o es ciego (paneles aglomerados o prensados), el travesaño será necesario para el ensamblaje de clavos o grapas

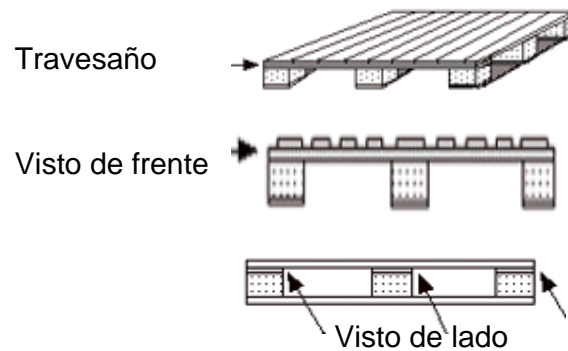
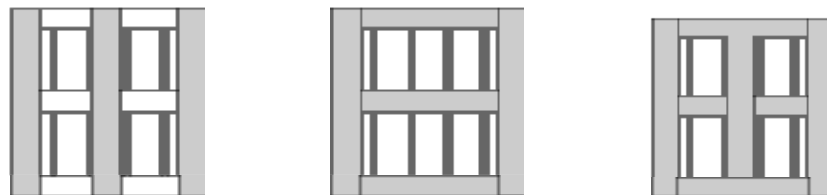


Figura 1.12 Vistas del travesaño

### 1.2.4 Los patines

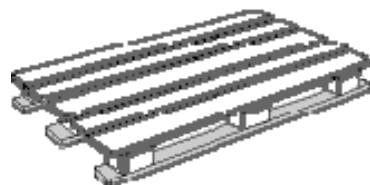
En un palet de tacos; el piso inferior es compuesta de tablas llamadas patines. Hablamos igualmente de patines o pie de palet. Estas están dispuestas; bien en el sentido del largo, o bien en el sentido del ancho del palet (lo que no es muy normal). Un palet puede comprender 3, 5 o 7 patines.



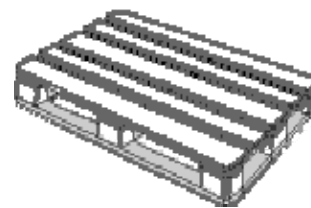
Palets de 3 patines

Palets de 5 patines

Palets de 7 patines



3 bases o patines



5 o 7 patines

Figura 1.13 Palets de varios patines

### 1.3 Descripción del proceso de fabricación de palets

Para el proceso de fabricación de palets se sigue los siguientes pasos detallados a continuación:

- a) Selección, características y propiedades del tipo de madera
- b) Tala y transporte
- c) Dimensiones del aserrado y cepillado
- d) Técnica de ensamblaje de elementos
- e) El voladizo, corte de ángulos y chaflán

#### 1.3.1 Selección, características y propiedades del tipo de madera

El tipo de madera seleccionada es el Laurel (nombre científico *Cordia Alliodora*) debido a que es muy fácil de trabajar y se logra un acabado liso, excepto por un porcentaje de grano mechudo después del cepillado.

##### **Características**

Características de la madera: La albura es de color amarillo o café pálido con transición gradual a color marrón pálido con rayas oscuras. Brillo mediano a alto, su grano es recto y a veces entrecruzado. Textura fina a mediana, vetado acentuado.



Figura 1.14 Madera laurel

La madera presenta una apariencia aceitosa algo cerosa, posee una suave fragancia es medianamente ligera en densidad y en dureza, su fibra es casi recta. Como se trata de madera liviana, que seca al aire pesa alrededor de 1,2 Kg. por pie madero, resulta fácil de trabajar, y no se agrieta ni tuerce mayormente con los cambios de humedad.

Es un gran árbol que crece unos 75 cm. Es decir 30 pulgadas en diámetro y 50 m es decir 150 pies en altura. Ampliamente distribuido en los bosques húmedos y seco tropicales. Se presenta en forma abundante en claros donde este frecuentemente permanece en forma pura. Se desarrolla entre cosechas y pastizales, y es ampliamente cosechada en Ecuador.

Secado y contracción: Seca rápidamente con una ligera variación en su forma inicial.

El encogimiento total de la madera en verde a la totalmente seca al horno, como porcentaje de su dimensión en verde es:

- a) Radial: 3.1-4%,
- b) Tangencial: 5.1-6.5%
- c) Volumétrico: 9.2%

Usos: Mobiliario, paneles, acabados de interiores, construcción de botes, palets, construcción en general, trabajo en molinos, patrones, instrumentos, fachada.

#### **Propiedades Físicas:**

Peso Específico: La madera de Laurel es de liviana a moderadamente liviana, con un peso específico de 0.36 en base a peso seco al horno y volumen verde.

#### Densidad:

Estado Básico (30% y más): 400 Kg. /m<sup>3</sup>

Estado Seco (12%): 514 Kg. /m<sup>3</sup>

#### Flexión

Módulo Ruptura: 392 Kg./cm<sup>2</sup>

Dureza Paralela (Carga Máx.): 220 Kg.



Durabilidad Y Propiedades De Preservación:

En general el duramen de las especies de Laurel se considera muy durable en relación a la pudrición causada por el hongo café, pero muy variable en relación al hongo blanco. La especie se considera en promedio como durable. El Laurel se clasifica como moderadamente fácil de preservar. Posee excelentes características para soportar los efectos del medio ambiente.

<b>Laurel</b>			
<b>Datos generales</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Usos</b>	<b>Observaciones</b>
Nombre común:  Laurel	Aserrado:  Fácil	-Durmientes de ferrocarril -Puentes -Ebanistería -Carpintería	Resistencia a plagas:  Alta
Familia:  Boraginaceae	Cepillado  Fácil	-Chapa y plywood -Pulpa de papel -Cubierta de barcos	Resistencia a hongos:  Alta
Nombre científico:  <i>Cordia alliodora</i>	Lijado:  Fácil		
Color  Café	Tallado:  Fácil		
Color del corazón  Café oscuro	Lustre:  Bueno		
Textura  Mediana			

Figura 1.15 Datos del Laurel

Normas técnicas del laurel:

- a) Tiempo para Corte: maderas entre 10 y 20 años de plantadas.
- b) Color café claro
- c) Por Palets se permiten rajaduras en un máximo del 5%.
- d) No se aceptan ataques de insectos ni de hongos, ni perforaciones
- e) Debe ser secada al horno para su uso.
- f) Secado al horno al 16% de humedad relativa.
- g) Se permiten manchas blancas y carmelitas que acrecientan su belleza.
- h) Nudos vivos que se integren como parte decorativa de la madera
- i) No se permiten nudos muertos

### 1.3.2 Tala y transporte

#### Tala

El serrucho y las máquinas se desarrollan muy bien con este tipo de madera.



Figura 1.16 Tala de árbol

Los árboles deberían talarse en el periodo comprendido en el invierno, dado que en este tiempo apenas circula la savia y por tanto los insectos xilófagos encuentran menos alimento, razón esta por la que la madera es menos atacada.

Las exigencias de producción actuales, no respetan este período.



Figura 1.17 Tala con sierra mecánica moderna

En las explotaciones industriales, los árboles son talados con modernas sierras mecánicas, podadas sus ramas y cortados sus troncos en longitudes variables, según las costumbres del lugar, el tipo de árbol y las posibilidades del transporte.



Figura 1.18 Apilado de los troncos

Posteriormente y al objeto de facilitar el secado se les retira la corteza. Para eliminar las partes del tronco no aprovechables se realiza el desbaste.

A la madera que solo ha sido sometida a un proceso de serrado y cepillado se la denomina madera comercial.

### **Transporte**

En nuestro entorno, el remolque, unido a cabezas tractoras es el medio principal de transporte, desde el lugar de la tala, hasta aquel en que puedan ser usados los camiones, si el aserradero no esta muy cerca.



Figura 1.19 Movimiento de los troncos



Figura 1.20 Transporte de los troncos

### 1.3.3 Dimensiones del aserrado y cepillado



Figura 1.21 Aserrado de la madera

**Aserrado.** Antes de proceder a su secado y distribución, la madera debe ser cortada mediante sierras de cinta o circulares procurando obtener la mayor y mejor cantidad de madera posible. Las dimensiones de cada tablón son:



Figura 1.22 Tablones de madera

<b>Tablón</b>	<b>(mm.)</b>
Longitud	3500
Ancho	300
Altura	50

Tabla 1. Dimensiones de cada tablón

Para poder hacer un adecuado uso de la madera, es preciso que esta cuente con unos niveles óptimos de humedad. El porcentaje adecuado de humedad se consigue mediante el secado que se realiza en la cámara de secado el cual se explicara en el capítulo 2.

Luego los tabloncillos son aserrados con las dimensiones de los palets las cuales se indican a continuación:



Figura 1.23 Aserrado de los palets

Las dimensiones del palet son las siguientes:

Palets: 1050 x 1050 mm. de cuatro entradas

- 7 tablas de 1050mm. X 95mm. X 18mm. Cara superior
- 5 tablas de 1050 mm. X 95mm. X 18mm. Cara inferior
- 9 tacos de 95mm. X 95mm. X 75mm.
- 6 tablas de 1050mm. X 120mm. X 24mm. Intermedias



Además se procede con el cepillado donde la superficie consigue un buen lustre.

#### 1.3.4 Técnica de ensamblaje de elementos

##### Remachado

El remache es una técnica de ensamblaje (causado por la deformación de la materia que une los elementos). El remachado consiste así en doblar la punta del clavo luego de dejarla pasar. El clavo bien fijado es más resistente al desprendimiento.

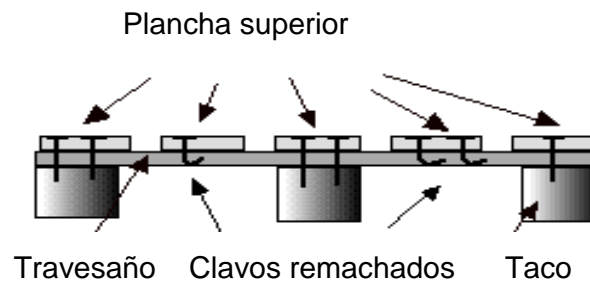


Figura 1.24 Remachado de clavos

Esta operación es utilizada para unir la plancha superior y los travesaños, el motivo es dar una mayor resistencia. Este remache puede ser en forma de "J" o de "L" según maquinaria utilizada.

Los clavos son empujados de lo alto

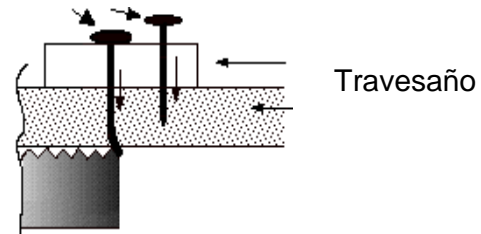


Figura 1.25 Unión de plancha superior y travesaño

Un remachador móvil y los clavos en punta de diamante (si es clavado mecánicamente)

Para obtener un buen remache en "J", el desplazamiento del remachador (que puede ser lisa o marcada) debe estar perfectamente coordinado con la del clavo:

- 1) La bandeja remachadora debe comenzar justo antes del encuentro con la punta del clavo.
- 2) Así el clavo, empujado por lo alto y tirado por la punta de manera regular y progresiva se doblara en un semi círculo perfecto. Todos los clavos son remachados en el mismo sentido.

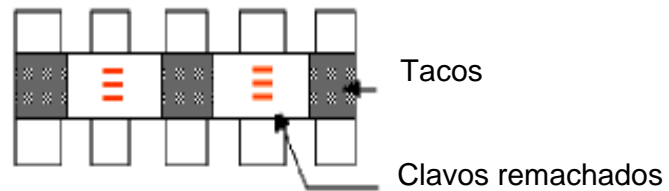


Figura 1.26 Travesaño del palet con clavos remachados en el mismo sentido

En ciertos casos, la utilización de puntas o clavos anillados puede sustituir el remachado debido a su resistencia al desprendimiento es mucho mas importante que un clavo de punta lisa.

En este caso; el largo del clavo debe ser inferior al espesor total de la plancha superior y del travesaño a fin de evitar que el clavo no sobresalga, esto sería peligroso en ciertas manipulaciones manuales.

En punta biselada (si es clavado mecánico) En este caso, la punta del clavo en bisel, el clavo va resbalar sobre el terreno liso en acero, tratada en la bandeja remachadora. El remache se lo hará en forma de "L".

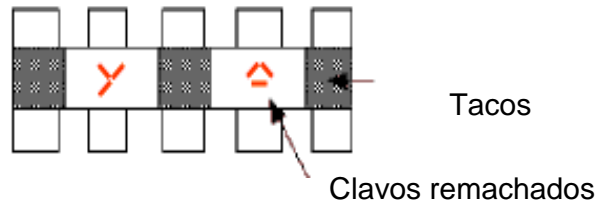


Figura 1.27 Travesaño del palet con clavos remachados en todos los sentidos

2) En punta normal si utilizamos el martillo clavador neumático y las puntas no biseladas; se sufrirá de inclinarse ligeramente a fin de que el clavo ataque la bandeja con un cierto ángulo y se remache en "L".

Los clavos ligeramente inclinados son empujados por el martillo neumático

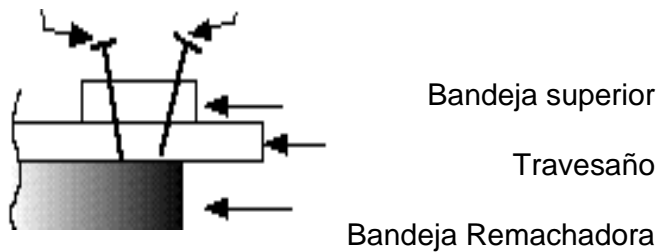


Figura 1.28 Bandeja remachadora

El remachador es una placa metálica marcada o lisa, en acero muy dura (que no puede ser rayada por los clavos), ubicada en el traveso entre los tacos del palet.

Al momento del hundimiento del clavo en la plancha y traveso, esta placa obliga a los clavos a doblarse, sea en forma de "J", sea en forma de "L". Ella puede ser fija o móvil. Si es fija es obligatoriamente lisa.

### Clavos

Un clavo es constituido de una cabeza, un tallo o caña y una punta. Estos tres elementos son diferentes según el clavo.

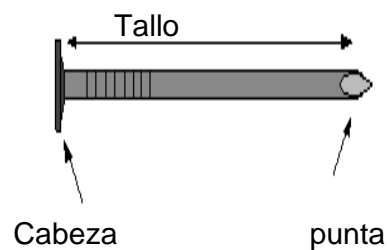


Figura 1.29 Partes del clavo

Así pues, se distinguen muchos tipos de clavos

1) según la forma de su tallo

Los clavos lisos

Los clavos anillados

Los clavos helicoidales

Los clavos marcados

2) según la forma de su punta:

Los clavos en punta de diamante

Los clavos en punta biselada

**Clavo liso:**

Es el tipo de clavo el más corriente, su tallo es redondo y liso.

Su punta puede ser diamante o biselada.



Figura 1.30 Clavo con tallo liso y punta de diamante



Figura 1.31 Clavo con tallo liso y punta biselada

**Clavo anillado:**

Es un tipo de clavo en el cual el tallo es constituido de anillos convexos. Es muy resistente al desprendimiento. El diámetro de este clavo es medido sobre la parte lisa del tallo (diámetro antes de enrollarlo).



Figura 1.32 Clavo anillado

**Clavo helicoidal:**

Es un tipo de clavo en el cual el tallo es torcido y cuadrado. Es muy resistente al desprendimiento. Su diámetro es medido sobre las espigas.



Figura 1.33 Clavo helicoidal

**Clavo marcado:**

Es un tipo de clavo en el cual el tallo es dentado. Es muy resistente.



Figura 1.34 Clavo marcado

La dimensión de los clavos empleados es de 60 mm. a 90 mm.. según el espesor de las planchas y de los travesaños.

Los clavos deben ser lo suficiente largos para ser correctamente fijados al taco. Los clavos utilizados son por lo general helicoidales, marcados o anillados para obtener una mayor resistencia.

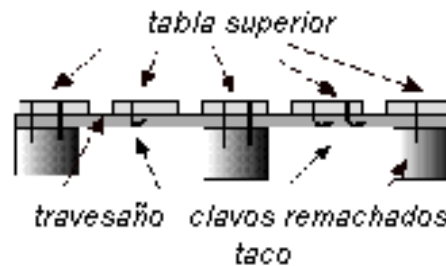


Figura 1.35 Clavos utilizados

### 1.3.5 El voladizo, corte de ángulos y chaflán

#### El voladizo

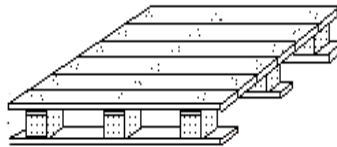
Los voladizos de los pisos superior o inferior de los palets corresponden a la parte de las tablas desbordantes de los elementos y pueden ser de tacos, o de largueros. Ellos pueden ser; bien en el largo, o del ancho del palet ellos son frecuentemente los más utilizados.

El voladizo lateral es mucho más raro. Los voladizos del piso superior pueden ser iguales o diferentes a los del piso inferior o pueden solo existir en una de las dos planchas



En el caso de los palets de largueros les llamamos generalmente alas desbordantes o voladizo”.

Palets de tacos



Palets de largueros

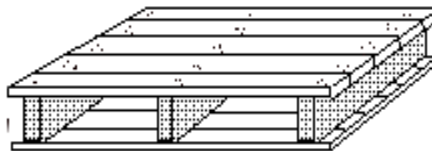


Figura 1.36 Voladizo de palets

### **El corte de ángulos**

Los 4 ángulos de un palet pueden ser rectos (hablamos entonces de palets de esquinas cuadradas).

El motivo del corte del ángulo es:

- a) Proteger las fundas plásticas puesto que tiene la tendencia a desprenderse cuando el ángulo es demasiado recto ( $90^\circ$ )
- b) Facilitar el transporte de palets limitando los agarres sobre los ángulos.

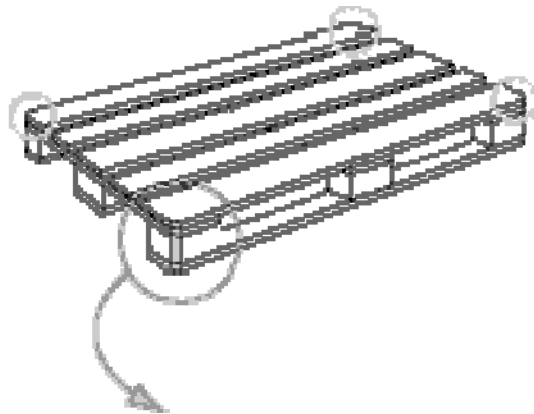
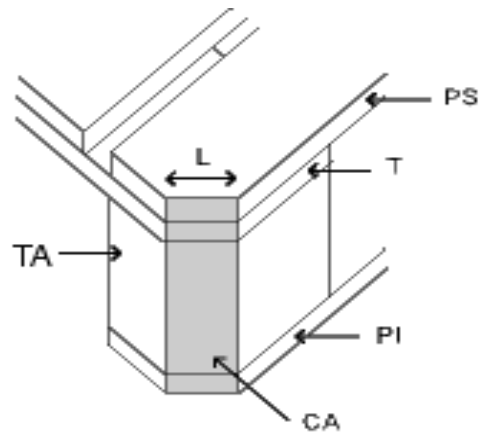


Figura 1.37 Largo del bisel

El largo del bisel (L) va de 15 a 30 mm. (mínimo 10 mm.). El ángulo de corte es de 45°.

El corte de ángulos del palet tiene lugar una vez que el ha sido completamente montado

Cortamos a la vez las partes del piso superior; del travesaño, del taco y del piso inferior. Los 4 esquinas son cortadas por las maquinas después del posicionamiento e inmovilización del palet.



PS = Piso superior

T = Travesaño

PI = Piso inferior

CA = Bisel de corte de ángulo

TA = Taco

Figura 1.38 Corte de esquinas

Existe también los tacos pre-cortados (tacos de madera aglomerada), estos últimos están cortados en todos los ángulos, lo que permite además la guía de las palas del montacargas en el momento de la penetración. Estos tacos no detienen la operación de corte de los ángulos de todas las partes a la vez (plancha superior, travesaño y plancha inferior).

Vista superior



Figura 1.39 Angulo cortado o aglomerado

### El chaflán

La base de palet o de las tablas inferiores de un palet son chaflanados (con chaflán) de los dos lados a fin de facilitar el paso de ruedas manual sobre sus tablas tanto al entrar como al salir.

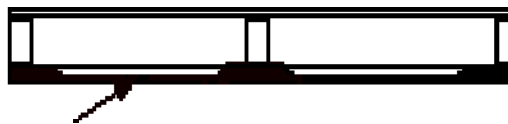


Figura 1.40 Chaflán

Si el espesor de la plancha inferior es superior a 15 mm., los bordes de la base de palets o de la plancha inferior deben ser chaflanados. En efecto; para permitir el paso de un transportador de palet; la altura de la tabla no debe pasar de 15 mm. Con chanflan, el espesor total de la plancha inferior no debe pasar de 28 mm.

#### Chanflan

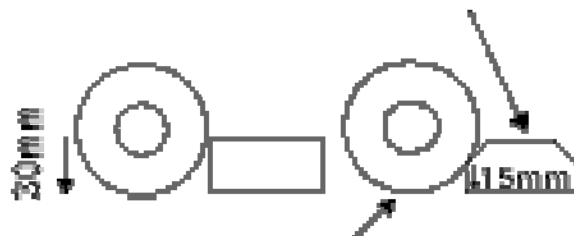


Figura 1.41 Rueda de transpalets

El ángulo de chanflan es generalmente de 45°. El no puede pasar de 50°.

Las tablas están frecuentemente chanflanadas 4 veces: dos chanflanes de cada lado, ubicadas sobre dos intervalos entre los tres tacos o los tres travesaños

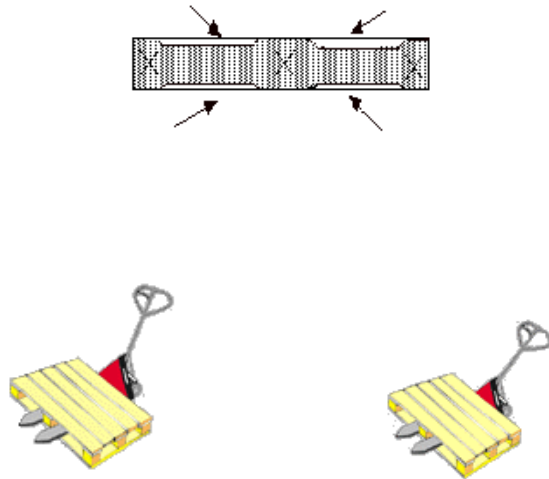


Figura 1.42 Transporte de palets

Los palets de 4 tacos o de 2 largueros pueden llevar 3 chaflanes de cada lado. Mientras; el espacio entre los tacos o los largueros corresponde al espacio de las palas del transportador de palets. En ciertos casos, para facilitar la fabricación del palet, las planchas son con chanflán en todo su largo eso evita de fabricar chanflán parados, operación que demanda una maquina especial.



Figura 1.43 Chanflán en todo su largo

#### **1.4 Norma ISPM-15 para la exportación de palets.**

Los materiales de embalaje de madera están fabricados generalmente de maderas sin tratar, con altos contenidos de humedad y de baja calidad, por lo que representan una vía de alto riesgo para la introducción y diseminación de plagas.

En mayo del 2002, la FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura de la ONU), emitió regulaciones fitosanitarias de uso obligatorio para los materiales de embalaje de madera usados en transacciones comerciales a nivel internacional, su entrada en vigencia se estimó para el periodo comprendido entre marzo del 2002 y el primer semestre del año 2003.

La Comisión de Medidas Fitosanitarias de la FAO, creada en 1997, se reunió en Roma del 11 al 15 de mayo de 2000, contando con la participación de representantes de 120 países.

En ese encuentro, alrededor de 90 países, incluidos los Estados Unidos, Canadá y Francia adoptaron las nuevas directrices internacionales, que obligan a los exportadores de materiales y de embalajes de madera a certificar que los mismos no contienen plagas dañinas o peligrosas, esos lineamientos buscan armonizar las regulaciones de los diferentes países.

La norma se aplica a tarimas, madera en estiba, tablas para carga, tarimas, palets y cajones de madera y están excluidos en su totalidad los productos derivados de madera como son: madera multilaminada, tableros de partículas, tableros de fibra orientada, hojas de cartón corrugado que se han producido utilizando pegamentos, calor y presión o una combinación de los mismos; además se excluyen los pallets y/o componentes plásticos que requieren procesos de fabricación a altas temperaturas. (FAO, 2002).

Robert Griffin, coordinador de IPPC (Convention Internationale pour la Protection des Plantes), ha considerado que los lineamientos son de beneficio inmediato para el comercio y la industria naval y una protección a mediano plazo para los bosques del mundo; en el caso de Canadá y de los Estados Unidos, los lineamientos comenzaron a ser aplicados a partir del 01 de junio del 2003.

La nueva reglamentación fitosanitaria de la ONU (NIMF # 15) (International Standards for Phytosanitary Measures) que entró en vigencia el 2 de enero de 2004 en todo el mundo (Firmaron este acuerdo 120 países ) se aplica a tarimas, madera en estiba, jaulas, barriles, tablas para carga, collarines de tarimas, calzas, bloques y cajones de madera, exige dos requisitos imprescindibles: un certificado de origen de la madera y otro del tipo de tratamiento



aplicado para su desinfección; para cumplir con el segundo, se permiten dos tratamientos: la fumigación con bromuro de metilo o el calentamiento en el centro del producto a 56°C durante 30 minutos.

Los riesgos presentes en los embalajes de madera varían según la calidad, el acondicionamiento y el acabado de la madera; mientras más alto el grado de acabado y de acondicionamiento menos propenso está el embalaje a infectarse seriamente.

Más del 90 % de las tarimas que se usan y se producen en el mundo son hechas de madera. Las fibras de madera tanto en tarimas como en materiales de embalaje representan el segundo uso más importante de las fibras de madera seguido del uso de la madera como combustible.

El “World Trade Organization” estima que cerca de 1,1 billones de dólares en productos por hora se mueven por el mundo a través de aeropuertos y puertos y la mayoría del valor de este producto es transportado en tarimas de madera, el Dr. Marshall S. White, miembro de ISO/TC 51/WG 2, considera que mejorando la eficiencia y los diseños de estas tarimas e identificando los materiales sustitutos, se ayudará a la conservación de los bosques.

Los tratamientos permitidos por la ONU y definidos por FAO son dos: el tratamiento térmico y la fumigación con bromuro de metilo.

**Tratamiento térmico:**

Las tarimas de madera y los otros productos citados deben ser calentados dentro de un horno hasta que la parte interna de los mismos alcance una temperatura de 56°C durante 30 minutos, se puede aplicar a madera con y sin corteza. Para ello se permiten hornos de secado que alcancen las temperaturas requeridas. Entre los problemas del tratamiento térmico que se menciona se encuentra: la variabilidad de las propiedades de la madera; la variabilidad de las condiciones de temperatura y de humedad relativa dentro de los secadores de dimensiones industriales y que sin ningún cambio físico sobre la materia no se puede asegurar que la madera llega a 56 °C por 30 minutos. Por lo tanto, las especificaciones para los secadores deben ser precisas y deben al menos contar con flujos de aire y de temperatura uniformes.

En Francia, los fabricantes de secadores se han interesado en el problema y están adaptando sus secadores para realizar esta operación después del secado. Se trata de estufas y secadores baratos que pueden alcanzar de 80 °C a 90 °C en atmósfera húmeda para asegurar 56 °C en el centro de los productos, siendo que los

tiempos de tratamiento serán muy cortos si la madera ha sido secada previamente. Como tratamientos térmicos se incluyen también el secado al horno y la impregnación química a presión.

### **Fumigación:**

El otro método permitido es la fumigación de las tarimas, cajas y otros tipos de embalaje de madera con bromuro de metilo, a presión atmosférica. Este método se considera una medida preventiva de corto plazo, sin embargo, no cambia el carácter de la madera y no tiene efecto residual, por lo que no previene la reinfestación o la infestación secundaria.

El bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ), es un compuesto orgánico con la siguiente composición: un 12,65% de carbono, un 3,18% de hidrógeno y un 87,17% de bromo. Se prepara industrialmente por la acción del ácido hidrobromico en metanol. Se utiliza para extraer aceite de algunas semillas o flores, también para fumigar insectos en los molinos y como fumígeno de suelos (MERCK, 1983).

La temperatura mínima a la que se realiza la fumigación no debe ser inferior a 10 °C y el tiempo de exposición mínimo deberá ser de 16 horas. Para cada 5 °C que se suponga que bajará la temperatura ambiente mínima por debajo de 21 °C, deberán agregarse 8 g/m<sup>3</sup>

## CODIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

La reglamentación para embalajes de madera establece que debe incluirse en los embarques la siguiente información mínima:

Siglas que describen el tratamiento efectuado (MB) para la fumigación con bromuro de metilo y (TT) para el tratamiento térmico, (SE) para secado al horno y (IQP) para impregnación química a presión.

- ✓ Código ISO del país productor.
- ✓ Código de la región, si fuera necesario.
- ✓ Número de registros de la empresa.
- ✓ Certificado fitosanitario.

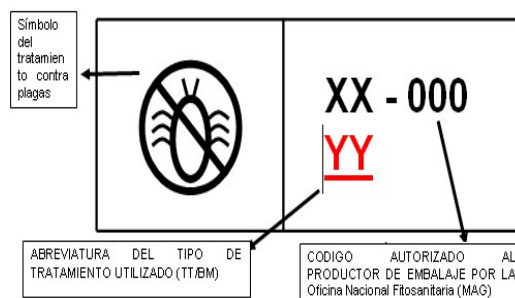


Figura 1.45 Codificación

El material de embalaje de madera no transformada, constituye una vía para la introducción y la diseminación de organismos nocivos. Dado que a menudo es difícil determinar el origen de los materiales de madera de embalaje, se ha adoptado una norma internacional relativa

a la reglamentación de materiales de embalaje a base de madera (NIMP 15). El objetivo de esta norma es permitir la reducción de manera significativa, del riesgo de diseminación de organismos nocivos transmisibles por este tipo de material.

Los hornos, las estufas y los secaderos deben disponer de sondas que permitan controlar las temperaturas dentro del horno o del secadero y, al menos en el caso de estufas a 60°C, de sondas que permitan controlar la humedad del aire.

Las instalaciones deben estar provistas de un sistema de registro automático de temperaturas y, para los tratamientos a 60°C, de la humedad del aire.

Los sensores de temperatura deben estar instalados al lado de la salida de aire de la pila y repartidos a lo largo de la pila (en sentido perpendicular a la circulación del aire a través de la pila). Estarán separados entre ellos una distancia máxima, según la longitud, aproximada de 3 metros.

Según la altura disponible, deberán estar dispuestos alternativamente a 1/3 del extremo superior y a 1/3 del extremo inferior de la altura.

Para la medida de la humedad del aire, será suficiente un solo sensor, que deberá estar igualmente instalado al lado de la salida de aire de la pila.

Los sensores de temperatura deberán ser contrastados como mínimo cada seis meses. Los informes emitidos de la visita de comprobación se adjuntarán al libro de registros.

Las temperaturas se registrarán con una frecuencia mínima que permita obtener al menos 30 anotaciones de temperatura durante cada operación de estufado.

Por ejemplo, para una duración de estufado de 2 horas, una medida de temperatura debe ser efectuada cada 4 minutos. La lista de temperaturas estará obligatoriamente adjunta al libro de registro.

En cada establecimiento participante en el programa habrá un responsable técnico, encargado de las operaciones. En el caso de cambio de responsable técnico, la empresa deberá informar a la autoridad competente en el plazo de dos semanas, de los cambios y precisar el nombre y los datos del nuevo responsable técnico.

Existirá un libro de registro de las operaciones efectuadas. Este contendrá los datos de las operaciones de los tratamientos, los tiempos y las temperaturas de secado, los productos tratados (madera

aserrada, paletas, cajas) y precisará todas las disfunciones, averías, o intervenciones practicadas sobre la estructura de calefacción. El libro de registro se conservará cinco años.

## **EXIGENCIAS DEL TRATAMIENTO**

### **TRATAMIENTOS DE CALOR: 56°C EN EL CORAZÓN DE LA MADERA DURANTE 30 MINUTOS**

Las maderas, de todas las especies, deben ser sometidas a un tratamiento de calor alcanzando 56°C en el corazón de las mismas durante 30 minutos.

Las tablas siguientes representan las temperaturas de tratamiento térmico de madera que conviene aplicar a fin de respetar las exigencias fitosanitarias. Las temperaturas indicadas comprenden la elevación de temperatura y los 30 minutos de tratamiento térmico a la temperatura de 56°C en el corazón de la madera.

Los tiempos de tratamiento térmico exigidos tienen en cuenta todos los parámetros existentes en los tratamientos de calor: especies, humedad de la madera, temperatura de la madera, velocidad del aire.

El tratamiento térmico del estado verde debe ser realizado con la aportación de humedad para preservar la calidad de la madera.

Duración del estufado de madera aserrada de 22 mm. y de 45 mm. a 60°C, 70°C y 80°C, y de madera aserrada de 80 mm. a 70°C y 80°C

Los datos, mas abajo, son válidos para todas las especies

Temperatura inicial de la madera aserrada: 20°C, todas las especies, cualquier humedad.

Temperatura (°C)	Espesor		
	22 mm	45 mm	80 mm
60	1h 40	3 h 30	
70	1h 10	2 h 30	3 h 10
80	1 h	2 h	2 h 50

Tabla 1 Temperatura inicial de la madera aserrada: 20°C

Temperatura inicial de la madera aserrada: 10°C todas las especies, cualquier humedad.

Temperatura (°C)	Espesor		
	22 mm	45 mm	80 mm
60	1h 50	3 h 50	
70	1h 20	2 h50	3 h 40
80	1 h 10	2 h 20	3 h 20

Tabla 2 Temperatura inicial de la madera aserrada: 10°C



Temperatura inicial de la madera aserrada: 0°C, todas las especies, cualquier humedad.

Temperatura (°C)	Espesor		
	22 mm	45 mm	80 mm
60	2 h	4 h 15	
70	1h 30	3 h 15	4 h 10
80	1 h 20	2 h 45	3 h 50

Tabla 3 Temperatura inicial de la madera aserrada: 0°C

Para preservar la calidad de la madera, el tratamiento debe ser con aportación de humedad si los palets contienen elementos en estado verde. Duración del tratamiento de calor de los palets

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	9 h 30
		Fronosas	7 h 40
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 30
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 40
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h

Tabla 4 Aportación de humedad y Temperatura inicial: 20°C

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	10 h 10
		Fronosas	8 h 15
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h 30
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	4 h
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 20
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 15

Tabla 5 Aportación de humedad Temperatura inicial: 10°C

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	10 h 40
		Fronosas	8 h 50
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h 45
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	4 h 20
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 40
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 20
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 30

Tabla 6 Aportación de humedad Temperatura inicial: 0°C

Se puede considerar que toda aquella instalación que consiga establecer una temperatura de aplicación en su interior (cámara) igual

o superior a 66 °C es, en principio, suficiente para conseguir el cumplimiento de los requisitos exigidos y, por tanto, adecuada para la realización del tratamiento térmico.

De acuerdo con las características de la madera que vaya a ser sometida a tratamiento (humedad y espesor) y en función de los parámetros establecidos en la cámara (temperatura y humedad relativa), se establece un programa de tratamiento que define el tiempo mínimo de estancia de la madera en dichas condiciones que asegura la consecución de los requisitos marcados (alcanzar durante al menos 30 minutos una temperatura en el centro de cada una de las piezas tratadas nunca inferior a 56 °C). Este programa es el especificado a continuación:

#### TRATAMIENTO TÉRMICO

Humedad madera (%)	CONDICIONES EN LA CÁMARA DE SECADO						
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)				
			Espesores madera tratada				
			25 mm	38 mm	50 mm	62 mm	75 mm
25-30	71	100	3	4	5	6	7
15	71	80	3	4	5	6	7
25-30	68	100	4	5	6	7	8
15	68	80	4	5	6	7	8
10	68	60	6	7	8	9	10
25-30	66	100	8	9	10	11	12
15	66	80	8	9	10	11	12
10	66	60	10	11	12	13	14

Tabla 7 Tratamiento Térmico

En relación con este programa y con aspectos diversos del tratamiento térmico, conviene hacer algunas puntualizaciones:

- ❖ Aunque el programa de tratamiento tiene carácter orientativo, ofrece los estándares mínimos requeridos en el tratamiento para asegurar la correcta verificación de los requisitos fijados.
- ❖ El tiempo de duración del tratamiento viene determinado por el espesor máximo de cualquiera de las piezas que vayan a ser tratadas en un mismo proceso, de manera que si en el tratamiento se introducen maderas de diferentes dimensiones (espesores), la duración de aquél será la correspondiente a la pieza que tenga el mayor espesor.
- ❖ Duración mínima del tratamiento térmico: aun cuando toda la madera tratada en un mismo proceso tenga espesores inferiores a 25 mm, el tiempo mínimo de aplicación del tratamiento será el correspondiente al del espesor de 25 milímetros, en cualquiera de las opciones posibles según humedad de la madera, y temperatura y humedad relativa aplicadas.
- ❖ En el caso de tratamientos sobre madera de espesores comprendidos entre dos de los valores especificados en el programa, siempre se tendrá que aplicar la opción más desfavorable, esto es, el tiempo de estancia del material en

aquellas condiciones (duración del tratamiento) será el definido para la opción correspondiente al espesor inmediatamente superior.

Cuando la madera que vaya a ser tratada presente espesores superiores a 75 mm e inferiores a 150 mm, se considerará que el tiempo de aplicación del tratamiento sea el doble del correspondiente a la mitad del espesor, esto es:

- Para espesores de madera de 100 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 50 mm de espesor.
- Para espesores de madera de 125 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 62 mm de espesor.
- Para espesores de madera de 150 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 75 mm de espesor de manera que cuando la madera presente espesores superiores a 150 mm. no se admitirá el tratamiento de esterilización.

CONDICIONES EN LA CÁMARA DE SECADO					
Humedad madera (%)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)		
			Espesores madera tratada		
			100 mm	125 mm	150 mm
25-30	71	100	10	12	14
15	71	80	10	12	14
25-30	68	100	12	14	16
15	68	80	12	14	16
10	68	60	16	18	20
25-30	66	100	20	22	24
15	66	80	20	22	24
10	66	60	24	26	28

Tabla 8 Condiciones en la cámara de secado

### FUMIGACIÓN CON BROMURO DE METILO

Las empresas que realicen la fumigación con bromuro de metilo deben respetar las disposiciones previstas en la legislación vigente.

La norma mínima para la fumigación con bromuro de metilo de materiales de embalaje es la siguiente:

- La temperatura mínima no debe en absoluto estar por debajo de 10°C y el tiempo mínimo de exposición debe ser de 16 horas.
- Las lecturas de concentración deben ser realizadas a 0,5 horas, 2 horas, 4 horas y 16 horas.

- Las concentraciones observadas deben ser como mínimo iguales a las concentraciones descritas en la tabla que se muestra a continuación.

Temperatura	Dosis (g/m <sup>3</sup> )	Mínimo de concentración (g/m <sup>3</sup> )			
		0 horas 30	2 horas	4 horas	16 horas
≥21°C	48	36	24	17	14
≥16°C	56	42	28	20	17
≥11°C	64	48	32	22	19

Tabla 9 Concentraciones

### **EL MERCADO PARA CERTIFICAR LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS FITOSANITARIAS APROBADAS.**

La marca presentada a continuación se emplea para certificar que el material de embalaje de madera, que la porta, ha sido sometido a una medida aprobada.

- Marca a aplicar en los embalajes de madera interesados por tratamientos de calor

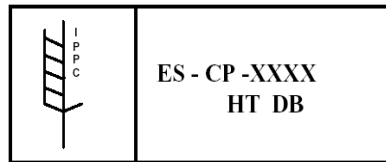


Figura 1.46 Marca por tratamiento de calor

- Marca a aplicar en los embalajes de madera interesados por fumigaciones de bromuro de metilo

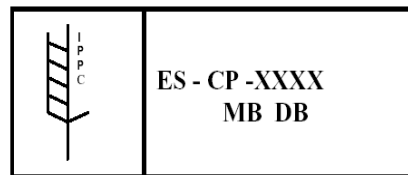


Figura 1.47 Marca por fumigación con bromuro de metilo

La marca como mínimo incluirá:

- El código ISO del país, formado por dos letras seguidos del código de la provincia, relacionados a continuación, y del número de registro asignado por la dirección General de Agricultura al productor del material de embalaje de madera que ostente la responsabilidad de asegurar que la madera puede ser utilizada y está correctamente marcada.
- Las iniciales del tratamiento empleado (HT o MB).



- Las iniciales DB para poner en evidencia el descortezado de la madera.

Los contratantes del programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinados a la exportación pueden a su discreción añadir dos números de referencia o cualquier otra información utilizable para identificar los lotes específicos.

Las marcas deben ser:

- Conformes a modelos mostrados anteriormente.
- Legibles.
- Indelebles y no transferibles.
- Ubicadas en un lugar bien visible, preferentemente al menos sobre dos lados opuestos del producto tratado.
- La utilización de los colores rojos o naranjas deben ser evitados, ya que son colores empleados en el etiquetado de sustancias peligrosas.
- Los materiales de embalaje de madera reciclados o reparados deben ser certificados y marcados de nuevo. Todos los componentes de tales materiales deben haber sido tratados.

# CAPÍTULO 2

## 2. LA MADERA Y SUS PROPIEDADES.

### 2.1 Propiedades de la madera.

La madera es un material complejo, con unas propiedades y características que dependen no sólo de su composición sino de su constitución (o de la manera en que están colocados u orientados los diversos elementos que la forman). El cómo están colocados u ordenados estos elementos nos servirá para comprender mejor el comportamiento, algunas veces poco lógico (aparentemente) de este material.

La madera está formada por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol; conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y por último formar la estructura

Está atravesada por una red de células longitudinales (desde las raíces a la copa) y transversales (desde la médula a la corteza) de distintas características, que dan forma a sus tres componentes químicos básicos: celulosa (principal componente estructural de la madera), hemicelulosa (agente cementante que mantiene aglomeradas las microfibrillas y evita fisuras cuando las fibras de la madera son sometidas a esfuerzos de torsión, flexión o compresión que actúan sobre ellas.) y lignina (actúa como impermeabilizante de las cadenas de celulosa y como aglomerante de las estructuras fibrilares de las células., más otros compuestos secundarios como taninos, gomas, aceites, colorantes y resinas resistente o portante del árbol.

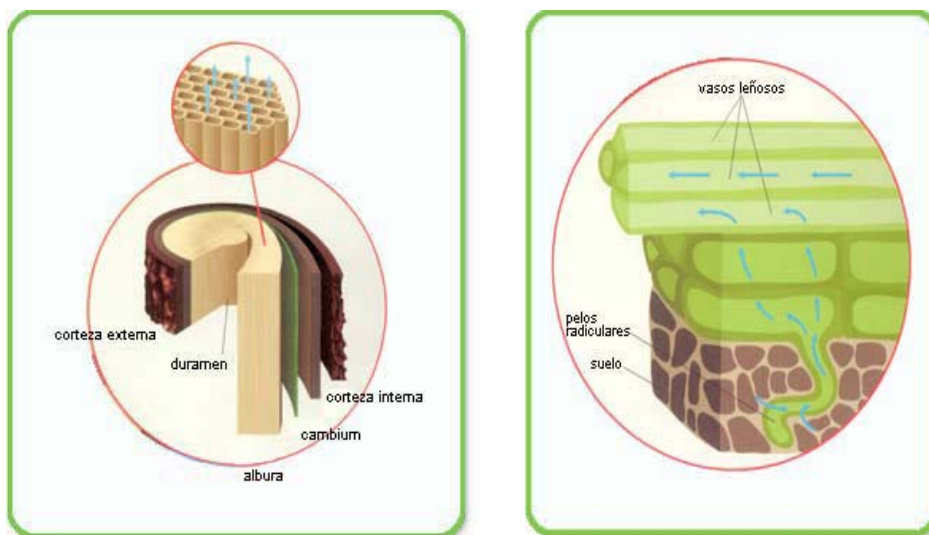


Figura 2.1 Estructura de la madera

La madera contiene pequeños tubos que transportan agua desde las raíces a las hojas; estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco y son los que forman su veta. El tronco de un árbol no crece hacia lo alto (excepto en su parte superior), sino a lo ancho, y la única sustancia del tronco destinada a su crecimiento es una fina capa situada entre la corteza y la madera, llamada cambium; a través del cambium circula la savia cruda, y produce el tejido fibroso externo, así como la zona interna a través de la cual circula la savia. Las maderas se clasifican en duras y blandas, según el árbol del que se obtienen. La madera de los árboles de hoja caduca (**caducifolios**) es madera dura, en tanto la madera de las **coníferas** está clasificada como madera blanda.

El origen vegetal de la madera, hace de ella un material con unas características peculiares que la diferencia de otros de origen mineral.

Elementos orgánicos de que se componen:

- Celulosa: 40-50%
- Lignina: 25-30%
- Hemicelulosa: 20-25% (Hidratos de carbono)
- Resina, tanino, grasas: % restante

Estos elementos están compuestos de:

- Elementos esenciales (90%):

- Carbono: 46-50%

- Oxígeno: 38-42%

- Hidrógeno: 6%

- Nitrógeno: 1%

- Otros elementos (10%):

- Cuerpos simples (Fósforo y azufre)

- Compuestos minerales (Potasa, calcio, sodio)

Dado que la madera es un material formado por fibras orientadas en una misma dirección, es un material anisótropo, es decir, que ciertas propiedades físicas y mecánicas no son las mismas en todas las direcciones que pasan por un punto determinado, si no que varían en función de la dirección en la que se aplique el esfuerzo.

Se consideran tres direcciones principales con características propias:

- Dirección axial: Paralela a las fibras y por tanto al eje del árbol. En esta dirección es donde la madera presenta mejores propiedades.

- Dirección radial: Perpendicular al axial, corta el eje del árbol en el plano transversal y es normal a los anillos de crecimiento aparecidos en la sección recta.

- Dirección tangencial: Localizada también en la sección transversal pero tangente a los anillos de crecimiento o también, normal a la dirección radial.

### **Densidad**

La densidad real de las maderas es sensiblemente igual para todas las especies, aproximadamente 1,56. La densidad aparente varía no solo de unas especies a otras, sino aún en la misma con el grado de humedad y sitio del árbol, y para hallar la densidad media de un árbol hay que sacar probetas de varios sitios. Como la densidad aparente comprende el volumen de los huecos y los macizos, cuanto mayor sea la densidad aparente de una madera, mayor será la superficie de sus elementos resistentes y menor el de sus poros. Las maderas se clasifican por su densidad aparente en:

<b>Tipo de madera</b>	<b>Densidad (Kg./dm<sup>3</sup>)</b>
Pesadas	Si es mayor de 0.8.
Ligeras	Si esta comprendida entre 0.5 y 0.7
Muy ligeras	Las menores de 0.5

Tabla 10 Clasificación de maderas por densidad

La densidad aparente de las maderas mas corrientes, secadas al aire, son:

Pino Común	0.32 – 0.76	Kg./dm <sup>3</sup>
Pino Negro	0.38 – 0.74	Kg./dm <sup>3</sup>
Albeto	0.32 – 0.62	Kg./dm <sup>3</sup>
Pinabette	0.37 – 0.75	Kg./dm <sup>3</sup>
Alerce	0.44 – 0.80	Kg./dm <sup>3</sup>
Roble	0.71 – 1.07	Kg./dm <sup>3</sup>
Encina	0.95 – 1.20	Kg./dm <sup>3</sup>
Haya	0.60 – 0.90	Kg./dm <sup>3</sup>
Alamo	0.45 – 0.70	Kg./dm <sup>3</sup>
Olmo	0.56 – 0.82	Kg./dm <sup>3</sup>
Nogal	0.60 – 0.81	Kg./dm <sup>3</sup>

Tabla 11 Densidad de maderas mas corrientes

### **Hinchazón y merma de la madera**

Es la propiedad que posee la madera de variar sus dimensiones y por tanto su volumen cuando su contenido de humedad cambia.

Cuando una madera se seca por debajo del punto de saturación de las fibras (P. S. F), se producen unos fenómenos comúnmente llamados "movimientos, trabajo o juego de la madera".

Si el fenómeno es de aumento de volumen, se designa con el nombre de " Hinchazón " y si ocurre el fenómeno inverso de disminución de volumen " Merma".

El aumento de volumen con la humedad es, prácticamente, proporcional a la misma, hasta un punto que coincide aproximadamente con el 25% de humedad, sigue el aumento de volumen, pero con incrementos cada vez menores, hasta el Punto de saturación de las fibras (P.S.F.) a partir del cual el volumen permanece prácticamente constante, (deformación máxima).

Es preciso saber como se comporta bajo la influencia de las variaciones de humedad próximas a la humedad normal, que es, en general, la que corresponde al ambiente de empleo de la madera.

CLASE	CONTRACCION TOTAL %	TIPO DE COMPARACION
Gran contracción	20 al 15%	Madera en rollo con grandes fendas de desecación que deberán aserrarse antes del secado (haya, fresno, roble)
Contracción media	15 al 10%	Madera en rollo con fendas medias, pudiendo ser conservada en rollo para apeos, postes, andamiaje. (resinosas, acacias, caoba de Africa)
Pequeña contracción	10 al 5%	Madera en rollo con pequeñas fendas que se puede secar antes de su despiece, desenrollo etc.  (nogal, chopo etc.

Tabla 12 Comportamiento bajo variaciones de humedad



### **Punto de saturación de las fibras**

El punto de saturación de las fibras (P.S.F.) representa el % de humedad de la madera cuando se ha alcanzado la máxima hinchazón; si disminuye la humedad también lo hará el volumen, pero si aquella aumenta, el volumen permanece prácticamente constante:

<b>Clase</b>	<b>Punto de Saturación</b>
Bajo	Inferior a 25%
Normal	de 25 a 35%
Elevado	Superior a 35%

Tabla 13 Punto de saturación de las fibras

Las variaciones de volumen expuestas no son suficientes, en general, para darse cuenta de la complejidad de los fenómenos que intervienen en el movimiento de la madera y que tienen como resultado las variaciones lineales de sus tres dimensiones: axial, tangencial y radial, con contracciones muy diferentes para cada una, como consecuencia de ser la madera un material anisótropo.

### **Peso específico**

Al ser un material poroso podemos considerar o no los poros para determinar el peso específico. Dada esta naturaleza porosa y las variaciones de peso y volumen, en función del contenido de humedad,

hay que especificar las condiciones en que se verifican las medidas del peso específico.

Si consideramos los poros contemplamos el volumen aparente y obtenemos el peso específico aparente Si consideramos solo la masa leñosa (deducimos el volumen de poros) obtenemos el peso específico real.

Se establecen como puntos de comparación los valores de 0% y 12% de humedad. Al primero se llama peso específico anhidro y al segundo es la humedad normal según normas internacionales.

El peso específico de la pared celular (peso específico real, sin considerar los poros), es prácticamente constante en todas las especies, y es del orden de  $1,55 \text{ g/cm}^3$

Este es el límite, máximo teórico, que podría alcanzar una madera, en la que los huecos celulares los hubiese reducido a cero. Las diferencias entre las maderas se deben pues la mayor o menor proporción de dichos huecos.

Dado que puede variar el contenido de humedad mucho, el agua puede hacer variar el peso específico. Como el contenido de agua nos hace variar el volumen, también nos cambia el peso específico.

Por todo ello el peso específico debe referirse siempre, si es posible a la humedad del 12% aceptada internacionalmente.

El conocimiento del peso específico aparente (considerando los poros) es muy importante pues en función de este valor podremos hacernos una idea aproximada de su comportamiento físico - mecánico.

Si su valor es alto, significa que hay pocos poros y mucha materia resistente.

En la madera, se puede relacionar, aunque no linealmente, el peso específico aparente con su capacidad resistente.

Los árboles de las zonas templadas, presentan una densidad heterogénea (No constante dentro de una misma especie, pudiendo variar según el origen o procedencia del árbol y según la zona del tronco en que se tome la probeta)

En árboles tropicales esta heterogeneidad es menos acusada, pues al carecer de anillos de crecimiento su estructura es más homogénea. El peso específico aparente aumenta con la edad.

Clasificación de la madera según su peso específico aparente.

<b>Tipo</b>	<b>Resinosas</b>	<b>Fronosas</b>
Muy ligeras	0.4	0.5
Ligeras	0.4 a 0.5	0.5 a 0.65
Semipesadas	0.5 a 0.6	0.65 a 0.8
Pesadas	0.6 a 0.7	0.8 a 1.0
Muy pesadas	> 0.7	> 1.0

Tabla 14 Clasificación de la madera según su peso específico

### **Equilibrio higroscópico**

Una propiedad física de suma importancia es la higroscopicidad de la madera. Esta es la característica de adaptación de su contenido de humedad al clima ambiental que rodea la madera.

La madera absorbe humedad de la atmósfera circundante hasta que la humedad alcance equilibrio con la atmósfera, esta humedad alcanzada es llamada equilibrio higroscópico.

### **Gravedad específica**

Toda materia de la pared celular de la madera sin importar de la especie que provenga tiene una gravedad específica cercana a 1.46. La diferencia de peso entre las especies proviene de la relación entre las cavidades y las paredes de las células.

## 2.2 Humedad de la madera.

Se llama humedad de la madera a la relación entre la masa de agua que se encuentra en el volumen dado de la madera y la masa de la madera absolutamente seca, expresada en porcentaje. La humedad porcentual se determina según la siguiente fórmula:

$$H = \frac{Mh - Mo}{Mo} \cdot 100\%$$

Donde:

H: Humedad (%)

Mh: Peso de la madera húmeda (g)

Mo: Peso de la madera con 0% de humedad (g)

Ecuación 2.1

La humedad es la propiedad más importante, pues influye sobre todas las demás, propiedades físicas, mecánicas, mayor o menor aptitud para su elaboración, estabilidad dimensional y resistencia al ataque de seres vivos.

El agua es el vehículo de transporte que utilizan las plantas para su alimento, esto, unido a la higroscopicidad de la madera, hace que esta tenga normalmente en su interior cierta cantidad de agua, que es necesario conocer antes de su uso, debido a las modificaciones que produce en las características físicas y mecánicas.

El agua en la madera, puede estar presente de tres formas diferentes:

- Agua de constitución o agua combinada: Es aquella que entra a formar parte de los compuestos químicos que constituyen la madera. Forma parte integrante de la materia leñosa (de su propia estructura), y no se puede eliminar si no es destruyendo al propio material (por ejemplo, quemándola).

- Agua de impregnación o de saturación: Es la que impregna la pared de las células rellenando los espacios submicroscópicos y microscópicos de la misma. Se introduce dentro de la pared celular, siendo la causa de la contracción de la madera cuando la pierde (desorción) y de su expansión o hinchamiento cuando la recupera (sorción: retención de agua). Se puede eliminar por calentamiento hasta 100 - 110° C.

- Agua libre: Es la que llena el lumen de las células o tubos (vasos, traqueidas, etc.) Es absorbida por capilaridad.

El agua libre, una vez perdida por la madera, ya no puede ser recuperada a partir de la humedad atmosférica. Para recuperarla, habrá de ser por inmersión directa en el agua. El agua libre no tiene más repercusión que la ocupación física de los huecos, y por consiguiente no influye en la hinchazón o merma de la madera ni en las propiedades mecánicas. Las dos últimas, impregnación y libre son las que constituyen la humedad de la madera. La humedad es la

cantidad de agua que contiene la madera expresada en % de su peso en estado anhidro o húmedo.

La madera contiene más agua en verano que en invierno. Es un material higroscópico, lo cual significa que absorbe o desprende agua en función del ambiente que le rodea.

Expuesta al aire pierde agua y acaba estabilizándose a una humedad que depende de las condiciones del ambiente: temperatura y humedad.

Si estas condiciones varían, también variará su contenido de humedad. La humedad de la madera tiende a estar en equilibrio con el estado del aire ambiente. Este equilibrio no es el mismo si la madera está secándose, que si está absorbiendo agua.

El primer tipo de agua que elimina la madera es el agua libre; esta pérdida se hace prácticamente sin variación de las características físicas - mecánicas (varia su densidad aparente.)

Desaparecida el agua libre, queda el agua de impregnación de la pared celular (satura las fibras de la madera) y que al disminuir por medio de la evaporación o secado modifica las propiedades físico - mecánicas (su dureza y la mayoría de las resistencias mecánicas aumentan) y el volumen de la pieza de madera disminuye como

consecuencia de la disminución de volumen de las paredes de cada una de sus células.

La humedad de la madera depende, ahora, de las condiciones higrotérmicas del ambiente. A cada par de valores de temperatura y humedad relativa del aire corresponde, en la madera, una humedad comprendida entre el 0% y el 30% (punto de saturación de las fibras, aproximadamente), que recibe el nombre de " Humedad de equilibrio higroscópico".

Este " Punto de saturación de las fibras;" (P.S.F.) o más exactamente Punto de saturación de la pared celular, nos indica la máxima humedad que puede contener una madera sin que exista agua libre. Una vez que haya descendido de este punto, la madera no volverá a tomar agua libre si no es por inmersión.

Humedad normal para ensayos: Las humedades de la madera para la realización de ensayos han sido el 12 y el 15% según países y normas.

Actualmente tiende a usarse la humedad de equilibrio que se obtiene a una temperatura de 20°C. y con una humedad relativa del 65%, lo que nos da una humedad en la madera de aproximadamente del 12%.



Empapada	Hasta un 150% aproximadamente (sumergida en agua)
Verde	Hasta un 70% (madera en pie o cortada en monte)
Saturada	Hasta un 30% (sin agua libre, coincide con P.S.F)
Semi-seca	Con un 30% al 23% (madera aserrada)
Comercialmente -seca	Del 23% al 18% (Durante su estancia al aire)
Secada al aire	Del 18% al 13% (Al abrigo de la lluvia)
Desecada	Menos del 13%(Secado natural o en clima seco)
Anhidrica	0% (En estufa a 103° C estado inestable)

Tabla 15 Cuadro de estado de la madera según el % de humedad.

### **Punto de saturación.**

Es cuando se elimina toda el agua libre quedando el agua de las paredes (alrededor del 30% de agua).Y es importante debido a:

- a) Se requiere más calor para eliminar el agua de las paredes.
- b) La madera no comienza a contraerse hasta alcanzar el punto de saturación.
- c) Ocurren cambios en las propiedades de la madera.

- d) Todas las capas de las células no llegan a este punto a la vez y llegado a este punto se puede trabajar con temperaturas más altas.

Las variaciones del contenido de humedad de la madera secada artificialmente se debe a:

- a) Ineficiencia mecánica del secador.
- b) Características de la madera.

### **2.3 Secado de la madera.**

En el secado de madera el agua se mueve de las zonas con mayor contenido de humedad hacia las de menor contenido. Por ello la parte exterior debe estar mas seca si se quiere que la madera se seque. Normalmente las fibras exteriores tratan de equilibrarse con la atmósfera circundante, si la circulación del aire es rápida para que el agua se evapore apenas llegue a la superficie, caso contrario se requiere mayor tiempo para alcanzar la humedad de equilibrio.

La humedad se mueve en las tres direcciones:

- a) Tangencial (mas lenta)
- b) Radial
- c) Longitudinal (mas rápida)

La humedad de vuelve mínima en forma líquida (el agua libre) o de vapor, Mientras mayor es la temperatura en el secador existe mayor movimiento de agua.

Sea que la temperatura sea alta y la humedad relativamente baja ayude al secado. Pero debe cuidarse esto para evitar rajaduras y defectos de contracción. Se debe contar con un buen programa de secado.

### **Tensiones de endurecimiento.**

Al secar una pieza se observa:

- a) La madera que esta por encima del punto de saturación no se contraerá.
- b) Las capas superficiales son las primeras que se secan.
- c) Al bajar las fibras superiores del punto de saturación, comienza a contraerse. Como el centro esta todavía por encima del punto de saturación, no puede contraerse.
- d) Por tanto la parte externa estará en tensión y el centro en compresión por lo que puede presentar grietas superficiales.
- e) Como consecuencia la parte exterior continua en una posición de deformación semipermanente.
- f) La deformación llega a ser permanente cuando las capas adyacentes a las exteriores bajan del punto de saturación.

- g) Al llegar al tratamiento de igualación o de eliminación de tensiones se puede invertir. Esto teniendo tensión en el centro y compresión en los extremos. Si hubo rajaduras estas no desaparecen sino que se hacen menos visibles.

#### **2.4 Fases del secado de la madera**

Las fases del secado de madera son cuatro:

- a) Calefacción.
- b) Secado
- c) Enfriamiento
- d) Acondicionamiento

Las ventajas que se obtienen por medio de un secado de la madera controlado son las siguientes:

- a) Mejorar las propiedades mecánicas, pues la mayoría de las propiedades de resistencia mejoran a medida que decrece el contenido de humedad.
- b) Obtener esterilización de la madera así de esta forma se evita la aparición de organismos que producen mancha y pudrición, debido a que estos no viven si la madera tiene un contenido de humedad inferior al 20% y soportar temperaturas superiores a los 49 ° C.

- c) Preparar la madera para procesos posteriores, y recordar que las maderas debe ser tratadas con preservantes, deben estar secas para que los mismos funcionen adecuadamente.
- d) Por medio del secado se reduce su peso y también el costo del embarque al ser transportada.

### **Calefacción.**

Esta es la primera etapa del proceso de secado, aquí se lleva a la madera de su temperatura inicial a la pre-establecida por la fase sucesiva del secado. El aumento de temperatura debe ser gradual por unidad de tiempo y no en función de la capacidad de producción de calor de la fuente energética, con la finalidad de evitar tensiones en la madera por diferencia de temperaturas entre la interna y la externa. Este aumento de calor puede ser conseguido a través de uno de los tres métodos de transferencia de calor:

- a) Conducción
- b) Convección
- c) Radiación

La madera es un producto que requiere calentarse a temperaturas inferiores a los 100 ° C, tomando en cuenta esta temperatura de la especie del árbol, dimensiones del tablón, además hay que considerar que una temperatura muy alta puede ocasionar alteraciones

posteriores en su estructura además que la transferencia de masa a través del agua evaporada debe realizarse en el rango de temperatura anteriormente indicado.

El tipo de transferencia apropiado es la convección debido a que la temperatura de evaporación será inferior a la de ebullición del agua y cercana a la temperatura de bulbo húmedo del ambiente del aire.

Varios son los factores como las condiciones iniciales en las que se encuentra el producto de las que depende el calentamiento, pues si este es muy húmedo es recomendable realizarlo en lo posible muy lento, mientras que la madera pre-seca por tener un contenido mas bajo de humedad puede soportar calentamientos mas veloces, generalmente se consigue mediante vapor o aire caliente, donde el método mas usado es el segundo a través de un flujo de aire circulando exteriormente a intercambiadores de calor o radiadores en cuyo interior fluye agua a una temperatura de aproximadamente 95° C, llevando la energía que será cedida al aire y que a su vez pasara a la madera para obtener:

- a) Evaporar la humedad, la evaporación se efectúa a una velocidad mucho mas rápida cuando la temperatura es elevada en comparación que cuando es baja.

- b) Elevar la temperatura del aire frío y seco que entra en la instalación del secado.
- c) Conseguir la circulación de aire a través de la carga.

En esta fase como en la siguiente, las propiedades del aire que entran en contacto directo con la madera son importantes debido a que este desempeña las funciones de conducir el calor del sistema de calefacción a la madera y absorber la humedad por ella expulsada, por la capacidad de incorporar humedad en forma de vapor de agua hasta un límite máximo que aumenta con la temperatura, en la cual el aire estará totalmente saturado de agua. Aquí la humedad que tiene el aire es importante para la duración del secado y la calidad final de la madera, esta humedad será un indicador de cuanta humedad puede incorporar el aire por cada libra de aire seco hasta alcanzar el estado de saturación y mientras mas baja sea esa humedad mayor será la capacidad de extraer agua.

### **Secado**

Esta es la fase principal del proceso, aquí se realizan dos operaciones fundamentales:

- a) Movimiento de la humedad hasta la superficie de la madera
- b) Evaporación desde dicha superficie

Normalmente la humedad se mueve a través de las cavidades unicelulares en forma de vapor, mientras que en las finas aberturas de la pared celular el movimiento de la humedad es en forma líquida, produciéndose un movimiento desde el interior de la madera, inicialmente por la difusión de vapor a través de las cavidades hasta llegar a las paredes de la célula donde las fuerzas de absorción y capilaridad son tan fuertes que el vapor se condensa y comienza a moverse a través de esta forma líquida hasta llegar a la próxima cavidad, para evaporarse en el lado seco de la nueva cavidad celular y así sucesivamente. Se distinguen dos periodos en la fase de secado:

- a) Por encima del punto de saturación
- b) Por debajo del punto de saturación

En el primero se extraerá el agua contenida en las cavidades de la célula, donde se tiene una reducida presión de vapor que será igual o menor a la atmósfera, esto origina que el agua no se evapore hasta que las condiciones atmosféricas no cambien, es decir que la presión relativa del vapor de la atmósfera no se reduce y la temperatura permanece constante.



### **Enfriamiento**

Esta fase comienza cuando la carga se aproxima al contenido de humedad deseado y consiste en producir un descenso gradual de la temperatura de la madera, con la finalidad de someterla a un proceso de uniformidad en el cual se busca controlar que las condiciones del medio se encuentren en equilibrio con la humedad final de la madera.

Con esta fase se obtiene:

- a) Uniformidad aproximada del contenido de humedad tanto en el exterior como en el interior de la madera.
- b) Uniformidad aproximada del contenido de humedad entre las piezas que hay dentro del recinto de secado.
- c) Preparar el material para el tratamiento de acondicionamiento.

El inicio de la fase de enfriamiento se lo determina por medio de un muestreo de la carga de madera que se esta secando, a fin de determinar aproximadamente la muestra mas seca y la mas humedad de toda la carga.

Con estas muestras y con un valor de contenido de humedad final promedio deseado se procede a secar la muestra mas seca hasta un 2% menos que el contenido final de humedad promedio requerido y monitorear su comportamiento, tan pronto como la muestra mas seca

alcanse este valor de humedad especificado, se establece en la cámara de secado una condición de contenido de humedad en equilibrio igual a ese valor. Esta condición es el inicio de la fase de igualamiento y se extiende aproximadamente hasta que la muestra mas humedad alcance el contenido final promedio deseado, que finaliza la fase de enfriamiento para dar paso al acondicionamiento.

### **Acondicionamiento**

Por medio del acondicionamiento se mejora el resultado final del producto, debido a que luego del secado queda entre las superficies y el corazón de las tablas, diferencia de humedad, que es mayor cuanto mas gruesas sean las tablas y cuanto mas veloz ha sido el secado.

Esta diferencia de humedad es de fundamental importancia durante el secado, ya que garantiza un flujo constante de la humedad del corazón hacia la superficie, pero finalizado aquel, puede resultar demasiado pronunciada para la utilización final de la madera con las consecuencias anteriormente indicadas. En esta fase se crea un clima mas húmedo que en la fase precedente y una disminución de la temperatura.

El acondicionamiento se lo consigue mediante la vaporización logrando que las superficies reciban humedad mientras en el interior de las tablas sigue el propio proceso de secado, con el resultado de

una reducción de la diferencia de humedad entre los diferentes estratos y los consecuentes esfuerzos térmicos.

La finalización de esta fase se da cuando los valores del contenido de humedad en equilibrio alcanzados son del 2 a 3% del contenido de humedad final promedio deseado, de esta forma se evita los problemas en la madera. El acondicionamiento debe ser controlado y seguir un procedimiento general para igualar y acondicionar madera a cualquier contenido final de humedad promedio deseado.

# CAPÍTULO 3

## 3. TEORIA DE SECADORES.

### 3.1 Criterios para el método de secado.

Hay que tomar en cuenta diversos criterios para escoger el método que mejor se adapte al secado de una sustancia:

- a) El modo de funcionamiento del aparato
- b) La naturaleza y calidad del producto a secar
- c) La fuente de calor y el modo de transmisión del mismo
- d) La seguridad
- e) El consumo de energía
- f) La facilidad para controlar el tiempo de tratamiento

La elección del método de secado es generalmente una situación ponderada de todos estos factores.

**A. Modo de funcionamiento del aparato**

El funcionamiento puede ser discontinuo o continuo. La elección depende de la importancia de la producción. Si ésta es pequeña, a menudo se escoge un funcionamiento discontinuo. Si al contrario, la producción es importante, las operaciones de carga o descarga a efectuar en discontinuo se volverían más tediosas. Por lo tanto, el funcionamiento continuo es deseable y económicamente más rentable.

**B. Naturaleza del producto a secar**

La preparación, modo de manejo, fuente de calor a utilizar, modo de transmisión y concepción de los sistemas de aireación, dependen de la naturaleza del producto a secar. Puede tratarse de líquidos, pastas, materiales pulverizados, granulados, fibrosos o compactos:

- a) Los cuerpos pastosos muy viscosos frecuentemente se laminan sobre tambores y después se desmenuzan, lo cual les confiere una textura cercana a la de los sólidos. También pueden ser tratados sobre bandas o en secadores de tornillo.

- b) Los sólidos polvosos (o susceptibles a ser triturados) son secados generalmente en secadores de banda, cilindro, lecho fluido, lecho móvil, transporte neumático. Si son susceptibles a aglutinación se puede diseñar una recirculación de producto seco para reducir los riesgos de aglomeración (bajo reserva de que el aumento en el tiempo de residencia puede contribuir a una degradación de los productos).
- c) Los productos compactos o en trozos son tratados en secadores de gabinete, en túneles de carros o banda transportadora.
- d) Un producto bombeable ofrece más posibilidades de tratamiento que uno no bombeable.
- e) La cantidad de producto a obtener puede limitar la elección del modo de secado. Así, por ejemplo, el secado de colorantes, de productos farmacéuticos o alimenticios, debe llevarse a cabo evitando toda contaminación del producto o el someterlos a atmósferas que los puedan degradar; por ello muchos de estos productos se secan en pequeños lotes.

### C. Fuente de calor y modo de transmisión

En los secadores de convección o conducción, pueden utilizarse los fluidos calientes clásicos (vapor, agua caliente, gas de combustión) para suplir el calor necesario para la extracción de humedad. Estos fluidos circulan generalmente por chaquetas o por tubos en contacto con el material a secar (secado por conducción) o dentro de los recalentadores de aire (secado por convección). Si los gases de combustión están limpios, se les puede poner en contacto directo con el material a secar.

El secado por irradiación infrarroja se efectúa por medio de lámparas eléctricas o de paneles calefactores. El secado por corrientes de alta frecuencia se utiliza sobre todo cuando la calidad del producto seco es determinante.

La elección de la temperatura de secado es muy delicada:

- Una elevada temperatura permite aumentar la velocidad de secado, pero conduce a veces a la aparición de una costra en la superficie del producto (fenómeno de "case hardening") que dificulta la extracción de humedad.
- Una temperatura demasiado baja aumenta considerablemente el tiempo de operación.

La convección es el método de transferencia más utilizado en el secado. El contacto entre el gas y el producto puede hacerse:

**Por secado simple.**

El aire circula a lo largo de la superficie del producto que está dispuesto en capas delgadas sobre las charolas, los carros o las bandas transportadoras. El tiempo de residencia en el aparato puede ser fácilmente controlado.

**Por combinación de dispersión y raspado en los secadores de tambor.**

Esta técnica está bien adaptada para sólidos granulosos. En general, el tiempo de residencia del producto en el secador es largo.

**Por circulación del aire a través del material.**

Este tipo de contacto mejora considerablemente la transferencia de calor y de material, pero la pérdida de carga que sufre el gas es importante. Esta técnica es utilizada para el secado de todo tipo de sólidos. El tiempo de residencia de los productos es variable.



El secado por conducción se emplea sobre todo para el tratamiento de líquidos, productos pastosos o sólidos que no pueden ser puestos en contacto con el aire.

**D. Seguridad del proceso**

Conviene no perder de vista que el secado de algunos productos puede llevar a la formación de polvo en las zonas secas, esto es, a la salida del secador o de los ciclones, lo que puede provocar problemas de contaminación.

Además, algunos productos que conlleven emanaciones tóxicas deben ser tratados por métodos especiales.

**E. Consumo de energía**

La eficiencia energética de los secadores térmicos es baja. En efecto, debemos recordar que el objetivo del secado es de arrastrar y eliminar un líquido de un producto al cual está inicialmente ligado por uniones de tipo químico (iónicas, covalentes, metálicas) o de tipo electrostático (enlaces de Van der Waals, puentes de hidrógeno), uniones que requieren un gran consumo de energía para ser rotas.

El rendimiento de los secadores pocas veces sobrepasa el 60%. Es importante entonces, incluir técnicas susceptibles a economizar energía.

### **3.2 Tipos de secadores.**

Existen los siguientes tipos de secado:

- a) Al aire libre
- b) Presecado
- c) Secadores

#### **3.2.1 Al aire libre**

Se clasifican en dos formas:

- a) En patios
- b) En cobertizos

El secado al aire libre es la forma más barata y sencilla. Se seca hasta llegar a un % de humedad final de acuerdo a las condiciones climatológicas, o hasta un % predeterminados y luego se pasa a hornos secadoras.

#### **Ventajas:**

- Mas barato.
- Se pueden secar especies mezcladas fácilmente.

- Reduce costos energéticos antes del secado al horno para maderas duras.

**Desventajas:**

- Lento.
- Calidad.
- Uniformidad.
- Espacio.
- Depende del clima

En las formas de secado se aplica las siguientes técnicas:

- a) Suficiente espacio entre pilas
- b) La madera colocada en forma plana (castillos) para evitar rajaduras.
- c) Arrimado de castillos similares a un carro de secadora con separadores colocados a distancias prudencial (40 a 60 cm.) con separación entre las piezas de madera.
- d) Si el secado es en patio proporcional un techo para proteger las plantillas superiores.
- e) Que el patio tenga buen drenaje.
- f) Que las pilas o castillos tengan una inclinación longitudinal de aproximadamente de 15% para la salida del agua libre.

g) También se puede usar el sistema caballo o triangular, pero los extremos superiores de las piezas se rajan aunque se evita el daño por hongos muy frecuentes en el castillo.

h) Defectos de secado:

- Acción química
- Encogido
- Hongos

### **3.2.2 Presecado**

Dentro de este tipo de secado se dispone de:

a) Circulación de aire entre las pilas (ventiladores) se necesita cobertizos y ductos internos para que el aire pase entre la madera.

b) Por medio de pequeñas cantidades de calor, para ello se necesita de un edificio para recircular el aire caliente, un sistema poco usado.

### **3.2.3 Secadores**

Existen los siguientes tipos de hornos secadores:

- a) Secadoras progresivas
- b) Secadoras de compartimientos.

**Secadora progresiva.**

La secadora progresiva esta compuesta de:

- a) Un túnel con un determinado número de carros, cada uno de ellos en diferentes etapas del secado.
- b) Tienen puertas a ambos extremos.
- c) La madera húmeda esta junta a la puerta de carga.
- d) Cuando un carro sale seco por un extremo, por el otro se carga otro verde.
- e) La condición de secado es más fuerte en el extremo de descarga, donde existen más elementos de calefacción.

**Secadora de compartimientos.**

Existen varios tipos:

a) Cuartos calentados:

Se usan para secar madera que pasa previamente por patios solo en cuartos pequeños. El aire calentado por radiadores se eleva, pasa a través de la madera, se va enfriando y empuja el aire frío hacia abajo.

b) Secadoras de circulación forzada.

Constan de:

- Ventiladores internos.
- Ventiladores externos.
- Ventiladores individuales.
- Ventiladores sobre un solo eje (solo interno).

**Ventajas:**

- No se requieren áreas grandes.
- No se depende de la energía solar.
- Al conocer el tiempo de secado se puede calcular el número de equipos.
- Debido a que el proceso es más rápido con relación al secado al aire libre el espacio de tiempo es menor, lo cual impide el desarrollo de hongos.
- El aire puede ser calentado por medio de quemadores, intercambiadores de calor, etc. Que funcionen a base de energía eléctrica, gas licuado de petróleo, etc.

**Desventajas:**

- Alto costo en la inversión inicial.
- Consumo de combustible

### **3.3 Descripción del secador.**

Para lograr el secado artificial o tecnológico es necesario de varios equipos como ventiladores para la recirculación de aire a través de la madera, elementos de calefacción, humidificación, control y registro de las condiciones ambientales, tales como la humedad relativa del aire, la temperatura y la humedad residual de la madera, para lo cual cada uno de los equipos de la instalación cumple una función determinada a continuación:

- Suministro de aire a la cámara de secado.
- Elevar la temperatura del aire para lograr las condiciones apropiadas para el secado.
- Circulación del aire a través de la carga de madera.
- Succión y descarga del aire saturado hacia el exterior de la cámara.
- Control de temperatura para controlar parámetros de funcionamiento y lograr un secado eficiente.

El aire necesario para el secado es proporcionado a través de ventanillas localizadas sobre el techo del secador, y cubiertas por una malla metálica que cumple la función de filtro, para retener las partículas en suspensión que pueda contener el aire.

Estas ventanillas cubren los ductos de admisión y expulsión y son accionadas por un mecanismo de articulación que las abre en el momento de la succión o descarga y las cierra una vez cumplida su función, pues se encuentran conectadas con los termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco.

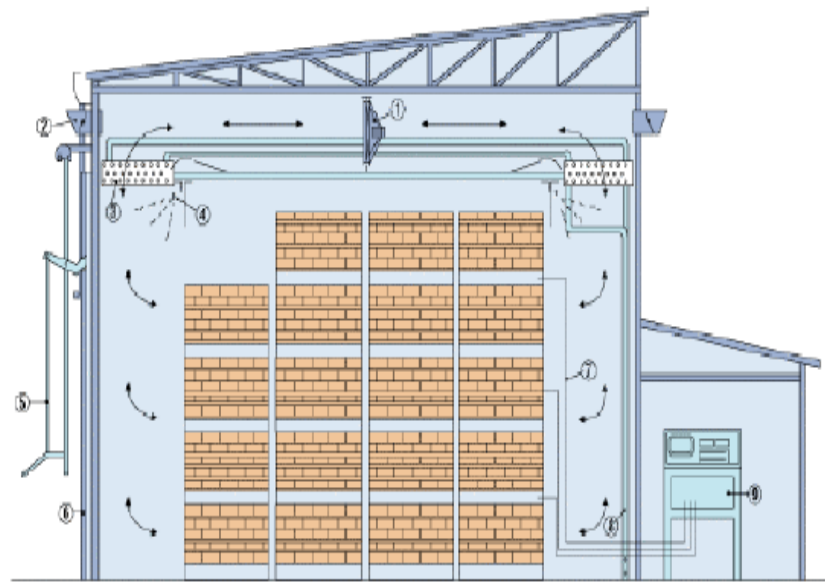
Además las ventanillas sirven para realizar purgas para los diferentes cambios de aire que se hacen necesarios al presentarse un ambiente muy saturado dentro de la instalación. Se debe dar una separación entre las ventanillas de tal forma que el aire saturado no sea nuevamente recirculado.

La estructura y las puertas de las cámaras de secado se construyen con materiales resistentes a la acción del clima agresivo que rige dentro del secadero durante el proceso de secado. El secador se construye preferiblemente con ladrillos, concreto o con elementos prefabricados de aluminio. Este último material es muy resistente a la intemperie y al mismo tiempo no es afectado por la acidez del interior. Por último hay que conseguir un aislamiento térmico entre el interior y exterior del secadero mediante productos especialmente diseñados para este fin.



El clima artificial dentro de la cámara permite el secado progresivo de la madera hasta el contenido de humedad final deseado.

Figura N° 1. Esquema básico de un secador



1. Ventiladores especiales para secadero
2. Trampillas de renovación del aire
3. Baterías de calefacción
4. Aspersores
5. Sistema portor
6. Puerta aislada para secadero
7. Sondas y cables especiales para regulación electrónica
8. Red de tuberías de calefacción
9. Regulación electrónica de secadero

Figura 3.1 Esquema básico de un secador

# CAPÍTULO 4

## 4. DISEÑO DEL SECADOR.

### 4.1 Selección del tipo de secador.

El equipamiento de la instalación y el conocimiento de cada uno de los elementos de los cuales esta formada es un factor importante, el cual permitirá seleccionar y/o dimensionar los equipos complementarios los cuales serán entre todo un solo conjunto.

En base al proceso de secado descrito en el capítulo dos y con una noción clara de las fases del secado se puede entender la función de cada uno de los elementos constitutivos de la instalación, los que permiten controlar las condiciones del ambiente artificial del secador, siendo las dos principales la temperatura y la humedad relativa.

Existen clasificaciones establecidas para un secador artificial de madera, las que depende principalmente del metodo de carga y la forma en la cual se realizara la circulación del aire dentro de la cámara.

En el momento de seleccionar el tipo de instalación de secado se puede hacer combinaciones entre las clasificaciones establecidas, que dependerán del criterio y experiencia del ingeniero diseñador, así como de las necesidades del cliente.

Para la instalación del presente proyecto se escogió una combinación entre las características del secadero por compartimientos y el secador de circulación forzada de aire, además con el tipo de circulación se consigue un mayor control sobre las condiciones internas de la cámara de secado puesto que se puede regular la masa del aire que entra, y así acelerar en forma optima el secado de madera.

#### **4.2 Infraestructura de la cámara de secado**

La infraestructura debe de cumplir con los siguientes requisitos para contar con las condiciones apropiadas para el secado de la madera, se debe considerar:

- a. La cámara de secado debe ser físicamente fuerte para soportar las cargas de madera y el equipo recalentamiento y circulación sin que haya fallas mecánicas.
- b. El aislamiento debe ser suficiente para evitar las pérdidas de calor que traerían como resultado costos excesivos y fallas en la operación.
- c. La construcción debe ser tal que no se desintegre por la acción de los microorganismos deteriorantes ni por la corrosión.
- d. La construcción debe ser a prueba de fuego.

De esta forma la cámara de secado se construye con cimientos y pisos de concreto con una capa lo suficiente gruesa para soportar la construcción del secador y las cargas de madera que se han de secar.

Las paredes soportarán el techo y deben tener suficiente poder aislante para asegurar una mínima pérdida de calor a través de ellas, generalmente son de un espesor de 4 pulgadas de grueso o también revestidas en ambos lados.

La propiedad del aislante es obtenida con el uso de la lana de vidrio que es ubicada entre las paredes.

El techo es construido de concreto reforzado el cual es muy fuerte y duradero, pero proporciona poco aislamiento y las pérdidas de calor a través del techo son mas serias que las que ocurren a través de las paredes,

Si un techo tiene un mal aislamiento el aire dentro de la cámara cercano al techo puede enfriarse y comenzar a condensarse hasta el punto de comenzar a gotear sobre las tablas de las capas superiores que están excesivamente húmedas durante las primeras fases del secado,

Este aumento de humedad ocasiona una desigualdad en el secado que alteraría la estructura interna y externa de la madera que se encuentra en esas capas, por lo tanto se requiere de un aislamiento suplementario a fin de evitar excesivas pérdidas de calor y una consecuente condensación.

Por lo expuesto anteriormente para mejorar el aislamiento del techo, se ubica también lana de vidrio.

Las puertas de entrada del producto deben ser aislantes y su peso debe ser ligero, un ajuste perfecto y ser ubicadas de tal forma que sean fáciles de abrir y cerrar por este motivo son construidas con plancha de acero galvanizada con ángulos y con aislamiento interno al igual que el techo y las paredes y además debe contar con una puerta de inspección para proporcionar acceso al interior de la cámara durante la operación.

Se recomienda cubrir las paredes como las puertas metálicas con pintura la cual es generalmente de asfalto dado que la atmósfera en el interior de la cámara es favorable para la corrosión, la pintura es colocada en las paredes y en el cielo en el momento de la construcción de la cámara y debe ser repuesta con regularidad.

#### **4.3 Cálculo de la capacidad de carga de la cámara de secado.**

Para realizar el estibaje de la madera dentro de la cámara se deben considerar ciertas normas de ubicación para conseguir un eficiente secado evitando cortocircuitos de aire entre las pilas de madera.

- a) Para maderas de espesor  $t > 40$  mm. se debe guardar una separación lateral del orden de 30% a 40% de su espesor.
- b) La altura de las pilas deberá ser de hasta 1600 mm., y separadas entre pilas encimadas por maderas de 80 a 100 mm. de espesor.
- c) Las pilas de madera deben de contener 3 columnas de palets.

Las dimensiones de cada palet en mm. son:

Largo	1050
Ancho	1050
Altura	135

Tabla 16 Dimensiones de cada palet

La altura de la cámara de secado es de 6000 mm. la altura de cada pila con el listón de separación da un valor de 1600 mm de esta manera se tiene:

$$\left[ \frac{6000}{1600} \right] = 3.7 \text{ pilas}$$

Por seguridad de la carga

solo seran 3 pilas

El ancho de la cámara de secado es de 8000 mm siendo el espacio aconsejable para el secado de 6400 mm, por lo tanto el ancho de cada pila es de:

$$\left[ \frac{6400}{1600} \right] = 4 \text{ pilas}$$

El largo de la cámara tiene un valor de 12000 mm por lo tanto se colocaran 5 pilas con su debida separación entre ellas.

El número total de pilas que entraran en el secador será de:

$$(3 \times 4 \times 5) = 60 \text{ pilas}$$

Cada pila contiene 10 de esta forma el número total de palets es:

$$(10 \times 60) = 600 \text{ palets}$$



Por lo tanto para calcular la carga del secador se trabajara con los datos de la densidad y volumen de la madera laurel por tablón:

$$m = \rho \times V \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$m = \left( 400 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}^3} \right) \left( 0.0525 \text{m}^3 \right)$$

$$m = 21 \frac{\text{Kg.}}{\text{tablón}}$$

$$m_{\text{total}} = \left( 21 \frac{\text{Kg.}}{\text{tablón}} \right) (1440 \text{ tablón es})$$

$$m_{\text{total}} = 30240 \text{Kg.}$$

#### 4.3.1 Cálculo del calor sensible para la madera

Considerando la masa del laurel que es la máxima carga a la que funcionara la cámara de secado se tendrá que la cantidad de calor requerido para elevar su temperatura hasta 180°F será determinado por la siguiente ecuación:

$$Q_m = m_m C_{p_m} (T_d - T_o) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Por lo tanto:

$Q_m$  = Calor sensible para la madera (Btu)

$m_m$  = Masa de la madera a secar (lbm)

$Cp_m$  = Calor específico de la madera (Btu/lbm°F)

$T_d$  = Temperatura de secado (°F)

$T_o$  = Temperatura inicial de la madera (°F)

Luego:

$$m_m = 66667.104 \text{ lbm (30240 Kg)}$$

$$Cp_m = 0.57 \text{ Btu/lbm}^\circ\text{F}$$

$$T_d = 180 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_o = 80.6 \text{ }^\circ\text{F}$$

El calor sensible para la madera será de:

$$Q_m = (66667.104)(0.57)(180 - 80.6) \text{ (Btu)}$$

$$Q_m = 3'777224.778 \text{ (Btu)}$$

#### 4.3.2 Cálculo del calor latente para el contenido de humedad

El proceso de vaporización de la humedad de la madera empezara a la temperatura de bulbo húmedo determinada previamente, el cálculo de este requerimiento de calor obedecerá la siguiente ecuación:

$$Q_v = m_m h_{fgw} (H_o - H_f) \quad \text{Ecuación 4.3}$$

$Q_v$  : Calor para vaporizar el contenido de humedad de la madera (Btu)

$h_{fgw}$  : Entalpia de vaporizacion  $\left( \frac{\text{Btu}}{\text{lbm agua}} \right)$

$H_o$  : Humedad inicial de la madera  $\left( \frac{\text{lbm agua}}{\text{lbm madera}} \right)$

$H_f$  : Humedad final de la madera  $\left( \frac{\text{lbm agua}}{\text{lbm madera}} \right)$

El valor de la entalpía de evaporización se la determina a la temperatura de bulbo húmedo y tiene un valor de 1007 Btu/lbm agua. En cuanto a la humedad final de la madera hay que considerar que la condición giroscópica de la madera ocasionara en la madera un estado en equilibrio con la humedad del ambiente, teniéndose dada las condiciones de nuestro medio, 80.6°F y 75% de humedad relativa un valor de 14%. Entonces el calor latente para la vaporización de la humedad de la madera será:

$$Q_v = m_m h_{fgw} (H_o - H_f)$$

$$Q_v = (66667.104) (1007) (0.7 - 0.14)$$

$$Q_v = 37'594913.287 \text{ Btu}$$

Tomando en cuenta 30 días de funcionamiento continuo máximo de la cámara de secado se evalúa el suministro de energía para este tiempo teniéndose de esta forma:

$$30 \text{ días} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 720 \text{ horas}$$

El calor requerido para la carga de madera será:

$$Q_{\text{secado}} = Q_m + Q_v \quad \text{Ecuación 4.4}$$

$$Q_{\text{secado}} = 3'777224.778 + 37'594913.287$$

$$Q_{\text{secado}} = 41'372138.065 \text{ Btu}$$

Luego se tiene que:

$$Q_{\text{Secado}} = \frac{Q_{\text{secado}}}{t} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

$$Q_{\text{Secado}} = \frac{41'372138.065 \text{ Btu}}{720 \text{ h}}$$

$$Q_{\text{Secado}} = 57461.302 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

#### 4.3.3 Determinación del tiempo de secado

Existen dos tiempos que se detallan a continuación del palet y de la madera (información adicional):

- Para el palet:

La nueva reglamentación fitosanitaria **NIMF-15** (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias), de la **IPPC** (The International Plant Protection Convention, exige que los palets deben ser calentados dentro de un horno hasta que la parte interna de los mismos alcance una temperatura de 56°C durante 30 minutos.

- Para la madera (Información adicional)

En caso que se desee secar madera entonces el tiempo de secado depende de los siguientes parámetros:

- ❖ Especie y espesor de la madera
- ❖ Humedad inicial de la madera
- ❖ Temperatura de secado
- ❖ Velocidad de flujo del aire de secado
- ❖ De la calidad de secado deseada

Cuanto mas pesada es, mayor es su masa celular y más difícil la evaporación del agua en el interior de la madera. En dependencia de los parámetros antes mencionados para el secado, se calcula el tiempo de secado requerido, mediante la siguiente formula:

$$t_s = \left(\frac{1}{a}\right) \ln\left(\frac{H_i}{H_f}\right) \left(\frac{e}{25}\right)^{1.5} \left(\frac{65}{T}\right)^{1.5} \left(\frac{1.5}{v}\right)^{0.6} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Donde:

- ❖  $t_s$ : Tiempo de secado (h)
- ❖  $a$  : Factor de proporcionalidad de la madera
  - Madera blanda  $a= 0.0477$
  - Madera dura  $a= 0.0265$
- ❖  $H_i$ : Humedad inicial (%)       $H_f$ : Humedad final (%)
- ❖  $e$  : Espesor de la madera (mm)
- ❖  $T$  : Temperatura de secado (°C)
- ❖  $v$ : Velocidad del flujo de aire
- ❖  $\ln$ : Logaritmo natural

Al tiempo de secado hay que sumar el tiempo para el calentamiento de la madera y el tiempo requerido para el acondicionamiento y enfriamiento de la misma.

Se calcula para cada una de estas fases, con mas o menos 1 hora por cada cm. de espesor. La incógnita de la formula descrita anteriormente para el calculo del tiempo de secado es el factor de proporcionalidad de la madera.

Por la relación de este factor con el peso específico, es más fácil determinar el tiempo de secado de la siguiente manera: Se determina el tiempo de secado básico para una madera estándar en dependencia de su humedad inicial y su humedad final.

Primeramente de 60% a 30% con una temperatura de 60°C

$$t_s = \left( \frac{1}{0.0477} \right) \ln \left( \frac{60}{30} \right) \left( \frac{50}{25} \right)^{1.5} \left( \frac{65}{60} \right)^{1.5} \left( \frac{1.5}{2.5} \right)^{0.6}$$

$$t_s = 34 \text{ horas}$$

Luego de 30% a 10% con una temperatura de 80°C

$$t_s = \left( \frac{1}{0.0477} \right) \ln \left( \frac{30}{10} \right) \left( \frac{50}{25} \right)^{1.5} \left( \frac{65}{80} \right)^{1.5} \left( \frac{1.5}{2.5} \right)^{0.6}$$

$$t_s = 35 \text{ horas}$$

Añadiendo a esto un tiempo de 9 horas por calentamiento, enfriamiento y acondicionamiento el tiempo total es de 78 horas es decir 3.25 días.

#### 4.3.4 Determinación de las pérdidas de calor

El calor que se pierde al medio ambiente a través de la cámara puede dividirse en:

- Pérdida a través de las paredes laterales y trasera
- Pérdida a través del tumbado
- Pérdida de calor a través del piso
- Pérdida de calor a través de las puertas de entrada del producto

Para el cálculo de las pérdidas de calor a través de las diferentes áreas indicadas anteriormente, se partirá de un proceso de cálculo iterativo que permita determinar la temperatura de pared más exactamente y así cuantificar el calor perdido de una manera más fiable. La ecuación que se usará es la siguiente:

$$Q''_s = U(T_c - T_{amb}) \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Donde

$Q''_s$  : Calor perdido a través de la superficie  $\left(\frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2}\right)$

$U$  : Coeficiente global de transferencia de calor  $\left(\frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}\right)$

$T_c$  : Temperatura de la cámara de secado ( $^\circ\text{F}$ )

$T_{amb}$  : Temperatura del medio ambiente ( $^\circ\text{F}$ )



Luego de la determinación del coeficiente global de transferencia de calor se lo halla considerando las resistencias al paso de calor que presentan el fluido por las que atraviesa, de esta forma:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{c-i}} + \sum_{i=1}^e \frac{l_i}{k_i} + \frac{1}{h_{e-amb}}} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

Donde

$l_i$ : Espesor de pared (ft)

$k_i$ : Coeficiente de conductividad termica de la pared  $\left( \frac{\text{Btu}}{\text{ft h } ^\circ\text{F}} \right)$

$h_{c-i}$ : Coeficiente convectivo de transferencia de calor desde la camara hacia la superficie interior  $\left( \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 ^\circ\text{F}} \right)$

$h_{e-amb}$ : Coeficiente convectivo de transferencia de calor desde la superficie exterior hacia el medio ambiente  $\left( \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 ^\circ\text{F}} \right)$

Luego la ecuación que permite analizar el flujo de calor desde el ambiente de la cámara hacia la superficie es:

$$Q_s = h_{c-i} (T_c - T_i) \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Donde:

$T_i$ : Temperatura de la superficie interior ( $^\circ\text{F}$ )

Después la ecuación que permite analizar el flujo de calor desde la superficie exterior hacia el ambiente es:

$$Q_s = h_{e-amb} (T_e - T_{amb}) \text{ Ecuación 4.10}$$

Para el cálculo de la pérdida de calor por las paredes se muestra en la siguiente figura la constitución de la pared y las características.

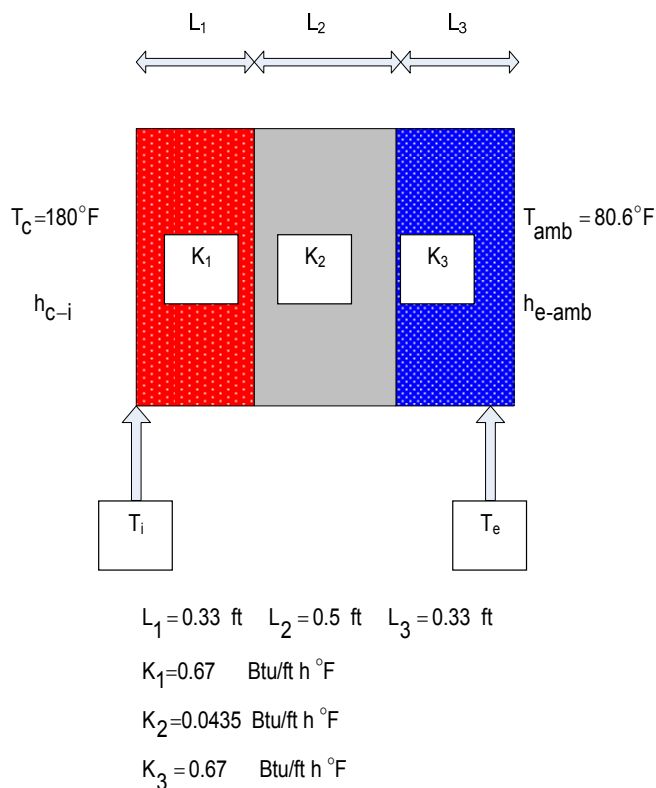


Figura 4.1 Pérdida de calor a través de las paredes

En la determinación del valor del coeficiente convectivo del aire dentro de la cámara de secado se debe de considerar la velocidad del aire caliente dentro de la cámara.

Esta velocidad debe variar en un rango de 2 a 5 m/s (6.56 a 16.4 ft/s); asegurando un moderado secado de la madera que evite una rápida deshumedificación con graves consecuencias.

El coeficiente convectivo para el interior de la cámara será:

$$h_{c-i} = \frac{N_{Nu} K_{aire}}{L} \text{ Ecuación 4.11}$$

Donde:

$N_{Nu}$  : Número de Nusselt

$K_{aire}$  : Conductividad termica del aire

$L$  : Longitud de la pared (ft)

El valor del número de Nusselt para convención forzada dentro de la cámara se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$N_{Nu} = 0.037 (Re)^{4/5} (Pr)^{1/3} \quad (Re > 5 \times 10^5) \text{ Ecuación 4.12}$$

Donde:

$Re$  = Número de Reynolds

$Pr$  = Número de Prandlt

Siendo:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \text{ Ecuación 4.13}$$

Donde:

$$V = \text{Velocidad del aire} \left( \frac{\text{ft}}{\text{s}} \right)$$

$$\nu = \text{Viscosidad cinemática} \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{s}} \right)$$

El cálculo de cada uno de estos parámetros se lo realiza evaluando las propiedades térmicas del aire a la temperatura fílmica  $T_m$ . Para evaluar esta temperatura se realiza una primera estimación de la temperatura de la pared interior de la cámara  $T_i$ .

$$T_i = 150^\circ\text{F}$$

$$T_m = \frac{180 + 150}{2}$$

$$T_m = 165^\circ\text{F}$$

A esta temperatura las propiedades termodinámicas del aire son:

$$\nu \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{s}} \right) = 2.21871 \times 10^{-4}$$

$$k \left( \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^\circ\text{F}} \right) = 0.01712$$

$$\text{Pr} = 0.700$$

Al reemplazar los valores en la ecuación 4.13 se obtiene:

$$\text{Re} = \frac{(9.84)(21.32)}{(2.21871 \times 10^{-4})}$$

$$Re = 945544.03234$$

$$Re = 9.45 \times 10^5$$

Dado que el valor de  $Re > 5 \times 10^5$ , el cálculo del número de Nusselt es según la ecuación 4.12:

$$N_{Nu} = 0.037 (Re)^{4/5} (Pr)^{1/3} \quad (Re > 5 \times 10^5)$$

$$N_{Nu} = 0.037(945544.03234)^{0.8}(0.700)^{1/3} \quad (Re \geq 4 \times 10^5)$$

$$N_{Nu} = 1982.04332$$

Entonces el valor del coeficiente de convección  $h_{c-i}$  será de:

$$h_{c-i} = \frac{N_{Nu} K_{aire}}{L}$$

$$h_{c-i} = \frac{(1982.04332)(0.01712)}{(21.32)}$$

$$h_{c-i} = 1.59158 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Para determinar el otro valor del coeficiente convectivo  $h_{e-amb}$  se debe considerar la convección en la parte exterior de la cámara, es convección libre. Bajo este principio las correlaciones que nos permite determinar su valor varían en comparación con la convección forzada que se da dentro de la cámara. Obteniéndose:

$$h_{e-amb} = 0.19 (T_e - T_{amb})^{1/3}, \text{ Gr Pr} > 10^9 \text{ Ecuación 4.14}$$

Donde:

Gr : Número de Grassofo

Y este número se lo evalúa por medio de la siguiente ecuación:

$$Gr = \frac{g\beta(T_e - T_{amb})L^3}{\nu^2} \text{ Ecuación 4.15}$$

Donde:

$g$  = Aceleración de gravedad  $9.8 \text{ m/s}^2$  ( $32.17 \text{ ft/s}^2$ )

$\beta$  = Coeficiente de expansion termica  $\left(\frac{1}{^\circ\text{R}}\right)$

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre pared superficial y medio ambiente

$L$  = Longitud de la pared

$\nu$  = Viscosidad cinemática  $\left(\frac{\text{ft}^2}{\text{s}}\right)$

Así asumiendo una temperatura exterior de  $T_e = 120^\circ\text{F}$ , la temperatura fílmica da:

$$T_m = \frac{120 + 80.6}{2}$$

$$T_m = 100.3^\circ\text{F}$$

Las propiedades del aire medidas a  $100.3^\circ\text{F}$  son:

$$\nu = 1.82984 \times 10^{-4} \text{ ft}^2/\text{s}$$

$$Pr = 0.7054$$

El valor de  $\beta$  para el aire es el recíproco de la temperatura absoluta así:

$$T_{\text{abs}} = 80.6 + 459.67$$

$$T_{\text{abs}} = 540.27^{\circ}\text{R}$$

$$\beta = \frac{1}{T_{\text{abs}}} \quad \text{Ecuación 4.16}$$

$$\beta = \frac{1}{540.27}$$

$$\beta = 1.8509 \times 10^{-3} \text{ R}^{-1}$$

El número de Grashof provee el siguiente valor:

$$\text{Gr} = \frac{(32.17)(1.8509 \times 10^{-3})(120 - 80.6)(21.32)^3}{(1.82984 \times 10^{-4})^2}$$

$$\text{Gr} = 679286840420$$

$$\text{Gr} = 6.79 \times 10^{11}$$

Así obtenemos:

$$\text{Gr Pr} = (6.79 \times 10^{11})(0.7054)$$

$$\text{Gr Pr} = 4.79 \times 10^{11}$$

El cálculo precedente permite hacer uso de la ecuación 4.14 de esta forma asumiendo que la temperatura de la pared exterior es  $T_e = 120^{\circ}\text{F}$  se tiene:

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(T_e - T_{\text{amb}})^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(120 - 80.6)^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-amb} = 0.64652 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Con los datos obtenidos y con las características de las paredes, el valor del coeficiente global de transferencia de calor

U es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{0.5}{0.0435} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{1}{0.64652}}$$

$$U = \frac{1}{14.65437}$$

$$U = 0.06823 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Al igualar las ecuaciones  $Q''_s = U(T_c - T_{amb})$  y

$Q''_s = h_{e-amb}(T_e - T_{amb})$  se obtiene:

$$T_e = \frac{U(T_c - T_{amb})}{h_{e-amb}} + T_{amb} \quad \text{Ecuación 4.17}$$

$$T_e = \frac{0.06823(180 - 80.6)}{0.64652} + 80.6$$

$$T_e = 91.09^\circ\text{F}$$

Y se determina un nuevo valor para la temperatura de la pared exterior  $T_e$ .

Comparando este valor con el inicialmente asumido que era de  $120^\circ\text{F}$ , vemos que hay una notable variación, ahora se asume



un valor de 96°F. El valor del coeficiente de convección es ahora de:

$$h_{e-amb} = 0.19(T_e - T_{amb})^{1/3}, \text{ Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-amb} = 0.19(96 - 80.6)^{1/3}, \text{ Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-amb} = 0.47270 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El nuevo valor del coeficiente global de transferencia de calor es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{0.5}{0.0435} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{1}{0.47270}}$$

$$U = \frac{1}{15.22314} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.06568 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Reemplazando valores en la ecuación 4.17

$$T_e = \frac{U(T_c - T_{amb})}{h_{e-amb}} + T_{amb} \text{ se tiene:}$$

$$T_e = \frac{0.06568(180 - 80.6)}{0.47270} + 80.6$$

$$T_e = 94.41127 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Este resultado permite comparar con el anterior y aceptarlo.

Ahora se determina el valor el valor de la temperatura de la pared interior en la ecuación 4.9  $Q''_s = h_{c-i}(T_c - T_i)$

$$T_i = 175.9^\circ\text{F}$$

Para encontrar el nuevo valor de  $h_{c-i}$  se tiene:

$$T_m = \frac{180 + 175.9}{2}$$

$$T_m = 177.95^\circ\text{F}$$

Las propiedades termodinámicas del aire a esta temperatura son:

$$\nu: 2.3004 \times 10^{-4} \frac{\text{ft}^2}{\text{s}}$$

$$\text{Pr}: 0.699154$$

$$K: 0.0174 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft } ^\circ\text{F}}$$

El valor de Re es:

$$\text{Re} = \frac{(9.84)(21.32)}{2.3004 \times 10^{-4}}$$

$$\text{Re} = 911966.61450$$

$$\text{Re} = 9.11 \times 10^5$$

Al reemplazar en:

$$N_{\text{Nu}} = 0.037 (\text{Re})^{4/5} (\text{Pr})^{1/3} \quad (\text{Re} > 5 \times 10^5)$$

$$N_{\text{Nu}} = 0.037 (911966.61450)^{4/5} (0.699154)^{1/3} \quad (\text{Re} > 5 \times 10^5)$$

$$N_{\text{Nu}} = 1924.7566$$

El valor de  $h_{c-i}$  es:

$$h_{c-i} = \frac{(1924.7566)(0.0174)}{21.32} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$h_{c-i} = 1.57086 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El valor del coeficiente global de transferencia de calor es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.57086} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{0.5}{0.0435} + \frac{0.33}{0.67} + \frac{1}{0.47270}}$$

$$U = \frac{1}{15.2314} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.06565 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El área total de las paredes laterales y la trasera es

$$A_{\text{pared}} = 1119.44 \text{ ft}^2$$

Siendo el flujo de calor de las paredes  $Q''_s = U(T_c - T_{\text{amb}})$

$$Q''_{\text{Pared}} = 0.06565 (180 - 80.6)$$

$$Q''_{\text{Pared}} = 6.52561 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2}$$

$$Q_{\text{Pared}} = Q''_{\text{Pared}} A_{\text{Pared}}$$

$$Q_{\text{Pared}} = (6.52561)(1119.44)$$

$$Q_{\text{Pared}} = 7305.02885 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

El cálculo para determinar las pérdidas a través del tumbado se lo determina de forma similar, siguiendo el esquema de construcción del tumbado como se muestra a continuación:

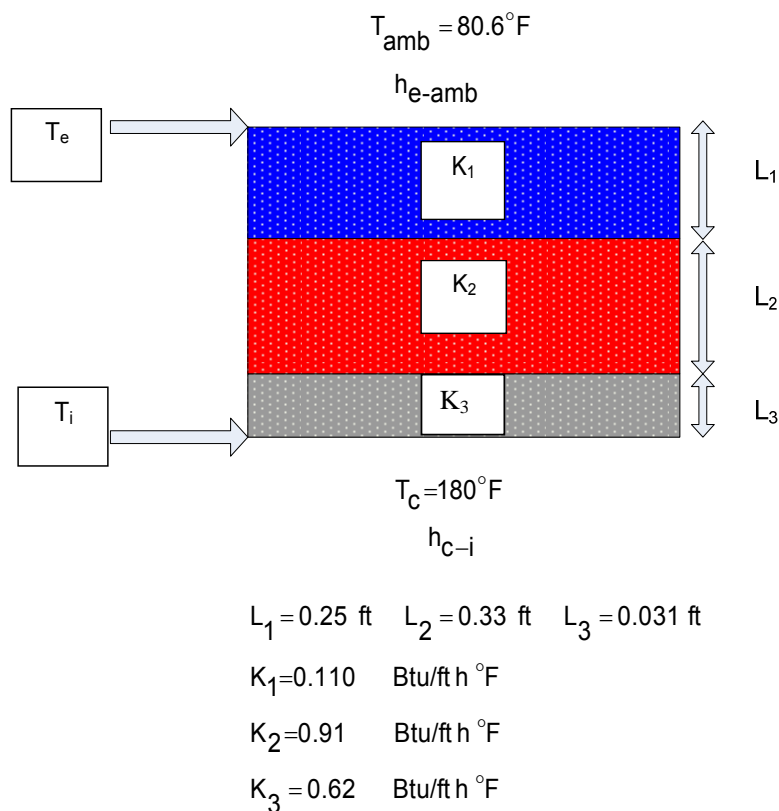


Figura 4.2 Perdida de calor a través del tumbado

Tomando  $T_i = 175.9^{\circ}F$  Para este valor de  $T_i$  y el dado valor de  $T_e = 180^{\circ}F$  las propiedades termodinámicas medidas a la temperatura filmica  $T_i = 175.9^{\circ}F$  ya se determinaron previamente obteniéndose un  $h_{c-i} = 1.57086 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ }^{\circ}F}$ .

De forma similar usando la temperatura estimada al determinar las pérdidas en las paredes  $T_e = 120^\circ\text{F}$  el valor de

$$h_{e-\text{amb}} = 0.64652 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El valor de U es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.25}{0.110} + \frac{0.33}{0.91} + \frac{0.031}{0.62} + \frac{1}{0.64652}}$$

$$U = \frac{1}{4.86041} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.20574 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Con los valores determinados el nuevo valor de  $T_e$

$$T_e = \frac{U(T_c - T_{\text{amb}})}{h_{e-\text{amb}}} + T_{\text{amb}}$$

$$T_e = \frac{0.20574 (180 - 80.6)}{0.64652} + 80.6$$

$$T_e = 112.23174 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Repitiendo ahora con un  $T_e = 113 \text{ } ^\circ\text{F}$  se obtiene:

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(T_e - T_{\text{amb}})^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(113 - 80.6)^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-amb} = 0.60571 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.25}{0.110} + \frac{0.33}{0.91} + \frac{0.031}{0.62} + \frac{1}{0.60571}}$$

$$U = \frac{1}{4.96462} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.20142 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$T_e = \frac{0.20142 (180 - 80.6)}{0.60571} + 80.6$$

$$T_e = 113.65401 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Este valor de  $T_e = 113.65401 \text{ } ^\circ\text{F}$  difiere un poco del valor estimado por lo tanto se acepta, y se procede a comprobar  $T_i$

$$Q''_s = h_{c-i} (T_c - T_i).$$

Tomando  $T_i = 166 \text{ } ^\circ\text{F}$  para este valor se evalúan las propiedades del aire:

$$\nu: 2.22484 \times 10^{-4} \frac{\text{ft}^2}{\text{s}}$$

$$\text{Pr}: 0.700$$

$$K: 0.0172 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft } ^\circ\text{F}}$$

El valor de Re es:

$$Re = \frac{(9.84)(20.172)}{2.22484 \times 10^{-4}}$$

$$Re = 892163.104$$

$$Re = 8.92 \times 10^5$$

Al reemplazar en:

$$N_{Nu} = 0.037 (Re)^{4/5} (Pr)^{1/3} \quad (Re > 5 \times 10^5)$$

$$N_{Nu} = 0.037 (892163.104)^{4/5} (0.700)^{1/3} \quad (Re > 5 \times 10^5)$$

$$N_{Nu} = 1892.0087$$

El valor de  $h_{c-i}$  es:

$$h_{c-i} = \frac{(1892.0087)(0.0172)}{20.172} \quad \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$h_{c-i} = 1.6132 \quad \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El valor del coeficiente global de transferencia de calor es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.6132} + \frac{0.25}{0.110} + \frac{0.33}{0.91} + \frac{0.031}{0.62} + \frac{1}{0.60571}}$$

$$U = \frac{1}{4.95620} \quad \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.20176 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Siendo ahora  $T_i = 166^\circ\text{F}$  el valor aceptado. El área total del tumbado es  $A_{\text{tumbado}} = 512.3621 \text{ft}^2$  siendo el flujo de calor del tumbado:

$$Q''_s = U(T_c - T_{\text{amb}})$$

$$Q''_{\text{Tumbado}} = 0.20176 (180 - 80.6)$$

$$Q''_{\text{Tumbado}} = 20.0549 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2}$$

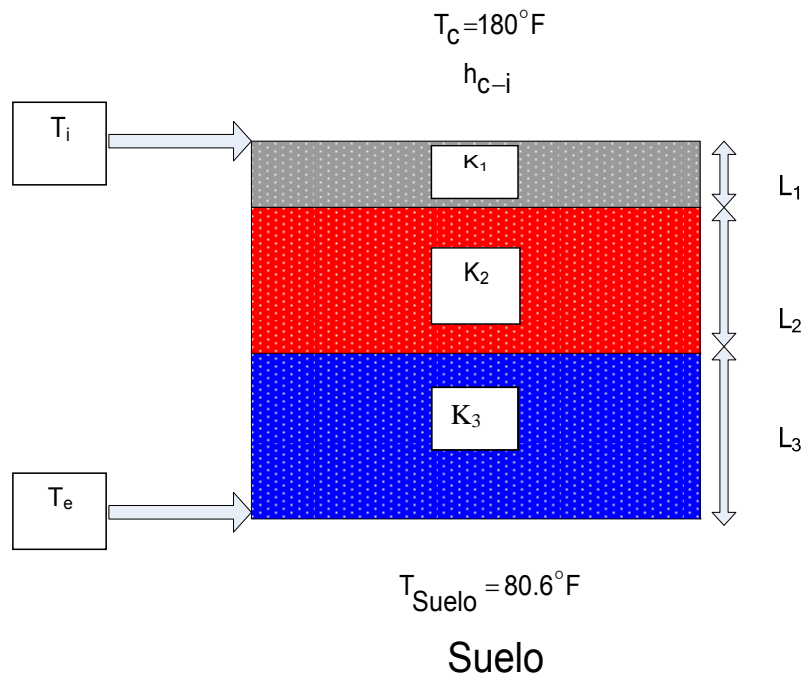
$$Q_{\text{Tumbado}} = Q''_{\text{Tumbado}} A_{\text{Tumbado}}$$

$$Q_{\text{Tumbado}} = (20.0549)(512.362)$$

$$Q_{\text{Tumbado}} = 10275.3912 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Las pérdidas de calor a través del piso se calculan según el esquema de la siguiente figura:





$$L_1 = 0.03 \text{ ft} \quad L_2 = 0.083 \text{ ft} \quad L_3 = 0.5 \text{ ft}$$

$$K_1 = 0.62 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

$$K_2 = 0.0435 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

$$K_3 = 0.91 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

Figura 4.3 Perdidas de calor a través del piso

Para el aire dentro de la cámara el valor de

$$h_{c-i} = 1.59158 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

para una temperatura de piso interior

$T_i = 175.9^\circ\text{F}$  , previamente calculado. Para este valor y

conociendo las características del piso el coeficiente global de

transferencia de calor U da:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.03}{0.62} + \frac{0.083}{0.0435} + \frac{0.5}{0.91}}$$

$$U = \frac{1}{3.1341} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.31906 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El área total del piso es  $A_{\text{piso}} = 512.36 \text{ ft}^2$  siendo el flujo de calor definido por:

$$Q''_s = U(T_c - T_{\text{amb}})$$

$$Q''_{\text{Piso}} = 0.31906 (180 - 80.6)$$

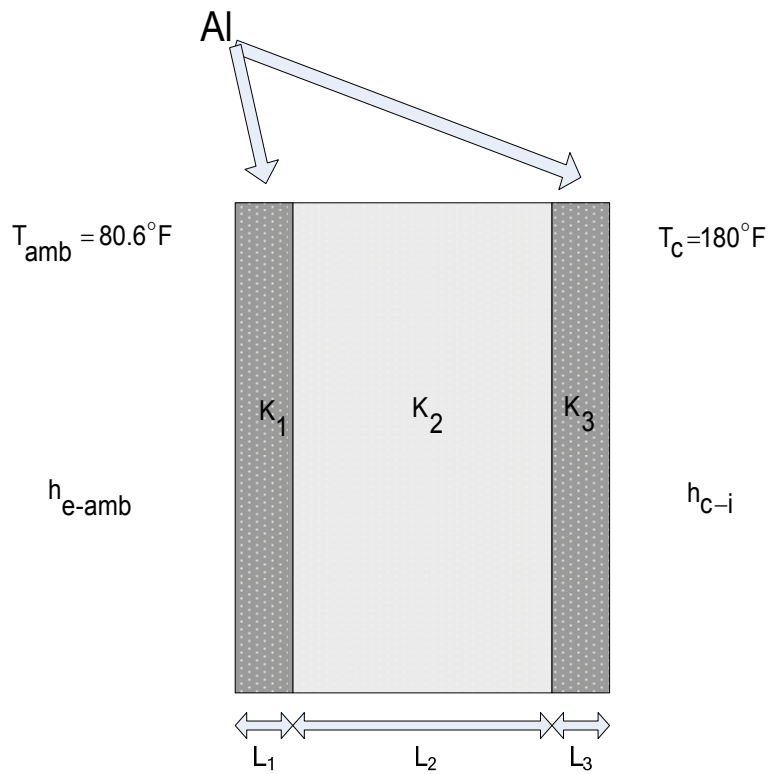
$$Q''_{\text{Piso}} = 31.714 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2}$$

$$Q_{\text{Piso}} = Q''_{\text{Piso}} A_{\text{Piso}}$$

$$Q_{\text{Piso}} = (31.714)(512.36)$$

$$Q_{\text{Piso}} = 16248.985 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Las pérdidas de calor a través de las puertas se determinan bajo el procedimiento seguido anteriormente, como se muestra a continuación:



$$L_1 = 0.0065 \text{ ft} \quad L_2 = 0.33 \text{ ft} \quad L_3 = 0.0065 \text{ ft}$$

$$K_1 = 132 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

$$K_2 = 0.0435 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

$$K_3 = 132 \text{ Btu/ft h } ^\circ\text{F}$$

Figura 4.4 Perdida de calor a través de las puertas

Así  $T_i = 175.9^\circ\text{F}$  asumida a un valor de  $h_{c-i} = 1.59158 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$

mientras que para la parte exterior  $T_e = 91.09^\circ\text{F}$  y un valor de

$$h_{e-amb} = 0.47270 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Para este valor y conociendo las características de las puertas el coeficiente global de transferencia de calor el valor de U es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.0065}{132} + \frac{0.33}{0.0435} + \frac{0.0065}{132} + \frac{1}{0.47270}}$$

$$U = \frac{1}{10.330} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.0968 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Realizando otra iteración con  $T_e = 100^\circ\text{F}$  (asumiendo) se tiene:

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(T_e - T_{\text{amb}})^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-\text{amb}} = 0.19(100 - 80.6)^{1/3}, \text{Gr Pr} > 10^9$$

$$h_{e-\text{amb}} = 0.5105 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Para este valor el coeficiente global de transferencia de calor el valor de U es:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.59158} + \frac{0.0065}{132} + \frac{0.33}{0.0435} + \frac{0.0065}{132} + \frac{1}{0.5105}}$$

$$U = \frac{1}{10.173} \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$U = 0.0982 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Con los valores determinados el nuevo valor de  $T_e$

$$T_e = \frac{U(T_c - T_{amb})}{h_{e-amb}} + T_{amb}$$

$$T_e = \frac{0.0982(180 - 80.6)}{0.5105} + 80.6$$

$$T_e = 99.738 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Ahora este valor es aceptado. El área total de las puertas es

$A_{\text{Puertas}} = 236.6 \text{ ft}^2$  siendo el flujo de calor definido por:

$$Q''_{\text{puertas}} = U(T_c - T_{amb})$$

$$Q''_{\text{Puertas}} = 0.0982(180 - 80.6)$$

$$Q''_{\text{Puertas}} = 9.7610 \frac{\text{Btu}}{\text{h ft}^2}$$

$$Q_{\text{Puertas}} = Q''_{\text{Puertas}} A_{\text{Puertas}}$$

$$Q_{\text{Puertas}} = (9.7610)(236.6)$$

$$Q_{\text{Puertas}} = 2309.452 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

El calor total perdido a través de cada una de las superficies es:

$$Q_{\text{Perdido}} = Q_{\text{Pared}} + Q_{\text{Tumbado}} + Q_{\text{Piso}} + Q_{\text{Puertas}}$$

$$Q_{\text{Pared}} = 7305.028 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{Tumbado}} = 10275.391 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{Piso}} = 16248.985 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{Puertas}} = 2309.452 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{Perdido}} = 7305.028 + 10275.391 + 16248.985 + 2309.452$$

$$Q_{\text{Perdido}} = 36138.856 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

A estas pérdidas se le aumenta un 60% por cambios de aire y radiación se tiene:

$$Q_{\text{Total Perdido}} = (1.6) Q_{\text{Perdido}}$$

$$Q_{\text{Total Perdido}} = (1.6) 36138.856$$

$$Q_{\text{Total Perdido}} = 57822.169 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

El requerimiento térmico de la cámara de secado, considerando el calor para el secado de la madera y el que se debe reponer por las pérdidas suscitadas esta dado por:

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Secado}} + Q_{\text{Total Perdido}}$$

$$Q_{\text{Total}} = 57461.302 + 57822.169$$

$$Q_{\text{Total}} = 115283.471 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Con un factor de seguridad para el diseño de 1.3 se tiene:

$$Q_{\text{Total}} = (1.3)(115283.471) \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{Total}} = 149868.512 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Redondeado se tiene un valor de:

$$Q_{\text{Total}} \approx 150000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

#### 4.4 Sistema de calefacción.

Por medio del sistema de calefacción se obtiene la energía para un acelerado y económico proceso de secado. Las temperaturas oscilan de 40°C a 80°C dependiendo de la especie a secar. El consumo de calor depende de muchos factores tales como:

- a) Clase de madera.
- b) Espesor de la madera.
- c) Humedad inicial y final de la madera.

- d) Temperatura ambiental.
- e) Construcción y rendimiento del secador.

Para dimensionar el sistema de calefacción se consideran los factores más desfavorables y se toma en cuenta, que el consumo de energía térmica en la fase inicial es aproximadamente cinco veces mayor que en las fases posteriores del proceso de secado.

Para evitar un secado desigual, la temperatura interior de la cámara no debe variar a más de 5°C, entre un extremo y otro. Las pérdidas de radiación de calor de las paredes de la cámara no deben pasar a 8 KJ/hm<sup>2</sup>. Es por eso importante que la cámara sea debidamente construida. El calor se requiere para las siguientes necesidades:

Energía para calentar la estructura y los implementos del secador.	5%
Energía para calentar la madera y el agua que contiene	7%
Energía para evaporar el agua de la madera.	60%
Energía para calentar el aire.	13%
Energía para reponer las pérdidas de calor por radiación.	15%

Tabla 17 Requerimientos del calor



La energía térmica requerida para secar 1 Kg. de agua contenida en la madera depende de la especie de madera y del régimen de secado.

Con respecto a la especie de madera, tiene que ver, predominantemente su peso específico.

En cuanto al estado o régimen de secado depende si se evapora, agua libre (hasta 30%) que se encuentra en las vacuolas celulares o si se evapora, el agua de constitución fijada en la membrana celular (entre H=30% hasta H final).

La siguiente tabla indica el consumo promedial, necesario para sacar 1 Kg. de agua.

<b>Tabla de consumo de energía térmica para secar 1 Kg. de agua</b>		
<b>Peso específico de la madera</b>	<b>Agua libre 100% a 300%</b>	<b>Agua Constitución 30% a 60%</b>
<b>Kg./m<sup>3</sup></b>	<b>KJ</b>	<b>KJ</b>
300...600	3500	4400
600...900	3800	4600
900...1200	4200	5000

Tabla 18 Tabla de consumo de energía térmica para secar 1 Kg. de agua

#### 4.4.1 Selección del tipo de combustible

Para generar el calor requerido se necesita cierta cantidad de diesel, bunker, leña, gas o electricidad. Cada una de estas sustancias de combustión tienen un determinado poder calorífico, es decir al quemar 1 KJ se obtiene una cierta cantidad del calor. Esta energía térmica se mide en Julios (J). Donde 1 Julio equivale a 1 vatio por segundo.

La energía térmica para calentar 1 gramo de agua a 1°C es de 4,19 J. esta cantidad de energía anteriormente se determinaba como 1 caloría (cal), Según norma ISO hoy en día se utiliza la dimensión Julio (o Joule en ingles).

A continuación el poder calorífico de algunos combustibles y sus pesos específicos a 15°C se detallan a continuación:

<b>Combustible</b>	<b>Poder calorífico</b>	<b>Peso específico</b>
Leña(20% humedad)	15000 KJ	0.70 g/cm <sup>3</sup>
Bunker	40000 KJ	0.98 g/cm <sup>3</sup>
Diesel	42000 KJ	0.90 g/cm <sup>3</sup>
Gas liquido	46 000 KJ	1.56 g/cm <sup>3</sup>

Tabla 19 Poder calorífico de algunos combustibles

El Gas Licuado de Petróleo es una mezcla de hidrocarburos, fundamentalmente Propano y Butano (en una proporción de 60% propano y 40% butano), obtenidos de la destilación del petróleo en las refinerías o en la destilación del gas natural húmedo. Y tiene un poder calorífico superior entre 24000 y 32000 Kcal. /m<sup>3</sup>.

Sus ventajas son:

- a) Calidad controlada del combustible.
- b) Extraordinarias ventajas medioambientales por menor emisión de contaminantes frente a otras alternativas clásicas.
- c) Sencilla infraestructura de suministro del combustible (estación de almacenamiento y llenado) y tiempos de repostaje mínimos.
- d) Aspectos de seguridad resueltos y justificados por experiencias existentes.

Sus ventajas medioambientales:

- a) Emisiones contaminantes reguladas por la normativa vigente, denominada Euro III: CO

- (monóxido de carbono), Nox (óxidos de nitrógeno), HC (hidrocarburos no quemados) y partículas.
- b) Debido a la composición química del GLP, las emisiones de CO<sub>2</sub> son hasta un 10% inferior a las del diesel.
  - c) Las reducciones en las emisiones de aldehídos y compuestos aromáticos (Hidrocarburos poliaromáticos, PAH, o bencenos, toluenos y xilenos, denominados genéricamente BTX), consideradas sustancias con efectos cancerígenos, son claramente significativas en relación con las provocadas por el uso del diesel.
  - d) Finalmente, la utilización del GLP no genera emisiones de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) culpable junto con los NOx de la lluvia ácida

Por lo expuesto anteriormente el tipo de combustible a utilizar será el gas licuado de petróleo.

#### **4.4.2 Selección del tipo de calentamiento**

Principalmente existen:

- a) Forma directa
- b) Forma indirecta

**Calentamiento directo:**

En secadores de calentamiento directo se sopla los gases de combustión directamente al interior de la cámara, el rendimiento térmico de la combustión directa es del 93%, lo que significa la forma más económica de obtener la energía térmica.

**Calentamiento indirecto:**

El calentador de tipo indirecto presenta una cámara de calentamiento del aire y un dispositivo para elevar los gases de la combustión hacia la atmósfera. El aire destinado al secado es enviado externamente sobre la cámara y calentado al entrar en contacto con ella, penetrando a continuación con la masa de los productos. El proceso indirecto ofrece menor rendimiento, en virtud de las pérdidas de calor que se producen en la transferencia de calor.

De lo expuesto anteriormente el tipo de calentamiento seleccionado es el calentamiento directo por tener mayor rendimiento térmico y por ser más económico.

#### 4.4.3 Diseño de la cámara de combustión

La cámara es la parte del secador donde se produce la combustión. Según el tipo de secador, los combustibles usados pueden ser leña, bunker, diesel o de gas. En los secadores industriales el gas y el aire pueden mezclarse en un canal de alimentación con el fin de que la llama adquiera su máximo potencial energético.

En un principio se optó por una cámara de combustión como en los secadores tradicionales, pero luego se optó por eliminarla debido a que es un diseño moderno y se cuenta con un generador de aire caliente.

Ahora se procede con la selección del quemador. Se analizó entre varios modelos de quemadores que ofrece la industria de los quemadores y se procedió a seleccionar el quemador que forma parte de un generador de aire caliente de la empresa: EQA “Equipos Quemadores Automáticos” debido a las siguientes características:

Los generadores de aire caliente EQA 61 han sido diseñados especialmente para calefaccionar:

- Galpones.
- Naves industriales.
- Gimnasios.
- Secaderos industriales.
- Textiles.
- Galerías.

Estos equipos vienen equipados con:

- Control electrónico de llama.
- Control de flujo de aire.
- Encendido automático.
- Control de temperatura.
- Filtro.
- Válvula solenoide.

Sus capacidades van desde 8000 Kcal./hora hasta 65000 Kcal./hora, lo cual forma parte del rango que se necesita debido

a que  $Q_{\text{Total}} \approx 150000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$  lo cual es  $Q_{\text{Total}} \approx 37799.4 \text{ kcal/h}$ .

El equipo de combustión proporciona una combustión completa, libre de monóxido de carbono (CO) y con bajo Nox.

Entre las ventajas están:

- Control electrónico de temperatura.
- Control electrónico de seguridad.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Bajo nivel sonoro.
- Alto rendimiento.

La secuencia de encendido consta de:

1. Prebarrido
2. Verificación de presión de aire
3. Encendido automático
4. Detección de llama
5. Enclavamiento del sistema principal.

Además consta con tiempos de seguridad:

Por falta de llama: 1 seg.

Por falta de aire: 1 seg.

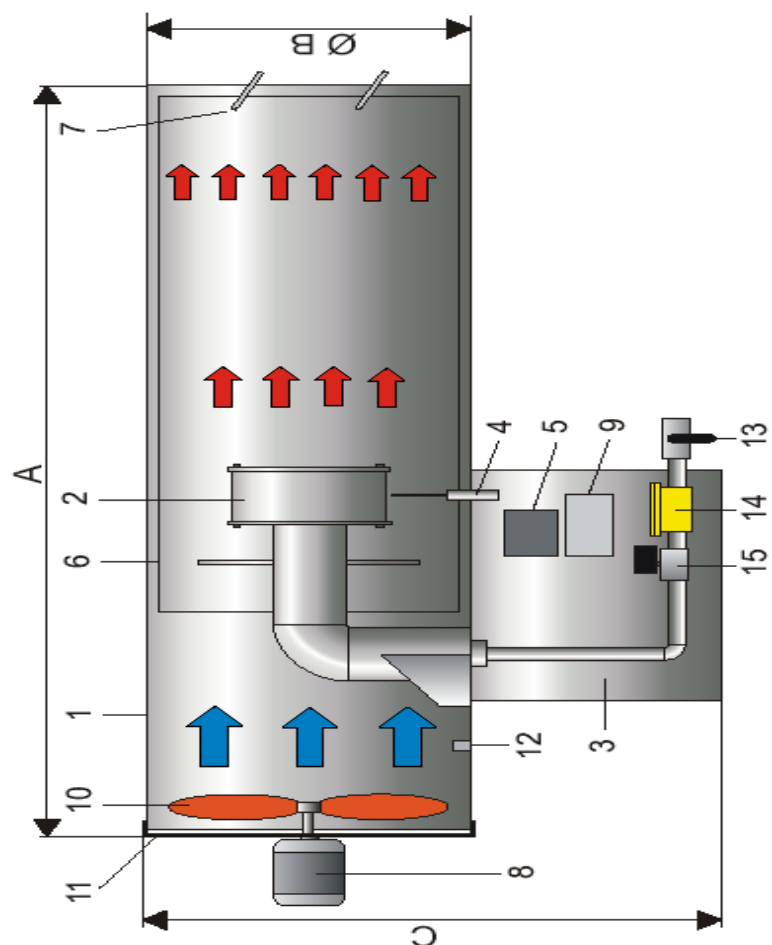
Por falsa llama: Barrido permanente.

Por cierre de válvula: 2 seg.





Figura 4.5 Generadores de aire caliente EQA 61



- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 - Cilindro exterior              | 9 - Control electrónico de llama |
| 2 - Quemador                       | 10 - Paletas circulación de aire |
| 3 - Base del quemador              | 11 - Rejillas de protección      |
| 4 - Bujía de encendido y detección | 12 - Control de aire             |
| 5 - Transformador de encendido     | 13 - Válvula esférica de bloqueo |
| 6 - Cilindro refrigerante          | 14 - Filtro                      |
| 7 - Chapas deflectoras             | 15 - Válvula Solenoide           |
| 8 - Motor del ventilador           |                                  |

Figura 4.6 Componentes del Generador de aire caliente EQA 61

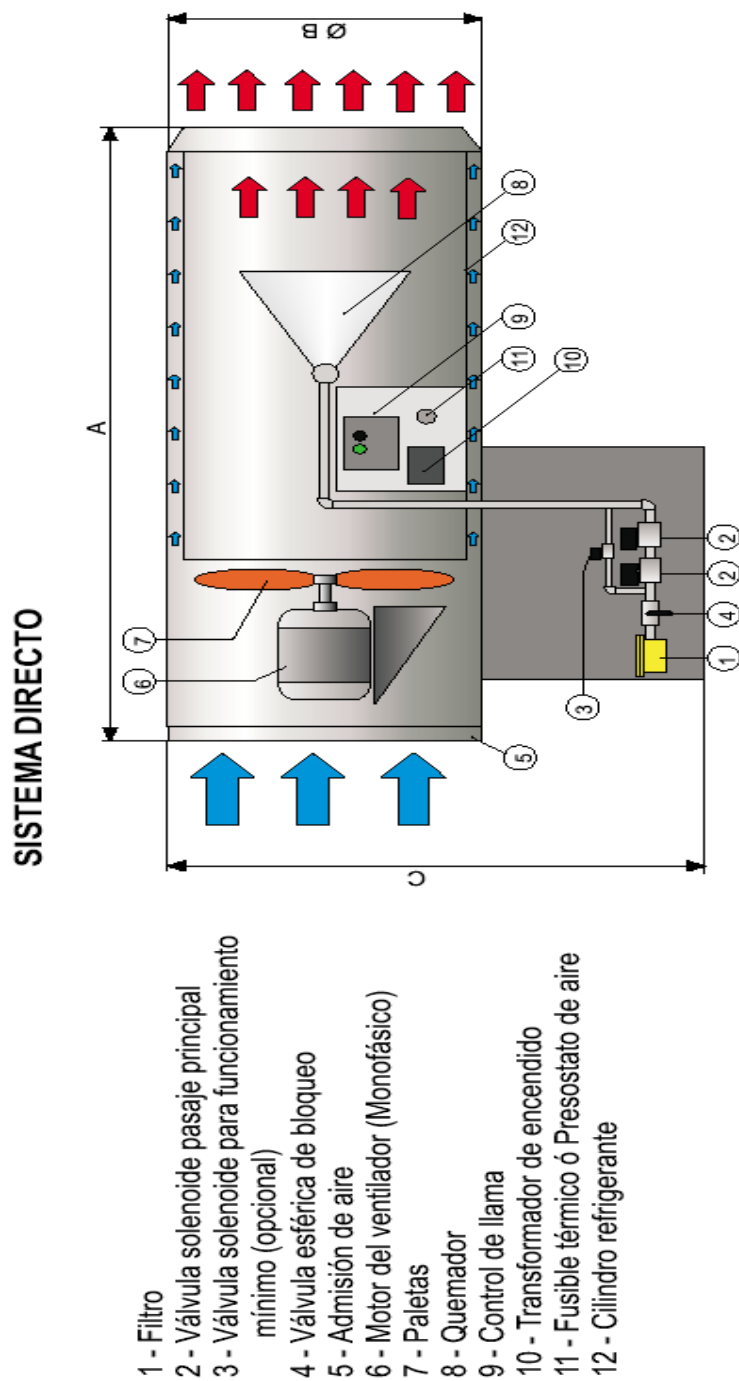


Figura 4.7 Sistema directo del Generador de aire caliente EQA 61

## Características Técnicas

Modelo	A	B	C	Capacidad (GN-GLP)	Consumo (Gas Nat.) (Gas Env.)	Consumo (Gas Nat.) (Gas Env.)	Motor ( HP-rpm )	Caudal de Aire	Conexión	Peso (Kg)
61D - 1	400	220	340	8.000 Kcal/hora	0.8 m³/h	0.4 m³/h	0,1 HP - 1400 rpm	600 m³/hora	Ø 1/4"	12
61D - 2	400	220	340	17.000 Kcal/hora	1.7 m³/h	0.85 m³/h	0,12 HP - 2800 rpm	1000 m³/hora	Ø 1/2"	12
61D - 3	500	270	380	20.000 Kcal/hora	1.7 m³/h	0.85 m³/h	0,1 HP - 1400 rpm	780 m³/hora	Ø 1/2"	21
61D - 4	500	270	380	35.000 Kcal/hora	3.5 m³/h	1.75 m³/h	0,15 HP - 2800 rpm	1740 m³/hora	Ø 1/2"	21
61D - 5	650	320	440	30.000 Kcal/hora	3.5 m³/h	1.75 m³/h	0,20 HP - 1400 rpm	1600 m³/hora	Ø 1/2"	28
61D - 6	650	320	440	40.000 Kcal/hora	4.5 m³/h	2.25 m³/h	0,30 HP - 1400 rpm	3600 m³/hora	Ø 1/2"	28
61D - 7	850	430	550	45.000 Kcal/hora	4.5 m³/h	2.25 m³/h	0,16 HP - 1400 rpm	2700 m³/hora	Ø 1/2"	36
61D - 8	850	430	550	65.000 Kcal/hora	6.5 m³/h	3.25 m³/h	0,33 HP - 1400 rpm	4500 m³/hora	Ø 1/2"	36

Dimensiones en mm.

Tabla 20 Características técnicas de los modelos de  
Generadores de aire caliente EQA 61

De la siguiente tabla se selecciona el generador de aire caliente modelo 61D-6. Su capacidad es de 40.000 Kcal./hora, con gas natural a 0,020 bar. y 45.000 Kcal./h utilizando GLP a 0,028 bar.

#### **4.4.4 Control de temperatura**

El control de temperatura es logrado con sensores lectores de temperatura que miden tanto la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo. Para cuantificar la temperatura de bulbo seco se puede usar un termómetro común el cual mide la temperatura del ambiente, mientras que para la medición de la temperatura de bulbo húmedo el termómetro está cubierto con un lienzo que es permanentemente humedecido de esta forma cuando el agua se evapora del lienzo ocasiona el fenómeno psicométrico del enfriamiento evaporativo que disminuye la temperatura en el termómetro. La diferencia entre las dos lecturas es conocida como depresión del bulbo húmedo que en conjunto con la temperatura del bulbo seco permite medir la humedad relativa del aire.

Los elementos sensibles a la temperatura son situados dentro de la cámara de secado y colocados de tal forma que la

temperatura sea indicadora de las condiciones existentes en el interior de la cámara, hay que tomar en cuenta que la temperatura varía de una parte a otra, por lo cual se determina la parte o zona de mayor temperatura puesto que en estos puntos es donde se corre el riesgo de que se produzcan daños a la madera y de igual forma los de mas baja temperatura, debido a que es en estos donde la madera quedara con un contenido de humedad excesivo.

#### **4.5 Sistema de ventilación.**

Un criterio importante para una buena cámara de secado es la uniforme circulación del aire. El aire debe de circular para calentar la madera y para conducir la humedad que sale de la misma. La velocidad de flujo del aire influye de forma directa en el tiempo de secado. Cuando mas acelerado menor es el tiempo de secado.

Especialmente durante la fase inicial, al evaporar el agua, a una alta velocidad de flujo del aire resulta ventajoso por motivos económicos.

Por motivos las secadoras modernas a veces tienen una regulación automática de la velocidad del flujo. Conforme la madera deseca, se reduce la velocidad del aire. El aumento de la velocidad del aire por un lado reduce el tiempo requerido de secado, pero por otro lado aumenta el costo de energía por el accionamiento de los ventiladores.

La velocidad de flujo más económica depende del costo del kilovatio de energía eléctrica. La velocidad de flujo se mide con un anemómetro de molino o con un tubo de remanso para la medición de la velocidad de aire.

### **Los ventiladores.**

Para la circulación de aire se utilizan ventiladores radiales o axiales. Los ventiladores radiales se prestan para generar altas presiones pero necesitan mucha energía y no se los puede utilizar para tener una circulación reversa. Es por eso que generalmente en secadores se encuentran ventiladores axiales.

Para controlar o seleccionar los ventiladores es necesario dimensionarlos correctamente. La característica física más importante es su caudal, o sea el volumen de aire que absorbe en un tiempo determinado.

El caudal generalmente tiene la dimensión en  $\text{m}^3/\text{h}$ . El caudal necesario depende de la velocidad de aire deseada y del área libre que debe recorrer.

La formula para calcular el caudal es:

$$V = A * v * 3600 \text{ Ecuación 4.18}$$

Donde:

V : Caudal del aire ( $m^3/h$ )

A : Area libre ( $m^2$ )

v : Velocidad del aire (m/seg )

El área libre (A) se la calcula mediante la siguiente formula:

$$A = \frac{s}{s+e} L (a+x) \quad \text{Ecuación 4.19}$$

Donde:

A : Area libre ( $m^2$ .)

s : Espesor separadores (mm.)

e : Espesor madera (mm.)

L : Longitud de la madera (m.)

a : Altura de la pila (m.)

x : Area libre lateralmente de la pila ( $m^2$ .)

Calculo del área libre (A) :

$$A = \frac{25}{25+50} 7 (1.6+0.50)$$

$$A = 4.9 m^2$$

Calculo del caudal de aire:

$$V = (4.9)(2.5) 3600$$

$$V = 44100 \frac{m^3}{h}$$



Caudal para cada ventilador:

$$\frac{44100}{3} = 14700 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

De los diferentes modelos que existen en el mercado se selecciono el ventilador axial modelo: Axian Solid, de la empresa Novovent.

**400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 710 - 900 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m <sup>3</sup> /h	Intensidad Amp	Potencia Kw	Mivel Sónico dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS						Precio Euros €
							R	PG	PS	PA	BCX		
AXIAN SOLID 8-710T 24-3	ACS871T243	710	10,800	0,75	0,12	58	•	•	•	•	•	618,81	
AXIAN SOLID 8-710T 30-3	ACS871T303	710	12,100	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•	620,00	
AXIAN SOLID 8-710T 34-3	ACS871T343	710	13,300	1,18	0,25	60	•	•	•	•	•	632,06	
AXIAN SOLID 8-710T 45-3	ACS871T453	710	15,800	1,70	0,37	61	•	•	•	•	•	700,58	
AXIAN SOLID 8-710T 24-4	ACS871T244	710	10,900	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•	640,92	
AXIAN SOLID 8-710T 30-4	ACS871T304	710	12,700	1,13	0,25	60	•	•	•	•	•	654,18	
AXIAN SOLID 8-710T 40-4	ACS871T404	710	15,700	1,60	0,37	60	•	•	•	•	•	722,67	
AXIAN SOLID 8-710T 45-4	ACS871T454	710	17,200	1,70	0,55	61	•	•	•	•	•	742,56	
AXIAN SOLID 8-710T 24-6	ACS871T246	710	11,000	1,13	0,25	63	•	•	•	•	•	686,14	
AXIAN SOLID 8-710T 34-6	ACS871T346	710	15,200	1,60	0,37	64	•	•	•	•	•	764,66	
AXIAN SOLID 8-710T 40-6	ACS871T406	710	17,100	1,70	0,55	65	•	•	•	•	•	784,55	
AXIAN SOLID 8-710T 45-6	ACS871T456	710	18,700	2,25	0,75	66	•	•	•	•	•	855,26	
AXIAN SOLID 8-800T 24-3	ACS880T243	800	12,500	1,05	0,18	65	•	•	•	•	•	775,71	
AXIAN SOLID 8-800T 30-3	ACS880T303	800	14,700	1,12	0,25	66	•	•	•	•	•	786,96	
AXIAN SOLID 8-800T 34-3	ACS880T343	800	16,700	1,60	0,37	66	•	•	•	•	•	795,60	
AXIAN SOLID 8-800T 45-3	ACS880T453	800	21,400	1,70	0,55	67	•	•	•	•	•	861,90	

Tabla 21 Características técnicas de los ventiladores Axian Solid

A continuación se muestra las dimensiones del ventilador seleccionado.

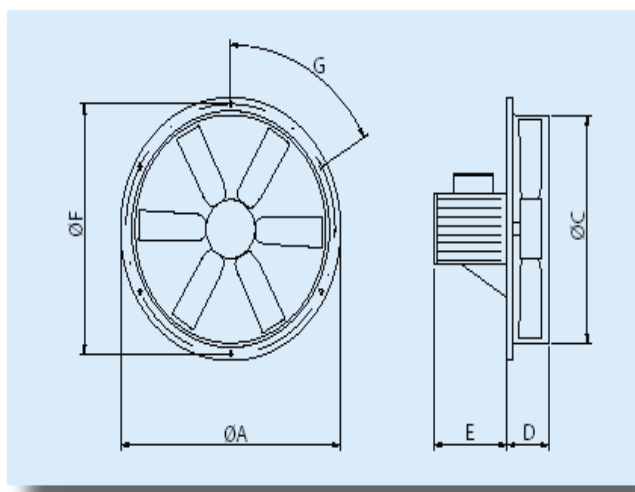


Figura 4.8 Dimensiones del ventilador axian solid

Dimensiones (mm) y peso (kg) / Dimensions (mm) and weight (kg)

	ØA	ØC	D	E	ØF	G(°)	Kg
<b>450</b>	528	458	120	160	508	8 x 45	15
<b>560</b>	638	568	120	170	618	12 x 30	18
<b>630</b>	710	640	150	215	690	12 x 30	20
<b>710</b>	790	720	150	215	770	12 x 30	24
<b>800</b>	890	810	170	220	870	16 x 22,5	50
<b>900</b>	990	910	170	300	970	16 x 22,5	80
<b>1000</b>	1090	1010	190	360	1070	16 x 22,5	90
<b>1250</b>	1368	1268	220	442	1320	16 x 22,5	100

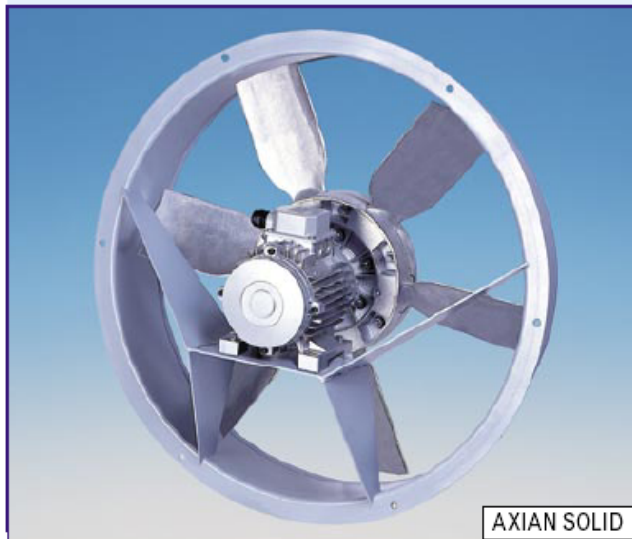
Tabla 22 Dimensiones del ventilador axian solid

Para lograr la succión y la descarga del aire requerido para el secado se usarán tres ventiladores axiales, los cuales crean una diferencia de presión entre ambos lados de la pila de madera y son ubicados en forma vertical en una estructura firmemente sujeta a uno de los pilares en la parte de atrás del secador y delante de ellos una pared parcial que a la vez divide la cámara de secado en dos partes, de esta forma el flujo de aire se conduce inicialmente hacia el sistema de calefacción de aire y posteriormente a través de este hacia la madera.

La razón de la circulación del aire suministrado por los ventiladores es evaluado por medio de la razón de movimiento de aire a través de las pilas de madera o también considerando las purgas de aire cuando este ya se encuentra saturado en el interior. Generalmente es preferible evaluar este cociente en base a los cambios de aire realizados, para lo cual se conoce parte del volumen total de la cámara, además de la velocidad de circulación mas apropiada, este valor en base a la practica y considerando que el producto que se seca se ha establecido en un rango de 2 a 4 m/s para un proceso operando bajo condiciones de circulación forzada de aire.

## APLICACIÓN

Industria en general, parkings, secaderos, centrales de cogeneración.



## AXIAN SOLID

### CARACTERÍSTICAS:

- Motor asíncrono de rotor de jaula de ardilla, carcasa de aluminio inyectado con aletas de alta disipación calórica. Rodamientos a bolas de engrase permanente. Aislamiento de clase F. Hasta 4 Kw protección IP 65, klixón insertado en el devanado. Potencias superiores IP 55 y ejecución standard.
  - Temperatura de trabajo: de -30°C a 70°C
  - Marco construido en chapa de acero, acabado en pintura epoxi. Hélice de aluminio, inclinación variable, según el exclusivo Multiflow Novovent System. Con tres, cuatro, seis o doce álabes.
  - Sentido del aire: motor hélice
- OPCIONES: Bajo demanda marca inox o galvanizado en caliente. Frecuencia y tensiones distintas. Motores de seguridad aumentada EEXE o EEXD. Motores 2 velocidades.

Figura 4.9 Ventilador modelo axian solid y características

En el secador la circulación del aire se la realiza transversalmente sobre el producto que debe encontrarse de forma perpendicular a la circulación del flujo de aire obteniendo de esta forma una deshumedificación más uniforme de la madera a la largo de su ancho que si fuese realizado a través de su longitud, el uso de deflectores a lo largo del recorrido de la pre-cámara proporciona una mayor uniformidad.

#### **4.6 Sistema de protección contra incendios.**

Un Sistema de Rociadores Automáticos de Tubería Mojada, es el tipo más sencillo y común de instalación de rociadores, es un sistema fijo de Protección contra Incendios que utiliza tuberías llenas de agua a presión, alimentadas desde un abastecimiento fiable. Se utilizan cabezas rociadoras que de forma automática se abren por la acción del calor, situada y espaciada de acuerdo a Normas, Reglas Técnicas o Códigos de Diseño, reconocidos para la realización de este tipo de instalaciones. Una vez que se han actuado los rociadores, el agua se descarga sobre un área determinada para controlar o extinguir el incendio. Al fluir el agua por el sistema de tuberías, se activa un alarma con el fin indicar que el sistema está en operación. Solamente se actúan los rociadores situados sobre el área de fuego o en zonas

adyacentes, por lo que se reducen al mínimo los daños producidos por el agua.

### **Aplicación del sistema de rociadores de tubería mojada**

Un Sistema de Rociadores de Tubería Mojada puede instalarse en cualquier zona no expuesta al riesgo de heladas, con el fin de proteger de los efectos del incendio a la estructura, el contenido y/o las personas. Utilizando agua como agente extintor, un sistema de rociadores de tubería mojada puede cubrir un sector de incendio de hasta 52.000 ft<sup>2</sup> (4.830 m<sup>2</sup>). Estos Sistemas deben satisfacer las exigencias y prescripciones de los Códigos o Normas de la National Fire Protection Association (Ver código nº13 “Instalación de Rociadores Automáticos”), Factory Mutual (F.M.), Loss Prevention Council (FOC), Assemblée Pleniére, Verband der Sachversicherer, o similares organizaciones.

### **Características del sistema de rociadores de tubería mojada**

Un sistema de tubería mojada puede usar una válvula de retención con indicador de flujo y alarma eléctricos. La válvula de retención y alarma Modelo J-1, fabricada en fundición de hierro dúctil proporciona una resistencia al choque térmico más alta, y casi dos veces superior en relación peso/resistencia respecto a la de otros tipos de fundición.

Este modelo también ofrece una gran versatilidad, ya que puede ser montado horizontal o verticalmente. Las válvulas Alarma Modelo J-1, la Easy Riser y la de retención de clapeta oscilante, llevan montada la clapeta de manera que puede ser retirada para un mantenimiento rápido y sencillo, sin tener que desmontar la válvula de retención.

La válvula de retención fundición de hierro dúctil puede ser utilizada con un indicador de flujo y alarma eléctrica en sistemas para los que no se precisa una alarma mecánica. Tanto la válvula Easy Riser como la válvula de retención Modelo J se encuentran disponibles en modelos brida/brida, brida/ranura y ranura/ranura y en tamaños desde 2 ½" (70 mm) hasta 8" (200 mm).

Las válvulas de retención de clapeta oscilante son más resistentes y a la vez más pequeñas y ligeras que las válvulas de retención convencionales. Están diseñadas para su montaje en la conexión con la toma de bomberos, descarga de bombas de incendios, conexión de la red pública y a depósitos de presión y gravedad. Están disponibles en tamaños desde 2 ½" (70 mm) hasta 8" (200 mm) para su conexión por brida y 3" (75 mm) hasta 8" (200 mm) para su conexión ranurada.

**Operación del sistema de rociadores de tubería mojada**

En condiciones normales de operación las tuberías de agua están llenas de agua. Cuando se produce un incendio, el calor generado provoca la actuación de un rociador lo que permite que fluya el agua. La clapeta de la válvula de alarma se abre por el flujo del agua, lo que permite la entrada de agua a presión en la conexión de alarmas activando los dispositivos previstos para este fin.

Si se utiliza un conjunto de accesorios (trim) de presión variable, el agua que fluye a través de la conexión de alarmas, el agua pasa a la cámara de retardo en mayor cantidad que puede salir por su orificio de drenaje, llenándola y seguidamente activa los dispositivos de alarma. Las alarmas permanecerán activadas hasta que manualmente se corta el paso del agua.



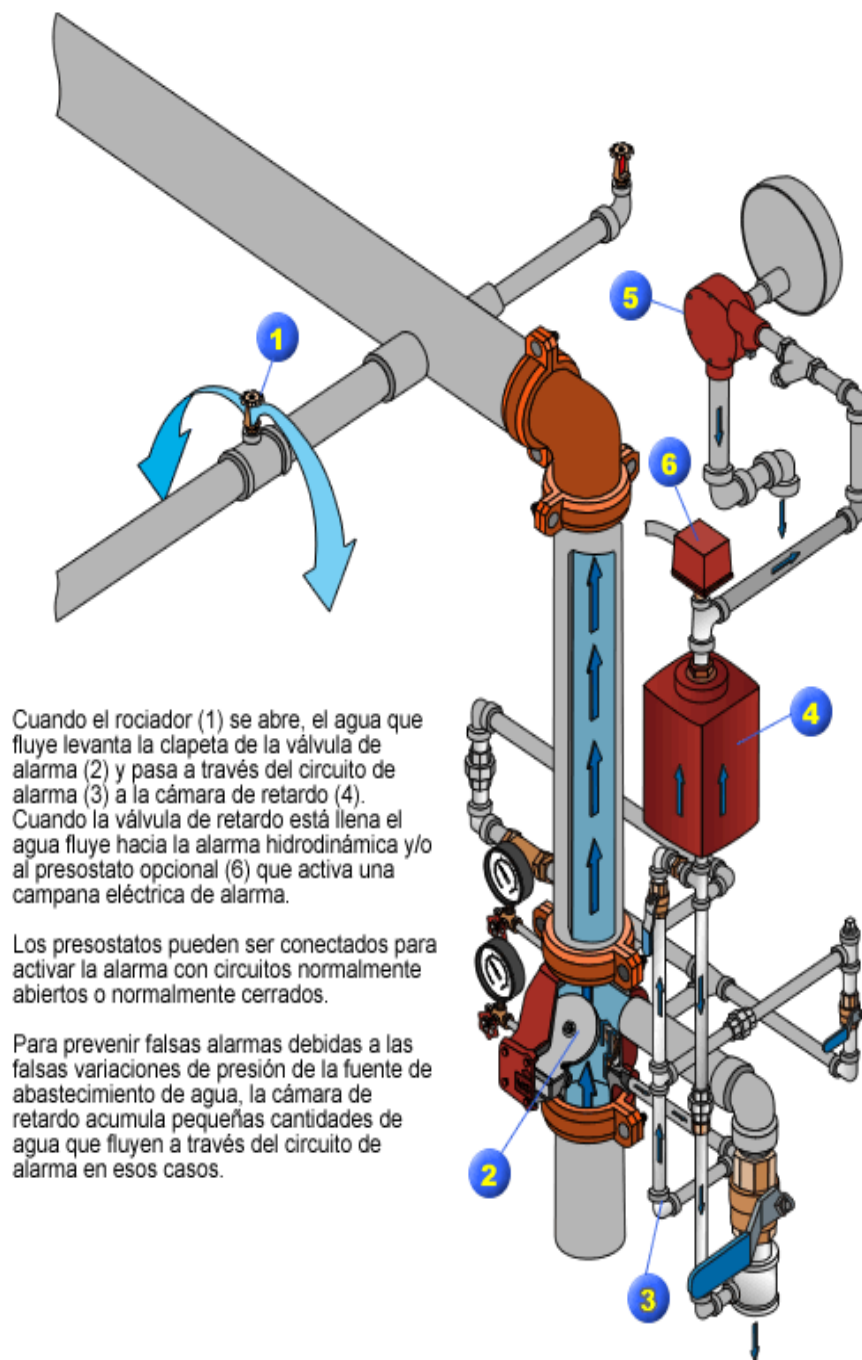
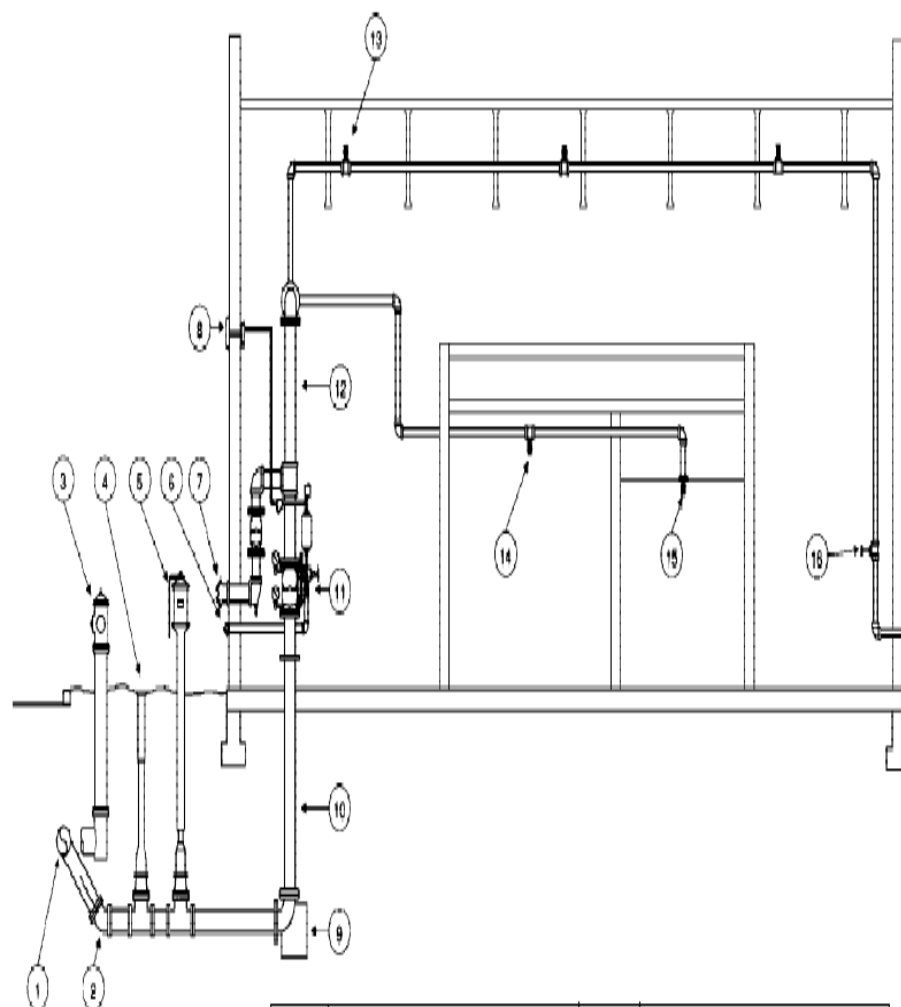


Figura 4.10 Sistema de tubería mojada



ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
1	Red Pública	9	Bloque de anclaje
2	Red de Incendios enterrada	10	Colector Montante
3	Hidrante	11	Válvula de Alarma
4	Válvula de Arqueta	12	Sistema de Tuberías
5	Válvula con Poste Indicador	13	Rociador tipo Montante
6	Drenaje de Válvula de Alarma	14	Rociador tipo Colgante
7	Conexión para Bomberos	15	Rociador con tramo colgante
8	Motor hidráulico de Alarma	16	Punto de Prueba

Figura 4.11 Esquema del sistema de tubería mojada

#### 4.7 Elementos adicionales y accesorios.

Los elementos adicionales que se usaran en el secador se detallan a continuación:

##### **Visualizador de temperatura y humedad**

Muestra la temperatura y humedad relativa ambientales tanto de ambiente interior como exterior.



Figura 4.12 Visualizador de temperatura y humedad

##### Campo de aplicación

El campo de aplicación de estos visualizadores es amplio en todo tipo de aplicaciones industriales, funcionando como termómetro o higrometro. Ejemplos de utilización son: Cámaras de secado, piscinas cubiertas, almacenes. La sonda tiene protección IP67.

##### Muy buena visibilidad.

El DN-109TH tiene una visibilidad perfecta con lectura hasta 30 metros y el DN-119TH de 50 metros, gracias a un buen contraste y a la gran altura de sus dígitos.

### Nivel de protección.

Los modelos DN-109/STH, DN-109/DTH, DN-119/STH y DN- 119/DTH tienen un nivel de protección IP41, para entorno industrial.

### Características del visualizador.



Figura 4.13 Visualizador

- Display 7 segmentos rojo.
- Altura carácter 57mm.
- Distancia de lectura aproximadamente 30 metros
- 2 caras de visualización.
- Símbolos ( ° ) y ( % )
- Protección visualizador DN-109TH: IP41
- Protección sonda temperatura y humedad: IP67

Características de la sonda.



Figura 4.14 Sonda del visualizador

Sonda de temperatura

- Termómetro: Precisión  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Resolución  $0,1^{\circ}\text{C}$ .
- Margen de operación.  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$

Sonda de humedad

- Higrometro: Precisión  $\pm 3,5\%$  entre  $30\%$  y  $70\%$
- Resolución  $1\%$
- Margen de operación.  $0\%$  a  $99\%$
- Grado de Protección: IP67

### CARACTERISTICAS GENERALES

	DN-109/STH	DN-109/DTH	DN-119/STH	DN-119/DTH	DN-119e/STH
Display numérico	Altura 57mm	Altura 57mm	Altura 100mm	Altura 100mm	Altura 100mm
Distancia máx. de lectura	30 metros	30 metros	50 metros	50 metros	50 metros
Nº de caras	Una	Dos	Una	Dos	Una
Iluminación ambiente max.	1500 lux	1500 lux	1500 lux	1500 lux	Exterior
Medidas	288x122x120	288x122x120	504x175x120	504x175x120	600x300x155
Alimentación general	230 VAC (±10%)				
Caja	Perfil aluminio extrusionado, pintado negro mate lacado				
Grado protección	IP-41				
Fijación	Soportes laterales que permiten la fijación en la pared o suspendido				
Funciones	1- Temperatura, 2- Humedad, 3- Temperatura y Humedad alternando				
Programación parámetros	Por teclas incorporadas				

Tabla 23 Características técnicas del visualizador

### Macizos refractarios

Los macizos que se usaran son macizos refractarios los cuales son diseñados especialmente para ser usados en zonas de alta temperatura como cámaras de secado.

Una de las más importantes características de los macizos refractarios es mantener la temperatura dentro de la cámara de secado independiente de la temperatura exterior.



Figura 4.15 Macizos refractarios

Especificación de los macizos refractarios	
Cantidad por m <sup>2</sup>	50
Tamaño	6 X 10 X 20
Peso	5.72
Detalle	Macizo rojo

Tabla 24 Especificación de los macizos refractarios

### **La lana de vidrio**

Para lograr una adecuada y eficiente aislación térmica es necesario conocer la disponibilidad de diferentes materiales aislantes en el mercado. De esta forma, la especificación entregada por el diseñador será la adecuada para lograr la máxima eficiencia del material y será correctamente interpretada e instalada por el constructor.

La lana de vidrio es incombustible e inatacable por agentes exteriores (aire, vapor de agua, y bases no concentradas). El Ph de la composición (7 aproximadamente) asegura a la fibra una estabilidad total, incluso en un medio húmedo, y garantiza al usuario la no existencia de corrosión de metales en contacto con ella. Se elabora partiendo de tres elementos principales:

- 1.- Vitrificante: sílice en forma de arena.
  
- 2.- Fundente: para conseguir que la temperatura de fusión sea más baja (carbonato de sodio y sulfato de sodio y potasio).
  
- 3.- Estabilizantes: principalmente carbonato de calcio y magnesio, cuya misión es conferir al vidrio una elevada resistencia a la humedad.



Constituida por celdas de aire que disminuye el pasaje de calor. Esta característica confiere a la lana de vidrio coeficientes de conductividad térmica bajos, en consecuencia elevada resistencia térmica, es decir la dificultad al intercambio de calor/frío a través de la cámara de secado. Coeficiente de conductividad: 0,054 a 0,036 Kcal./m.c.h. El espesor satisface la Norma ASTM C612



Figura 4.16 Lana de vidrio

Especificación de la lana de vidrio	
Temperatura	-15 a 250 °C
Densidad	30 Kg./m <sup>3</sup>
Espesor	50 mm
Dimension	0.60 x 1.20 mts
Paquete	15 placas

Tabla 25 Especificación de la lana de vidrio

### **Carros transportadores**

La entrada y salida de la carga de madera se la realiza por medio de carros transportadores. En primer lugar se carga los carros con la carga de madera luego se los lleva al secador y se procede con el secado luego que se ha enfriado la carga se procede a sacar los carros y se procede con las fases siguientes.

### **Puertas del secador.**

Las puertas serán elaboradas con planchas de acero galvanizada, la medida estándar de dicha plancha es (1.22 m X 2.44 m) de espesor 0.5 mm., el peso de cada plancha es 11.7 Kg.

Por cada puerta del secador serán utilizadas 8 planchas, pero como se usa fibra de vidrio en cada puerta para lograr aislamiento térmico entonces se empleara 16 planchas, como son dos puertas entonces el total será de 32 planchas.



Figura 4.17 Puerta del secador

En cada puerta se emplearan un ángulo de 4.2 m de largo de medidas (1/2 X 1/2 X 1/8), pero como son dos ángulos el total será de 8.4 m.

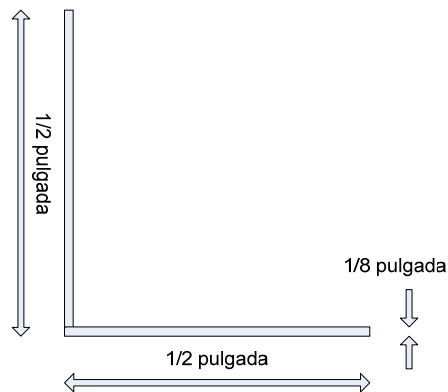


Figura 4.18 Ángulos de las puertas

$$\text{Area del angulo} = 0.359375 \text{ pulg}^2 \left( \frac{0.0254 \text{ m}}{1 \text{ pulg}} \right)^2 = 2.3185 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Area} * \text{longitud}$$

$$\text{Volumen} = 2.3185 \text{ m}^2 * 12 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 2.78 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$m = V \times \rho = 2.78 \times 10^{-3} \text{ m}^3 (7850)$$

$$m = 21.8 \text{ Kg}$$

### Distribución de las tuberías y potencia de la bomba.

Para la tubería se usaran en total 46 metros, 7 codos y 1 T. El diámetro nominal será de 1 ¼ y el diámetro externo será de 1 ¼. Su distribución será de la siguiente manera:

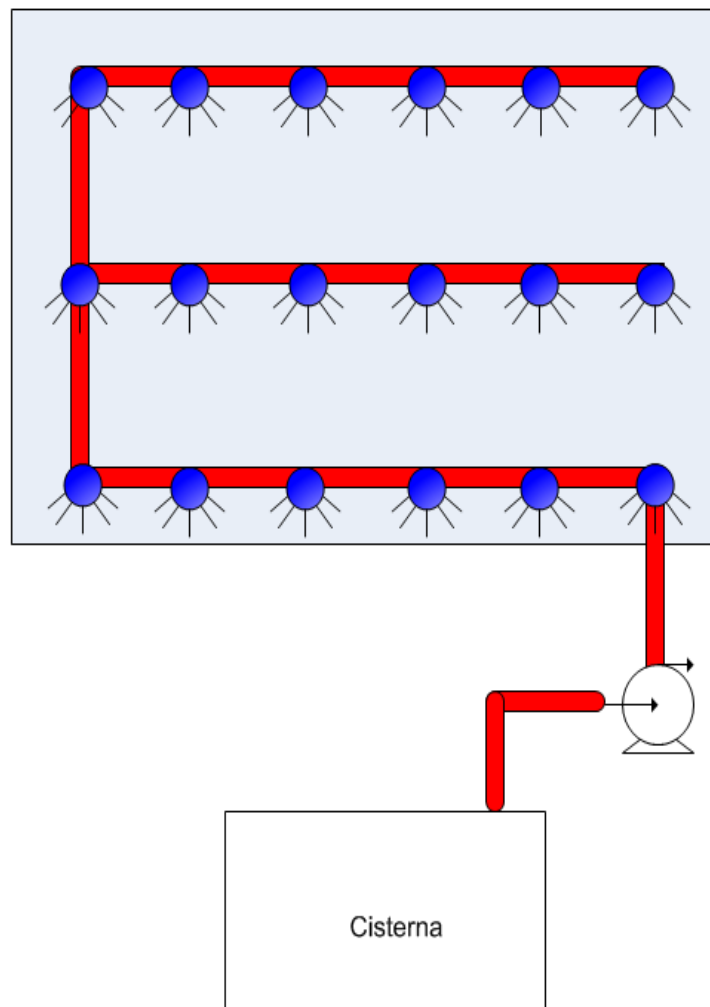


Figura 4.19 Esquema de la tubería

En cada línea de tubería irán 6 rociadores, como son tres líneas por lo tanto serán 18 rociadores. Cada rociador botara 0.5 litros por segundo como son 18 el total será de 9 litros por segundo.

$$\text{Caudal : } Q = \frac{9 \text{ litros}}{\text{seg}} = \frac{0.009\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$\text{Presion : } P = \rho gh = \left( \frac{1000\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \left( \frac{9.8\text{m}}{\text{seg}^2} \right) (6\text{m}) = \frac{58800\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Potencia : } \text{Pot} = \frac{P Q}{\eta} = \frac{\left( \frac{0.009\text{m}^3}{\text{seg}} \right) \left( \frac{58800\text{N}}{\text{m}^2} \right)}{0.75} = \frac{705.6 \text{ N m}}{\text{seg}}$$

$$\text{Pot} = \frac{705.6 \text{ N m}}{\text{seg}} = 705.6 \text{ W} \left( \frac{1\text{Kw}}{1000\text{W}} \right) = 0.7056\text{Kw}$$

$$\text{Pot} = 0.7056\text{Kw} = 0.959349 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Por lo tanto la bomba sera de 1hp

## BOMBAS CENTRIFUGAS

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STM50	0.5	1/127	1" x 1"	21 (80)	5 (20)	-	-	-	173.00
STM80	0.8	1/127	1" x 1"	22 (85)	25 (93)	5 (20)	-	-	215.00
STM100	1.0	1/127-230	1" x 1"	33 (125)	29 (110)	19 (70)	-	-	222.00
STM150	1.5	1/127-230	1 1/4" x 1"	44 (165)	40 (150)	33 (125)	24 (90)	-	424.00
STM200	2.0	1/127-230	1 1/4" x 1"	46 (175)	44 (165)	38 (145)	34 (128)	24 (90)	479.00
STM200T	2.0	3/220-440	1 1/4" x 1"	46 (175)	44 (165)	38 (145)	34 (128)	24 (90)	439.00
STM300	3.0	1/127-230	1 1/4" x 1"	53 (200)	52 (195)	47 (177)	42 (160)	36 (135)	654.00
STM300T	3.0	3/220-440	1 1/4" x 1"	53 (200)	52 (195)	47 (177)	42 (160)	36 (135)	474.00
STM550T	5.5	3/220-440	2" x 1 1/4"	111 (420)	105 (400)	98 (370)	90 (340)	81 (305)	863.00

Tabla 26 Características técnicas de las bombas centrífugas

Del cuadro anterior se selecciona la bomba del código Stm 100 la cual corresponde a 1 hp.

Para las dimensiones de la cisterna se la calcula para un incendio de dos horas es decir:

$$\text{Caudal : } Q = \frac{9 \text{ litros}}{\text{seg}} * \frac{3600 \text{seg}}{1 \text{ hora}} * 1 \text{ hora} = 32400 \text{ litros}$$

$$\text{Por dos horas } \Rightarrow Q = 64800 \text{ litros}$$

$$\text{Caudal : } Q = 64800 \text{ litros} * \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{ litros}} = 64.8 \text{m}^3 \approx 65 \text{m}^3$$

Por lo tanto el volumen de la cisterna es de =  $65 \text{m}^3$

Las dimensiones de la cisterna serán de:

Largo : 5m

Ancho : 5m

Profundida d : 3m

El volumen sera de  $75 \text{m}^3$  se le añaden  $10 \text{m}^3$  mas por seguridad

## Equipos para la madera.

### Sierra de mesa profesional.

#### Descripción

La sierra circular utilizada comúnmente en la construcción es una máquina ligera y sencilla, compuesta de una mesa fija con una ranura en el tablero que permite el paso del disco de sierra, un motor y un eje porta-herramienta.

La transmisión puede ser por correa, en cuyo caso la altura del disco sobre el tablero es regulable a voluntad, o directamente del motor al disco, siendo entonces éste fijo



Figura 4.20 Sierra de mesa profesional

Dimensiones recomendables de la mesa de trabajo. Los diámetros de discos más corrientes son de 350 y 400 mm. y la velocidad suele ser de 3.000 r.p.m. y la potencia del motor suele ser 2, 3 ó 4 CV.

### Método de trabajo

La operación exclusiva es la de cortar o aserrar piezas de madera habitualmente empleadas en las obras de construcción, sobre todo para la formación de encofrados en la fase de estructura, como tableros, rollizos, tablonos, listones, etc.

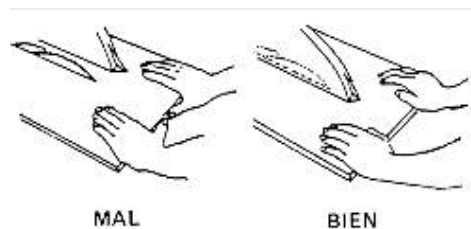


Figura 4.21 Cuidados en la sierra de mesa profesional

La postura normal del trabajador es frontal a la herramienta, junto a la mesa, y empujando con ambas manos la pieza. Puesto que rara vez la máquina está dotada de guías u otros complementos, el corte se efectúa a pulso. Esta máquina destaca por su sencillez de manejo y precisión de trabajo relativo, lo que facilita su uso por personas no cualificadas que toman confianza hasta el extremo de despreciar su peligrosidad.

Por último, se debe hacer hincapié en que el uso de la máquina será exclusivo para trabajos asequibles a ella, no permitiéndose ejecutar trabajos que resultan más seguros hacerlos con herramientas manuales o con sierras circulares portátiles.



### Naturaleza de los riesgos

Nos referimos únicamente a los riesgos mecánicos específicos de esta máquina que son, en definitiva, los que comportan un mayor índice de accidentes.

Contacto con el dentado del disco en movimiento

Este accidente puede ocurrir al tocar el disco por encima del tablero, zona de corte propiamente dicha, o por la parte inferior del mismo:

Al finalizar el paso de la pieza, las manos del operario que la empujan entran en contacto con el disco.

Las maderas con nudos e incrustaciones pétreas, clavos, etc., oponen una resistencia inesperada a la penetración, lo que origina un brusco acercamiento al disco.

Al tratar de extraer los recortes residuales y virutas depositados junto al disco, las manos pueden ser heridas por él.

Cuando se mecanizan piezas de excesivas dimensiones dan lugar a basculamientos que inesperadamente producen el contacto de las manos con el disco en movimiento.

Si el contorno de la máquina se halla con restos de materiales, y el suelo está resbaladizo, el operario puede caer y apoyarse involuntariamente sobre el disco.

El peligro de sufrir el accidente se incrementa durante la ejecución de cuñas, estacas y cortes de pequeñas piezas.

El riesgo de contacto con el disco en la parte inferior de la mesa se debe al hecho de limpiar con la mano el serrín depositado en el carenado con la máquina en marcha, al manipular en esta zona y a otros gestos imprudentes durante el trabajo.

La puesta en marcha involuntaria por el operario que la maneja o por otro ajeno a la maniobra del primero suele ocasionar graves accidentes, tanto por encima como por debajo de la mesa.

#### Normas generales de seguridad

Se recomienda paralizar los trabajos en caso de lluvia y cubrir la máquina con material impermeable. Una vez finalizado el trabajo, colocarla en un lugar abrigado.

El interruptor debería ser de tipo embutido y situado lejos de las correas de transmisión.

Las masas metálicas de la máquina estarán unidas a tierra y la instalación eléctrica dispondrá de interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

La máquina debe estar perfectamente nivelada para el trabajo.

No podrá utilizarse nunca un disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.

Su ubicación en la obra será la más idónea de manera que no existan interferencias de otros trabajos, de tránsito ni de obstáculos.

No deberá ser utilizada por persona distinta al profesional que la tenga a su cargo, y si es necesario se la dotará de llave de contacto.

La utilización correcta de los dispositivos protectores deberá formar parte de la formación que tenga el operario.

Antes de iniciar los trabajos debe comprobarse el perfecto afilado del útil, su fijación, la profundidad del corte deseado y que el disco gire hacia el lado en el que el operario efectuó la alimentación.

Es conveniente aceitar la sierra de vez en cuando para evitar que se desvíe al encontrar cuerpos duros o fibras retorcidas.

Para que el disco no vibre durante la marcha se colocarán "guía-hojas" (cojinetes planos en los que roza la cara de la sierra).

El operario deberá emplear siempre gafas o pantallas faciales.



Figura 4.22 Sierra de mesa Profesional 205mm / 8"

Modelo: SM-408

Voltaje/frecuencia 220v~ 50hz

Velocidad de vacío  $n_0 = 2800/\text{min}$ .

Capacidad de corte a  $90^\circ$  41mm a  $45^\circ$  17mm

Diámetro hoja 205mm - 8"

Centro hoja 16mm - 5/8"

Inclinación de base  $0^\circ$  -  $45^\circ$

Tamaño de mesa 500 x 335mm

Potencia 600w / 3/4hp

Peso 12 kg.

Hoja inclinable de 0 a  $45^\circ$

Gran superficie de apoyo 500x400mm totalmente construida en acero

Conexión para aspiradora

Incluye guía para corte de triángulos y hoja con dientes de carburo de tungsteno.

### **La lijadora orbital.**

Es una lijadora equipada con una base rectangular sobre la que se coloca una hoja abrasiva. La lijadora orbital requiere muy poca potencia: de 130 a 300 vatios. La base (o patín) gira a gran velocidad: entre 10.000 y 25.000 revoluciones por minuto. Algunos modelos llevan un variador electrónico de velocidad y un aspirador integrado con una bolsa que recoge el polvo, así como una toma de aspiración.

En algunos casos, el plato está perforado. Esta lijadora se utiliza para la preparación y el acabado de cualquier superficie plana

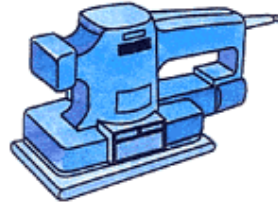


Figura 4.23 Lijadora orbital

### Las técnicas de lijado

#### Preparación

Compruebe que el abrasivo esté bien fijado y tensado sobre la lijadora.

Fije con cuidado el elemento que vaya a lijar sobre un plano estable.

Antes de empezar a lijar asegúrese de que la superficie no presenta ningún obstáculo (clavo, partes metálicas, etc...)

#### Principios básicos

El desplazamiento de una lijadora debe hacerse en el sentido del movimiento de la hoja abrasiva

No apriete sobre el abrasivo, imprímale un movimiento regular y una presión constante. Deje que sea el grano del abrasivo el que lije por rozamiento. Una presión demasiado fuerte arrancará el grano y existirá peligro de hundir la superficie plana

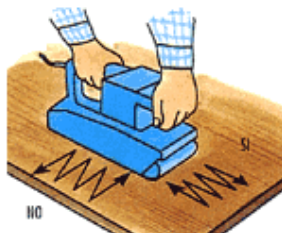


Figura 4.24 Desplazamiento de la lijadora

### Lijado de la madera

Como regla general, lije siempre en el sentido de la veta de la madera.

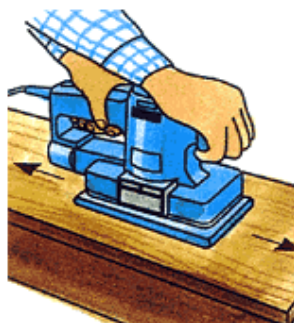


Figura 4.25 Lijado de madera

A cada etapa de lijado (preparación, lijado, acabado) corresponde un abrasivo determinado:

Operación	Nº de Grano
Para la preparación	30 a 70
Para el lijado	70 a 120
Para el acabado	120 a 180

Tabla 27 Tipo de grano

Tipos de abrasivos más recomendados:

Para madera corriente	Papel de lija
Para madera dura	Papel corindón o al carburo de silicio
Para madera resinosa	Papel al carburo de silicio

Tabla 28 Tipo de abrasivo

Después del lijado, humedezca levemente la superficie de la madera. De este modo las últimas fibras que queden por lijar se levantarán y será más fácil quitarlas en la última operación de lijado

Kit Lijadora Orbital Modelo LO300



Figura 4.26 Lijadora orbital Modelo LO 300

### Descripción

- Potente motor de 150 Watts.
- Velocidad en vacío:  $n_0=20000/\text{ORB}/\text{min}$ .
- Capacidad: 90x187 mm base.
- Incluye adaptador para aspiradora.
- Peso estimado: 1.2 Kg.
- Diseño ergonómico.

### Kit incluye:

- 1 Lijadora Orbital Gladiator LO300.
- 3 Barbijos descartables.
- 3 Hojas de lija para madera de grano 60, 80 y 150.
- 1 Espátula de chapa de 3".

### **Clavadora neumática.**



Figura 4.27 Clavadora neumática

Para la clavadora neumática se escogió una de rollo debido a que pueden cargar más clavos que una clavadora de tira, aún cuando se trata de clavar con rapidez como cuando se colocan revestimientos de madera, se cargan los clavos una sola vez en comparación con las tres o cuatro veces que las personas que usan clavadoras de tira



tienen que hacerlo. Además, la puerta de la clavadora de rollo facilita la remoción de clavos trabados al dejar expuesta completamente la cámara de disparo.

Las clavadoras neumáticas también se destacan en aplicaciones de remodelación en donde puede haber necesidad de hacer mucho más clavado en ángulo o disparos sencillos para fijar los nuevos trabajos a la estructura existente. En estos casos, su equilibrio y su facilidad de cargado las hacen también las clavadoras preferidas.

#### Peso, sensación de manejo, potencia y rebote.

Peso. El peso es importante cuando se trabaja en estructuras todo el día porque la mano se cansa menos y se tiene más control con una herramienta ligera y bien equilibrada especialmente si se trabaja en lugares altos o estrechos. Puesto que las clavadoras neumáticas de rollo son más pesadas que las clavadoras neumáticas de tira cuando están cargadas con 150 clavos para estructuras ó 250 clavos para revestimientos, el usar una herramienta ligera y bien equilibrada es aún más importante.

Sensación de manejo. El diseño delgado y ligero proporciona un buen equilibrio. Esto marca a diferencia en cómo se sienten las manos después de usarla todo el día.

Potencia y rebote. Se pueden realizar incontables disparos de clavos para madera, se tiene gran potencia del grupo, logrando clavar por completo y uniformemente los clavos en la madera. Tienen una distancia de rebote aceptable, hacen el trabajo satisfactoriamente y no saltan demasiado como para sentirse fuera de control.

Un solo disparo. La clavadora neumática usa interruptores manuales para cambiar el funcionamiento del disparo repetido al impacto a un solo disparo. De los dos interruptores, el de la clavadora neumática modelo Makita es el más fácil de usar por su diseño y tamaño.

Disparo repetido al impacto. La clavadora Makita dispara repetidamente al impacto cuando el gatillo está en posición de bump-fire. Primero, se jala el gatillo, luego se sigue clavando de pleno al impacto como se hace usualmente. Mantienen al ritmo de aplicaciones de clavado rápido y funcionan uniformemente sin trabarse.

Empuñadura y acceso al gatillo. Todas las clavadoras neumáticas tienen empuñaduras de plástico o de goma.



Figura 4.28 Modelo makita

#### Recámaras, clavos y remoción de clavos trabados

Recámaras. Las clavadoras Makita tiene recipiente provisto de tapas con bisagra en la parte posterior que se abren hacia arriba y proveen buen acceso para la recarga. Lo bueno de este diseño es que un resorte hace girar la canasta fuera del cuerpo de la herramienta automáticamente después de desenganchar la cerradura del recipiente. Gracias a esto, se puede depositar un rollo de clavos rápidamente

La recámara transparente del modelo Makita tiene la bisagra en la parte posterior y provee bastante espacio para colocar los clavos. Puesto que es transparente, se puede ver cuando éstos se están acabando.

Cambio de clavos. En las clavadoras de rollo se necesita ajustar la profundidad de la canasta cuando se cambia de clavos para trabajo estructural a clavos para revestimientos. La clavadora Makita usa un disco de soporte para rollo que se gira y se levanta.

Capacidad de clavos. Las unidades Makita acepta clavos para trabajo estructural de 3-1/2 pulgadas.

Remoción de clavos trabados. Ocasionalmente, los alambres usados para sostener los clavos se rompen o se doblan, causando fallas o atascamientos. La solución es fácil con clavadoras de rollo —se abre la puerta y se mira dónde está el problema. Si va a meter los dedos cerca del impulsor, se desconecta la fuente de aire primero.

# CAPÍTULO 5

## 5 CALCULO DE COSTOS

### 5.1 Costos del secador

Las cámaras de secado pueden ser construidas como obras civiles (paredes, zapatas, pilares, vigas, nervios, losas, plataformas) Esta alternativa presenta como ventajas una larga vida útil y la no corrosión de su estructura por la humedad y agentes corrosivos presentes en la madera.

Los costos del secador se detallan a continuación y se clasifican en:

- ❖ Análisis de precios unitarios de la obra civil.
- ❖ Los costos de los componentes del secador.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.1 UNIDAD: m2  
 DETALLE: CONSTRUCCIÓN DE 4 m DE PARED (horas/unidades)  
 RENDIMIENTO R = 0.1250

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta menor	2.00	0.04	0.080	0.010
MANO DE OBRA PARCIAL M				0.010

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	0.450
Aydtes. de Cat.III - Cat. II	2.00	1.83	3.660	0.458
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	1.00	1.84	1.840	0.230
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	0.235
MATERIALES PARCIAL N				1.373

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Macizos Refractarios 6x10x20	un.	12.00	0.80	9.600
Mortero Refractario	saco	1.00	15.70	15.700
PARCIAL O				25.300

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		26.683
Indirectos y Utilidades	15.00%	4.002
Otros Indirectos	5.00%	1.334
COSTO TOTAL DEL RUBRO		32.019
VALOR OFERTADO		32.02

Tabla 29 Costos de construcción de 4m de pared

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.2 UNIDAD: m3  
 DETALLE: ZAPATAS (horas/idades)

RENDIMIENTO R = 2.0000

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.160
PARCIAL M				0.160

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	7.200
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	3.760
Aydtes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	14.640
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	7.360
PARCIAL N				32.960

## MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4m	un.	2.00	1.34	2.680
Tablas de encofrado de 1"	un.	1.50	1.57	2.355
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	2.00	0.90	1.800
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	0.20	14.05	2.810
Plastocrete DM Sika -Impermabilizante (4kg)	u	0.01	2.74	0.027
Clavos de 2 l/2"x9mm (30 kg)	kg	0.06	0.64	0.038
Varilla grado intermedio corrugado	qq	2.06	35.00	72.021
PARCIAL O				88.098

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		121.218
Indirectos y Utilidades	15.00%	18.183
Otros Indirectos	5.00%	6.061
COSTO TOTAL DEL RUBRO		145.462
VALOR OFERTADO		145.46

Tabla 30 Costos de construcción de zapatas

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.3 UNIDAD: m3  
 DETALLE: PILARES (horas/idades)  
 RENDIMIENTO R = 2.0000

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.160
PARCIAL M				0.160

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	7.200
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	3.760
Aydes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	14.640
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	7.360
PARCIAL N				32.960

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4m	un.	3.00	1.34	4.020
Tablas de encofrado de 1"	un.	4.00	1.57	6.280
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	4.00	0.90	3.600
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	2.00	14.05	28.100
Clavos de 2 1/2"x9mm (30 kg)	kg	0.50	0.64	0.320
Varilla grado intermedio corrugado	qq	6.73	35.00	235.430
PARCIAL O				284.117

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		317.237
Indirectos y Utilidades	15.00%	47.586
Otros Indirectos	5.00%	15.862
COSTO TOTAL DEL RUBRO		380.685
VALOR OFERTADO		380.69

Tabla 31 Costos de construcción de pilares



## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.4  
DETALLE: VIGAS

UNIDAD: m3  
(horas/unidades)  
2.0000

RENDIMIENTO

R =

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.160
MANO DE OBRA PARCIAL M				0.160

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	7.200
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	3.760
Aydtes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	14.640
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	7.360
MATERIALES PARCIAL N				32.960

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4r	un.	4.00	1.34	5.360
Tablas de encofrado de 1"	un.	4.00	1.57	6.280
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	4.00	0.90	3.600
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	2.00	14.05	28.100
Clavos de 2 1/2"x9mm (30 kg)	kg	0.50	0.64	0.320
Varilla grado intermedio corrugad	qq	3.31	35.00	115.856
PARCIAL O				165.883

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		199.003
Indirectos y Utilidades	15.00%	29.850
Otros Indirectos	5.00%	9.950
COSTO TOTAL DEL RUBRO		238.803
VALOR OFERTADO		238.80

Tabla 32 Costos de construcción de vigas

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.5

UNIDAD: m3

DETALLE: NERVIOS

(horas/unidades)

RENDIMIENTO

R =

2.0000

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.160
PARCIAL M				0.160

## MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	7.200
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	3.760
Aydes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	14.640
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	7.360
PARCIAL N				32.960

## MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4r	un.	4.00	1.34	5.360
Tablas de encofrado de 1"	un.	4.00	1.57	6.280
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	4.00	0.90	3.600
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	2.00	14.05	28.100
Clavos de 2 1/2"x9mm (30 kg)	kg	0.50	0.64	0.320
Varilla grado intermedio corrugad	qq	10.70	35.00	374.532
PARCIAL O				424.559

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		457.679
Indirectos y Utilidades	15.00%	68.652
Otros Indirectos	5.00%	22.884
COSTO TOTAL DEL RUBRO		549.215
VALOR OFERTADO		549.22

Tabla 33 Costos de construcción de nervios

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.6  
DETALLE: LOSAS

UNIDAD: m3  
(horas/idades)

RENDIMIENTO R = 0.5000

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.040
PARCIAL M				0.040

## MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	1.800
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	0.940
Aydes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	3.660
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	1.840
PARCIAL N				8.240

## MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4m	un.	4.00	1.34	5.360
Tablas de encofrado de 1"	un.	4.00	1.57	6.280
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	4.00	0.90	3.600
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	2.00	14.05	28.100
Clavos de 2 1/2"x9mm (30 kg)	kg	0.50	0.64	0.320
Caña picada (5m)	un.	6.00	1.24	7.440
Bloque de concreto 19x19x39 (cajoneta) Rocafuerte	un.	2.00	0.39	0.780
PARCIAL O				58.247

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)		66.527
Indirectos y Utilidades	15.00%	9.979
Otros Indirectos	5.00%	3.326
COSTO TOTAL DEL RUBRO		79.832
VALOR OFERTADO		79.83

Tabla 34 Costos de construcción de losas

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1.7

UNIDAD: m3

DETALLE: PLATAFORMAS

(horas/idades)

RENDIMIENTO

R =

2.0000

## EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Herramienta manual	2.00	0.04	0.080	0.160
PARCIAL M				0.160

## MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
Peón - Categoría I	2.00	1.80	3.600	7.200
Inspector de Obra - Categoría V	1.00	1.88	1.880	3.760
Aydtes. de Cat.III - Cat. II	4.00	1.83	7.320	14.640
Alb-Carp-Fierrero - Cat.III	2.00	1.84	3.680	7.360
PARCIAL N				32.960

## MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento tipo 1	saco	1.00	5.27	5.270
Arena corriente (fina)	m3	0.05	8.63	0.432
Piedra 4	m3	0.07	9.50	0.665
Cuartones de encofrado 2"x3"x4r	un.	1.00	1.34	1.340
Tablas de encofrado de 1"	un.	1.00	1.57	1.570
Tiras de encofrado de 1"x3"x4m	un.	1.00	0.90	0.900
Alambre galv. #18 (rollo 20Kg)	kg	2.00	14.05	28.100
Clavos de 2 1/2"x9mm (30 kg)	kg	0.50	0.64	0.320
Varilla grado intermedio corrugad	qq	5.09	35.00	178.258
PARCIAL O				216.855

Elaborado en: 2005.04

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O)	249.975
Indirectos y Utilidades	15.00%
Otros Indirectos	5.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	
299.970	
VALOR OFERTADO	
299.97	

Tabla 35 Costos de construcción de plataformas

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1.- RUBROS PLANTEADOS</b>					
1.1	CONSTRUCCIÓN DE 4 m DE PARED	m <sup>2</sup>	304.00	32.02	9,734.08
1.2	ZAPATAS	m <sup>3</sup>	64	145.46	9,273.08
1.3	PILARES	m <sup>3</sup>	11.52	380.69	4,385.55
1.4	VIGAS	m <sup>3</sup>	10.08	238.80	2,407.10
1.5	NERVIOS	m <sup>3</sup>	10.80	549.22	5,931.58
1.6	LOSAS	m <sup>3</sup>	19.20	79.83	1,532.74
1.7	PLATAFORMAS	m <sup>3</sup>	57.60	299.97	17,278.27
					<b>50,542.40</b>
<b>IVA 12 %</b>					<b>6,065.09</b>
<b>TOTAL</b>					<b>56,607.49</b>

Tabla 36 Costos de construcción de obra civil

### Puertas del Secador

Items	Descripcion	Cantidad	Precio \$	Total \$
1	Plancha de acero galvanizada	32	21	672
2	Angulos de 12 m	2	15	30
3	Lana de vidrio	26	10.9	283.4
4	Tumbado			333.2

Total	\$ 1,318.60
-------	-------------

Tabla 37 Costos de puertas del secador

### Equipo contra incendio

Items	Descripcion	Cantidad	Precio \$	Total \$
1	Valvula de alarma modelo J-1	1	454.76	454.76
2	Montaje del trim	1	312	312
3	Camara de retardo Modelo C-1	1	262.91	262.91
4	Trim de ventilacion	1	60.96	60.96
5	Válvula de prueba	1	14.18	14.18
6	Válvula de retención	1	65.32	65.32
7	Manómetro de agua	1	46.13	46.13
8	Válvula en angulo para manómetro	1	27.44	27.44
9	Válvula de drenaje principal	1	32.31	32.31
10	Orificios de restriccion	3	35.6	106.8
11	Rociadores	18	50	900
12	46 metros de tuberia		30.6	552
13	Codos y 1 T		20	20

Total	\$ 2,854.81
-------	-------------

Tabla 38 Costos de equipo contra incendio

**Cisterna**

Items	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	CISTERNA	m <sup>3</sup>	33	102.42	3,379.86
SUBTOTAL					<b>3,379.86</b>
IVA 12 %					<b>405.58</b>
TOTAL					<b>\$ 3,785.44</b>

Tabla 39 Costos de construcción de cisterna

**Maquinas Herramientas**

Items	Descripción	Cantidad	Precio \$	Total \$
1	Sierra de mesa Profesional 205mm / 8"	1	320	320
2	Lijadora orbital LO 300	2	89	178
3	Clavadora	2	80	160
Total				\$ 658.00

Tabla 40 Costos de maquinas herramientas

### Componentes del secador

Items	Descripción	Cantidad	Precio \$
1	Generador de aire caliente modelo 61D-6	1	580,00
2	Ventiladores modelo Axian Solid 8-800T 30	3	3076.94
3	Equipo contra incendio	1	2854.81
4	Visualizador de temperatura y humedad Modelo EI DN-109TH	1	539.5
5	Bomba centrifuga	1	222
6	Puertas	2	1,318.60
7	Maquinas para madera	3	658
8	Cisterna	1	3875.44
Total			\$ 12,545.29

Tabla 41 Costos de componentes del secador

### COSTO FINAL

ITEMS	DESCRIPCION	PRECIO \$
1	COMPONENTES DEL SECADOR	12545.29
2	OBRA CIVIL	60392.93
Total		\$ 72,938.22

Tabla 42 Costo final del secador



**Consumo de energía eléctrica de los equipos por mes:**

Cada día se trabajara 8 horas por cinco días a la semana son 40 horas semanales y por 4 semanas al mes son 160 horas .

Consumo = Potencia X # de horas

Consumo = KW-hr. X Kilovatio hora

Como el costo de cada Kilovatio hora es de 9 centavos, entonces:

Costo= 464.90 KW-hr X \$0.09/ KW-hr.

Costo= \$ 41.84

**Consumo de agua de los equipos por mes**

Costo= Consumo X \$0.07/ m<sup>3</sup>

Costo= 33 m<sup>3</sup> X \$ 0.7/m<sup>3</sup>

Costo= \$ 23.1

**Consumo de GLP del generador de aire caliente por mes.**

Debido a que el consumo es de 4.5 m<sup>3</sup>/h a 0.020 bar. A una temperatura ambiente de 25° Celsius se utiliza la ecuación:

$$\frac{P V}{T} = \frac{P V}{T} \quad \text{Ecuación 5.1}$$

.En el lado izquierdo de la ecuación en estado de vapor a condiciones normales 1 atmósfera se transforma a  $101325 \text{ N/m}^2$  y  $0^\circ\text{C}$  se transforma a  $273 \text{ K}$  , mientras que el lado derecho a los  $0.020 \text{ bar}$ . se añade 1 atmósfera y se convierte en  $103325 \text{ N/m}^2$  y los  $25^\circ \text{ Celsius}$  a  $298.15$  grados Kelvin y con el volumen de  $4.5 \text{ m}^3$  se encuentra el volumen desconocido.

$$\frac{P V}{T} = \frac{P V}{T}$$

$$\frac{(1 \text{ atm}) V}{(273 \text{ K})} = \frac{(1 \text{ atm} + 0.020 \text{ bar})(4.5 \text{ m}^3)}{(25^\circ \text{ C})}$$

$$\frac{(101325 \text{ N/m}^2) V}{(273 \text{ K})} = \frac{(103325 \text{ N/m}^2)(4.5 \text{ m}^3)}{(298.15 \text{ K})}$$

$$V = \frac{(103325 \text{ N/m}^2)(4.5 \text{ m}^3)(273 \text{ K})}{(101325 \text{ N/m}^2)(298.15 \text{ K})}$$

$$V = 4.201 \text{ m}^3$$

Con este valor de volumen de  $4.201 \text{ m}^3$  a condición normal y multiplicada por un factor de las tablas de gas se obtiene un valor de:  $11.089 \text{ Kg. /h}$ . El precio del gas es de  $\$ 0.57 / \text{Kg}$ .

Costo= Consumo X # de horas

Costo=  $11.089 \text{ Kg. / h} \times 160 \text{ h} \times \$ 0.57 / \text{Kg}$ .

Costo=  $\$ 1011.31$

**Costo total del secador.**

Costo= Costo de inversión (costo civil) + Costo variable por mes (costo consumo)

$$\text{Costo} = \$ 72938.22 + (41.84 + 23.1 + 1011.31)$$

$$\text{Costo} = \$ 74014.47$$

**Valor del palet.**

$$\text{Valor de palet} = \$ 7$$

$$\# \text{ de palets al mes} = 4800$$

$$\text{Ganancia al mes} = \text{Valor del palet} \times \# \text{ de palets al mes}$$

$$\text{Ganancia al mes} = \$ 7 \times 4800$$

$$\text{Ganancia al mes} = \$ 33600$$

$$\text{Ganancia por año} = \$ 33600 \times 12 = \$ 403200$$

Tiempo de recuperación: 2.20 es decir en 3 meses se recupera la inversión.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1 Conclusiones.

1. El secado artificial se basa en someter la madera a ambientes variados por su temperatura y humedad relativa. Por lo tanto, debemos considerar la consiguiente reacción en la madera. La bondad de la cámara se reflejará en proporcionar un ambiente estable y homogéneo en todo su interior sin pérdidas de calor.
2. La manera de cómo se compensen o alteren los mencionados ambientes dentro de la cámara en función de las reacciones provocadas en la madera, en beneficio del ciclo de secado y la calidad del producto final, indican la habilidad del operador o del programador automático que gobierna el secador.

3. La circulación de aire es indispensable en la operación de secado pues transmite la energía térmica a la superficie de la madera y saca la humedad evaporada, cuanto mejor sea esta circulación de aire, mejor y mas regular será el secado de la madera.
  
4. El aspecto energético en el diseño del horno exige que la estructura sea hermética al tiempo y al aire y esté construida de materiales resistentes a la humedad, corrosión, pudrición, ataque de insectos e incendio. Dado que entre el 10 y el 20 por ciento (15) del consumo total de calor se pierde normalmente a través de la estructura del horno, es de absoluta necesidad que la calidad y el espesor del aislante utilizado sea tal que se reduzcan a un mínimo las pérdidas térmicas.
  
5. La inversión en un secador, como en cualquier otro bien de capital, merece la debida atención y el análisis financiero respectivo. Pero además, a diferencia de otros bienes importantes debe contemplarse en este enfoque la elevada depreciación a que se enfrenta por el desgaste que supone someter a los distintos órganos de la cámara los ambientes tan extremos y corrosivos que se producen en el interior de la cámara.

## 6.2 Recomendaciones

1. La persona responsable del secado debe vigilar muestras que sean representativas del lote, que estén colocadas adecuadamente solo así se podrá determinar si la madera es apropiada para el proceso de secado.
2. El control de la cámara de secado se lo realizará mínimo dos veces al día para evitar un error o que ocurran un daño permanente en la madera.
3. La cámara de secado deberá enfriarse si ha estado muy caliente, no se debe entrar nunca cuando la temperatura sea superior a 49°C a menos que se emplee una ropa protectora que cubra el cuerpo y cabeza, si el operario padece del corazón o de las vías respiratorias no debe entrar de ningún modo con temperaturas superiores a 44°C.
4. Si es necesario entrar a la cámara en funcionamiento debe quedar alguien en la puerta para prestar auxilio si es necesario o por lo menos se debe poner un letrero que diga: "Hombre en el interior, No cerrar".

5. Desconectar los ventiladores cuando haya que limpiarlos o engrasarlos, poner un aviso para que nadie los encienda inadvertidamente.
6. Al introducir las cargas de madera el suelo deberá ser adecuado para el tránsito primero se debe retirar cualquier obstáculo.
7. Las puertas de la cámara de secado deberán abrirse desde afuera y desde dentro, nunca debe atrancarse una puerta para conservarla cerrada porque alguien podría quedar atrapado.
8. Se debe tener extremo cuidado al abrir y cerrar las puertas de la cámara, las puertas pesadas requieren dos o más hombres para su operación adecuada. Es bueno que las puertas estén en buenas condiciones de operación y se conserven así.
9. Al entrar en la cámara de secado usar siempre una lámpara de pilas, jamás con una luz de flama abierta, tener cuidado con los objetos que podrían caer.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. American Wood-Preservers Association ([www.awpa.com](http://www.awpa.com).)
2. Bombas Sixteam Grupo Novem, S.A. Lista de precios 2005  
Sistemas de bombeo
3. Canadian Institute of Treated Wood. ([www.citw.org](http://www.citw.org))
4. Europal.net. Les services de la palette  
(<http://www.europal.net>)
5. Enrique Mc. Manus Secado tecnológico de la madera
6. FAO. International standards for Phitosanitary measures.  
Guidelines for regulating wood packaging material in  
international trade, Publication No. 15, March 2002, 11p.
7. Fernández Ibáñez Carmelo La Madera: Composición,  
Alteraciones y Restauración.
8. Fernández N. Arturo Plantas de secado Criterios de  
selección, Inversión y Costos de Operación
9. Forest Products Laboratory U.S. Department of Agriculture  
Forest Service. ([www.fpl.fs.fed.us](http://www.fpl.fs.fed.us) )



10. Generadores de aire caliente EQA S.A.I.C  
eqa@eqa.com.ar
11. Jonson, H. (1994): La madera y sus usos, Editorial Blume, Barcelona
12. Johnson, Paul; Morales, Roger. 1972. A review of Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken. Turrialba. 22: 210-220.
13. Le Blanc, R Limits on exports pallets errating corrugated window of opportunity. In Pallets Enterprise, abr. 2002 p 23-26.
14. Liegel, L.H.; Stead, J.W. 1990. Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken. Laurel, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 270-277.
15. Manuel Pacheco Aislamientos térmicos para altas temperaturas
16. Mater M. La automatización en las serrerías medias y pequeñas. F.A.O. [Consulta en línea 20 julio 2002] (<http://www.fao.org/docrep/x5393S/x5393s03.htm>)
17. McCaffrey, Dennis. 1972. Volume tables for laurel, Cordia Alliodora Turrialba. 22: 449-453.

18. NAPPO. Norma regional de la NAPPO sobre medidas fitosanitarias. NRMF #11. Requisitos de importación para el material de embalaje y otros materiales de empaque de madera hacia un país miembro de la NAPO. 14 de agosto del 2000, Canadá.
19. National wooden pallets and containers association. (<http://www.nwpc.com>).
20. Porriño. Manual para la protección de la madera, Xylazel s.a.,
21. Reeb James E., Wood Products and Utilization Specialist
22. Remacha Gete, 2000. Apuntes de Tecnología e Industrias de la Madera II. Manuscritos.
23. Rociadores Manipulación y consejos. Vikingcorp.com
24. Salas, Gonzalo de las. 1981. El laurel (*Cordia alliodora*); una especie forestal prometedora para el trópico americano.
25. Silverio Viscarra Guía para el secado de la madera en hornos Documento técnico 1998.

26. Thunell B. El aserrado en Suecia. F.A.O. 20 julio 2002  
(<http://www.fao.org/docrep/x5376S/x5376s04.htm>)
27. Wood Durability Web Site. [www.durable-wood.com](http://www.durable-wood.com)

## **APENDICE A**

### **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

## **Operación.**

El sistema de operación de la cámara de secado se clasifica de la siguiente manera:

- a) El calor se logra por medio del generador de aire caliente modelo 61D-6. Su capacidad es de 40.000 Kcal./hora, con gas natural a 0,020 bar.
  
- b) La circulación de aire se logra por medio de un sistema de tres ventiladores axiales Axian Solid. El sentido de rotación se lo cambia cada cierto tiempo para lograr un secado uniforme.
  
- c) La temperatura y la humedad relativa deben de controlarse cuidadosamente por medio del visualizador de temperatura y humedad para secar bien con pocos defectos de secado, la falta de control puede ocasionar la pérdida de la carga si se seca la mecha del bulbo húmedo.
  
- d) El operador controla y maneja manualmente los diferentes aparatos o implementos de la cámara de secado, para el control de las condiciones de la cámara se necesita la medición de

temperatura de bulbo seco y de bulbo además de la humedad relativa.

- e) El proceso de secado se realiza en base a un programa de secado que se controla permanentemente con las muestras de la madera o maderas testigos. La forma de secado con mando manual requiere que el operador tenga conocimientos profundos acerca del secado artificial de la madera y revisar con anticipación el manual de operación de cada uno de los componentes de la cámara de secado.

## **Mantenimiento.**

Es responsabilidad de la propiedad de la instalación, el mantenimiento en perfecto estado de operación de los sistemas y dispositivos de protección contra incendios. Considerar como referencia sobre los requisitos mínimos de revisión y mantenimiento de los sistemas de rociadores, las publicaciones de la National Fire Protection Association.

Adicionalmente deben seguirse las prescripciones adicionales que la autoridad competente pueda establecer con respecto al mantenimiento, pruebas y revisiones.

- a) Los rociadores deben inspeccionarse periódica y regularmente para detectar señas de corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, pintura, etc. La frecuencia de las inspecciones puede variar en función de lo agresivo que sea el ambiente, del abastecimiento de agua, y la actividad desarrollada en la zona protegida.
  
- b) Los rociadores que hayan sido pintados o dañados mecánicamente, deben ser sustituidos inmediatamente. Los rociadores que presenten signos de corrosión deben probarse y/o sustituirse rápidamente según proceda.
  
- c) Los rociadores de velocidad de respuesta estándar que tengan más de 50 años de antigüedad deben probarse y/o sustituirse. Los rociadores que han disparado no pueden volver a montarse o ser utilizados de nuevo, deben ser sustituidos. Al sustituir rociadores, utilizar únicamente unidades nuevas.
  
- d) La forma de la descarga de agua del rociador es crítica para la adecuada protección contra incendios, en consecuencia no debe colgarse o sujetarse nada del rociador que pueda obstruir

la descarga. Toda obstrucción debe eliminarse de inmediato o si fuera necesario deberían instalarse rociadores adicionales.

e) Al sustituir los rociadores instalados el sistema debe ponerse fuera de servicio. Tomar como referencia la descripción del sistema y/o las instrucciones del puesto de control. Antes de poner el sistema fuera de servicio debe informarse a la autoridad competente.

f) Debe considerarse la conveniencia de disponer una brigada de extinción de incendios en el área afectada y seguir los siguientes pasos:

1) Dejar el sistema fuera de servicio, drenando toda el agua y dejándolo sin presión.

2) Utilizando la llave especial de rociadores, quitar los rociadores a sustituir y montar los nuevos. Debe asegurarse la sustitución con el adecuado modelo, tipo, diámetro de orificio, temperatura y característica de respuesta. Debe disponerse en un armario específico, un stock de rociadores de repuesto.



3) Volver a poner el sistema en servicio y precintar todas las válvulas en su posición. Comprobar y reparar cualquier fuga.

- g) Los sistemas de rociadores que han actuado en un incendio deben ponerse en servicio lo más rápidamente posible. Debe inspeccionarse el sistema identificando cualquier daño y procediendo a su reparación o sustitución de las partes afectadas.
- h) Deben sustituirse los rociadores que aunque no hayan actuado han sido expuestos a altas temperaturas o a los compuestos corrosivos originados por la combustión. Considerar las indicaciones de la autoridad competente.
- i) Desconectar los ventiladores antes de limpiarlos o engrasarlos, poner un aviso para que nadie los encienda inadvertidamente, la limpieza y engrasada de los ventiladores será dos veces al mes.

- j) Las puertas serán engrasadas una vez a la semana debido a su continua operación, es bueno que las puertas estén en buenas condiciones de operación y se conserven así.
  
- k) Al introducir las cargas de madera el suelo deberá ser adecuado para el tránsito primero se debe retirar cualquier obstáculo, el piso de la cámara deberá limpiarse antes del ingreso de la carga de la madera.
  
- l) El Visualizador de temperatura y humedad debe ser legible en todo momento para saber los valores correctos de las condiciones internas de la cámara de secado.
  
- m) El generador de aire caliente se revisará cada 120 días y cada año para verificar el correcto funcionamiento de sus componentes. Antes de encender el generador Efectuar el purgado de la cañería de gas para eliminar el contenido de aire de la misma.

A fin de evitar paradas imprevistas del equipo, se aconseja realizar los siguientes controles preventivos:

Cada 120 días:

1) Realizar todas las operaciones indicadas para la puesta en marcha del equipo.

2) Quitar la tapa del filtro de gas, retirar y limpiar la malla filtrante. Verificar que al restituir la malla calce en la canaleta.

3) Desarmar y sopletear la ó las válvulas a solenoide principales.

Cada año:

1) Cambiar el electrodo detector de llama.

2) Revisar y limpiar la bujía de encendido.

3) Cambiar el o los diafragmas de válvulas a solenoide principales.

## **APENDICE B**

### **PROGRAMA DE SECADO**

## **Introducción**

Después de tener las muestras de secado y determinados sus contenidos de humedad, se procede a seleccionar un programa de secado para el material. Los programas u horarios de secado consisten en una tabla de temperaturas y depresiones psicrométricas que sirven de guía al operador para secar una madera dada, con rapidez razonable y con el menor deterioro posible.

En vista de los múltiples factores que intervienen en el secado de la madera y la variedad existente de diseños de cámaras de secado en funcionamiento, ningún programa u horario se considera como ideal

Al final de este anexo se presentan programas que resultaron de muchos años de investigación por parte del Laboratorio de Productos Forestales, perteneciente al Servicio Forestal de Estados de Unidos de Norteamérica, en Madison.

Se extrajeron los programas aplicables para las maderas ecuatorianas pero, pueden ser elaborados otros, Los programas constituyen guías conservadoras para el secado; el operador de la cámara de secado puede emplearlas hasta adquirir la práctica que le permita estructurar sus propios programas.

Existen también programas en base a tiempo que se establecen después de muchos experimentos realizados con la misma especie.

### **Estructuración**

Los horarios se plantean para secar madera verde pero, pueden aplicarse a maderas previamente secadas al aire, con algunas indicaciones que se mencionan más adelante.

De acuerdo con experiencias realizadas en Norteamérica, las condiciones de temperatura y depresión psicrométrica se han tabulado por separado a fin de hacer más flexible cualquier combinación entre ellas; las de la depresión han sido divididas en clases progresivas de A a la F, de acuerdo con el contenido de humedad verde de cada especie.

A	B	C	D	E	F
Hasta 40%	de 40 a 60%	de 60 a 80%	de 80 a 100%	de 100 a 120%	más de 120%

Tabla 1 Contenido de humedad y clasificación

El control de defectos durante el secado requiere de condiciones benignas al principio. La humedad relativa debe ser lo suficientemente elevada (pequeña depresión psicrométrica) para evitar grietas en las caras y extremidades.

En este caso, la temperatura debe ser lo suficientemente baja para evitar el colapso y el apanamiento. La madera pierde rápidamente humedad al principio, y para mantener esa rapidez se debe agrandar la depresión tanto como su contenido de humedad lo permita.

La depresión se incrementa gradualmente cuando la madera ha perdido la tercera parte de su contenido de humedad en estado verde, punto en que los esfuerzos comienzan a invertirse y la temperatura puede aumentarse progresivamente cuando el contenido de humedad promedio ha bajado a 30% o sea el PSF. Una vez que el contenido de humedad ha llegado a ese valor en el centro de la madera o en la parte más húmeda de ésta, la temperatura puede elevarse bruscamente al máximo sin peligro de deterioro.

Para formar un programa combinado de temperatura y depresión psicrométrica correspondiente a cada especie y grueso de madera, el operador debe tomar los siguientes pasos:

### **1. Determinación del tiempo de secado**

Existen dos tiempos que se detallan a continuación del palet y de la madera (información adicional):

- Para el palet:

La nueva reglamentación fitosanitaria **NIMF-15** (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias), de la **IPPC** (The International Plant Protection Convention), exige que los palets deben ser calentados dentro de un horno hasta que la parte interna de los mismos alcance una temperatura de 56°C durante 30 minutos.

- Para la madera (Información adicional):

En caso que se desee secar madera entonces el tiempo de secado depende de los siguientes parámetros:

- ❖ Especie y espesor de la madera
- ❖ Humedad inicial de la madera
- ❖ Temperatura de secado
- ❖ Velocidad de flujo del aire de secado
- ❖ De la calidad de secado deseada



Cuanto mas pesada es, mayor es su masa celular y más difícil la evaporación del agua en el interior de la madera. En dependencia de los parámetros antes mencionados para el secado, se calcula el tiempo de secado requerido, mediante la siguiente formula:

$$t_s = \left(\frac{1}{a}\right) \ln\left(\frac{H_i}{H_f}\right) \left(\frac{e}{25}\right)^{1.5} \left(\frac{65}{T}\right)^{1.5} \left(\frac{1.5}{v}\right)^{0.6} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Donde:

- ❖  $t_s$ : Tiempo de secado (h)
- ❖  $a$  : Factor de proporcionalidad de la madera
  - Madera blanda  $a= 0.0477$
  - Madera dura  $a= 0.0265$
- ❖  $H_i$ : Humedad inicial (%)       $H_f$ : Humedad final (%)
- ❖  $e$  : Espesor de la madera (mm)
- ❖  $T$  : Temperatura de secado (°C)
- ❖  $v$ : Velocidad del flujo de aire
- ❖  $\ln$ : Logaritmo natural

Al tiempo de secado hay que sumar el tiempo para el calentamiento de la madera y el tiempo requerido para el acondicionamiento y enfriamiento de la misma.

Se calcula para cada una de estas fases, con mas o menos 1 hora por cada cm. de espesor. La incógnita de la formula descrita anteriormente para el calculo del tiempo de secado es el factor de proporcionalidad de la madera.

Por la relación de este factor con el peso específico, es más fácil determinar el tiempo de secado de la siguiente manera: Se determina el tiempo de secado básico para una madera estándar en dependencia de su humedad inicial y su humedad final.

Primeramente de 60% a 30% con una temperatura de 60°C

$$t_s = \left( \frac{1}{0.0477} \right) \ln \left( \frac{60}{30} \right) \left( \frac{50}{25} \right)^{1.5} \left( \frac{65}{60} \right)^{1.5} \left( \frac{1.5}{2.5} \right)^{0.6}$$

$$t_s = 34 \text{ horas}$$

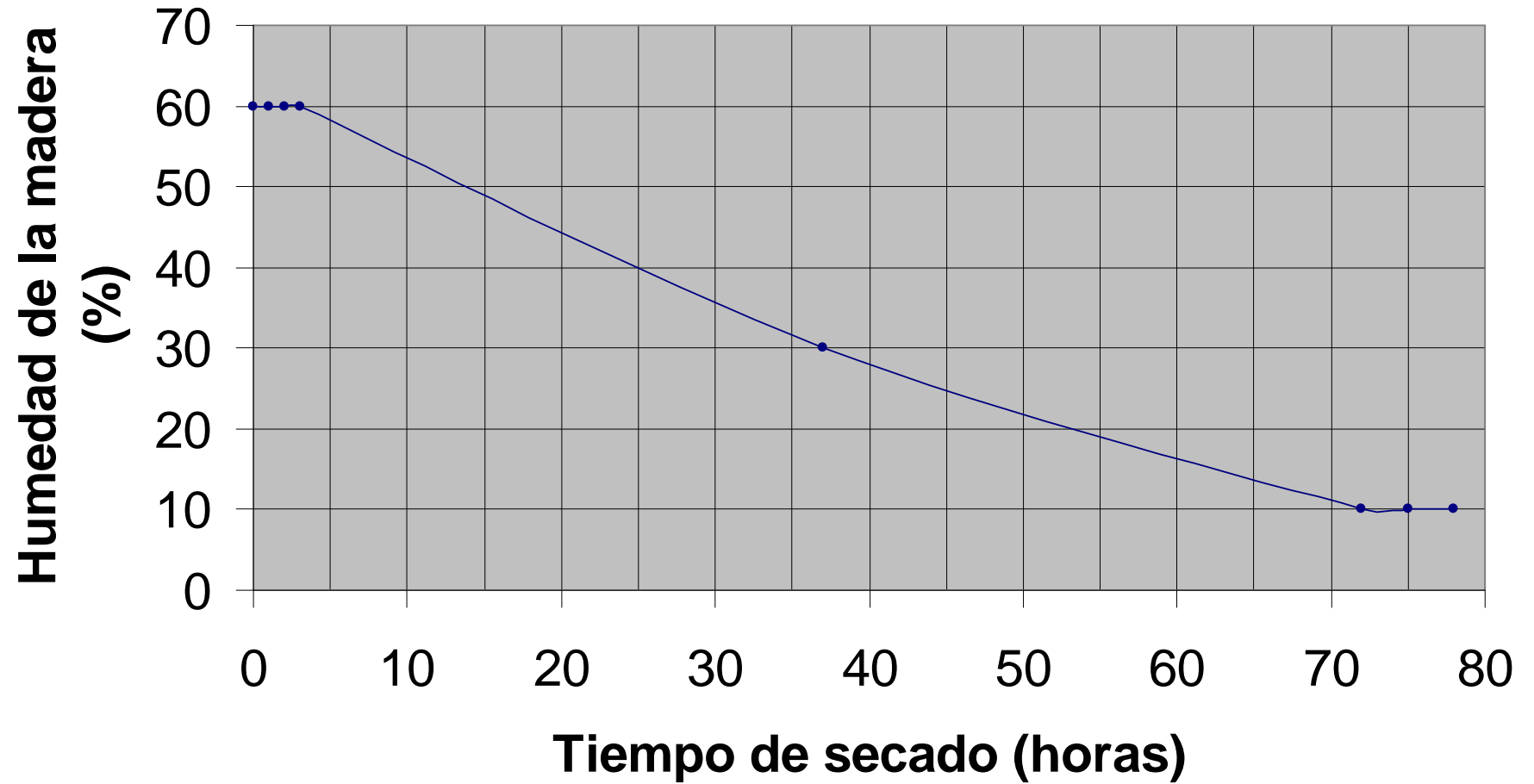
Luego de 30% a 10% con una temperatura de 80°C

$$t_s = \left( \frac{1}{0.0477} \right) \ln \left( \frac{30}{10} \right) \left( \frac{50}{25} \right)^{1.5} \left( \frac{65}{80} \right)^{1.5} \left( \frac{1.5}{2.5} \right)^{0.6}$$

$$t_s = 35 \text{ horas}$$

Añadiendo a esto un tiempo de 9 horas por calentamiento, enfriamiento y acondicionamiento el tiempo total es de 78 horas es decir 3.25 días.

**Humedad de la madera Vs. Tiempo de secado**



## **2. Determinación del plano de secado literal.**

Para facilitar el control y la operación del proceso de secado se elaborara un plano de secado literal. Este debe contener las informaciones necesarias de acuerdo los instrumentos de medición y de la operación del secador.

Los datos que se apuntan en al plano de secado son los siguientes:

- ✓ Especie de madera:
- ✓ Espesor: mm
- ✓ Humedad inicial: %
- ✓ Humedad final: %
- ✓ Temperatura 1: °C
- ✓ Temperatura 2: °C
- ✓ Fecha
- ✓ Hora
- ✓ Contenido de humedad al inicio del proceso %:
- ✓ Contenido de humedad relativa durante el proceso %:
- ✓ Temperatura de bulbo seco en °F y °C:
- ✓ Temperatura de bulbo húmedo en °F y °C:
- ✓ Peso de la madera testigo (Kg.):



### **3. Control de la cámara de secado**

Todo programa del horno debe ser registrado en forma escrita antes de iniciar el secado. A menudo se requiere que el operador del horno haga algunas modificaciones, necesarias desde su propia observación, acerca de las condiciones de la carga.

Los horarios se aplican de acuerdo al contenido de humedad de las muestras de secado ubicadas dentro de la carga de madera. Para decidir cuándo deben cambiarse las condiciones de la cámara de secado, se determina el contenido de humedad de la mitad más húmeda de las muestras; ese valor guía en todo momento los pasos del programa. Algunos operadores se guían por la muestra más húmeda y realizan los cambios cuando el nivel de humedad se acerca a uno o dos por ciento del valor de contenido de humedad especificado por el paso del programa.

Las condiciones de temperatura y humedad dentro del horno deben ser manipuladas frecuentemente según los requerimientos del horario particular en uso y por ello, es esencial disponer de un control exacto de las condiciones de secado en todo momento.

El control de las condiciones de la cámara de secado puede ser realizado por equipo automatizado o manual. Estos principalmente se dirigen a la medición de la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. Para ello, se emplean termómetros de mercurio o termocuplas, psicrómetros manuales y anemómetros, en diferentes lugares del horno.

La velocidad del aire será de 2.5 través de la carga metros por segundo. Para asegurar que tal circulación sea uniforme a través del horno, es esencial que:

- a) Las puertas sean tan herméticas como sea posible de modo que tanto el revestimiento interior como el exterior estén colocados de forma que se eviten pérdidas de aire.

- b) Los ventiladores funcionen a una velocidad constante predeterminada y sin patinar.
- c) La pila esté correctamente edificada y que no hayan listones en posición de impedir la circulación de aire.
- d) Las chimeneas estén correctamente construidas para prevenir cortocircuitos de aire, de modo que éste circule a través de la carga.
- e) Los cortocircuitos de aire se pueden evitar obstruyendo el paso del aire en espacios mayores dejados en la cámara de secado durante el apilado (por ejemplo, entre los paquetes), en las partes superior, inferior



4. Programas de Productos Forestales, perteneciente al Servicio Forestal de Estados de Unidos de Norteamérica.

Tabla 1 T1-B1 (modificado)

PASO	CONT. TEMPERATURA °C HUMEDAD %					CONT. TEMPERATURA °C HUMEDAD %				
	HUM.%	B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.	HUM.%	B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 35	37,5	36,0	90	19,5	> 50	37,5	35,5	86	17,6
2	35-30	37,5	35,5	86	17,6	50-40	37,5	35,0	83	16,4
3	30-25	40,5	37,0	81	15,4	40-35	37,5	33,5	74	13,4
4	25-20	40,5	35,0	69	12,0	35-30	37,5	32,0	68	11,9
5	20-15	46,0	32,0	38	6,4	30-25	40,5	32,0	56	9,4
6	15-final	49,0	32,0	32	5,5	25-20	40,5	32,0	56	9,4
7						20-15	46,0	32,0	38	6,4
8	igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					15-final	49,0	32,0	32	5,5
9						igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Tabla 3 T1-D2 (modificado)

Tabla 4 T2-B2

PASO	CONT. TEMPERATURA °C HUMEDAD %					CONT. TEMPERATURA °C HUMEDAD %				
	HUM.%	B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.	HUM.%	B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 35	37,5	35,5	86	17,5	> 40	37,5	36,0	90	19,5
2	35-30	37,5	35,0	83	16,4	40-35	37,5	35,5	86	17,6
3	30-25	43,5	39,0	76	13,6	35-30	37,5	34,5	80	15,3
4	25-20	49,0	41,0	62	9,9	30-25	43,5	37,5	70	12,0
5	20-15	54,5	37,5	35	5,7	25-20	49,0	35,0	40	6,5
6	15-final	65,5	37,5	18	3,2	20-15	54,5	32,0	22	4,0
7						15-11	65,5	40,5	23	3,8
8	igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					11-final	71,0	43,5	21	3,4
9						igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Tabla 5 T2-C1 (modificado)

Tabla 6 T2-C2 (modificado)

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 40	37,5	36,0	90	19,5
2	40-35	37,5	35,5	86	17,6
3	35-30	40,5	37,0	81	15,4
4	30-25	40,5	35,0	69	12,0
5	25-20	46,0	32,0	38	6,4
6	20-15	49,0	32,0	32	5,5
7	15-final	65,5	37,5	18	3,2
8	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
9	Tablas A1 y A2				

Tabla 7 T2-D3 (modificado)

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 50	37,5	35,0	83	16,4
2	50-40	37,5	34,0	77	14,3
3	40-30	37,5	32,0	68	11,9
4	30-25	43,5	32,0	46	7,6
5	25-20	49,0	32,0	32	5,5
6	20-15	54,5	32,0	22	4,0
7	15-final	65,5	37,5	18	3,2
8	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
9	Tablas A1 y A2				

Tabla 8 T2-D4 (modificado)

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 50	37,5	36,0	90	19,5
2	50-40	37,5	35,5	86	17,6
3	40-30	40,5	37,0	81	15,4
4	30-25	40,5	35,0	69	12,0
5	25-20	46,0	32,0	38	6,4
6	20-15	49,0	32,0	32	5,5
7	15-final	65,5	37,5	18	3,2
8	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
9	Tablas A1 y A2				

Tabla 15 T3-C1

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 40	43,5	41,5	90	19,1
2	40-35	43,5	41,0	87	17,6
3	35-30	43,5	40,0	81	15,2
4	30-25	49,0	43,5	72	12,1
5	25-20	54,5	40,5	43	6,7
6	20-15	60,0	32,0	15	2,9
7	15-final	71,0	43,5	21	3,4
8	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
9	Tablas A1 y A2				

Tabla 16 T3-C2

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 40	43,5	41,0	87	17,6
2	40-35	43,5	40,5	84	16,3
3	35-30	43,5	39,0	76	13,6
4	30-25	49,0	41,0	62	9,9
5	25-20	54,5	37,5	35	5,7
6	20-15	60,0	32,0	15	2,9
7	15-final	71,0	43,5	21	3,4
8	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
9	Tablas A1 y A2				

Tabla 18 T3-D1 (modificado)

PASO	CONT. TEMPERATURA °C		HUMEDAD %		
	HUM.%	B.SECO B.HUM.	REL.	EQUI.	
1	> 50	43,5	41,5	90	19,1
2	50-40	43,5	41,0	87	17,6
3	40-35	43,5	40,0	81	15,2
4	35-30	43,5	37,5	70	12,0
5	30-25	49,0	35,0	40	6,5
6	25-20	54,5	32,0	22	4,0
7	20-15	60,0	32,0	15	2,9
8	15-final	71,0	43,5	21	3,4
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver				
	Tablas A1 y A2				

Tabla 19 T3-D2 (modificado)

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	43,5	41,0	87	17,6	
2	50-40	43,5	40,5	84	16,3	
3	40-35	43,5	39,0	76	13,6	
4	35-30	43,5	35,5	60	9,9	
5	30-25	49,0	32,0	32	5,5	
6	25-20	54,5	32,0	22	4,0	
7	20-15	60,0	32,0	15	2,9	
8	15-final	71,0	43,5	21	3,4	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 20 T3-D3 (modificado)

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	43,5	40,5	84	16,3	
2	50-40	43,5	39,5	78	14,2	
3	40-35	43,5	37,0	68	11,6	
4	35-30	43,5	32,5	48	7,9	
5	30-25	49,0	32,0	32	5,5	
6	25-20	54,5	32,0	22	4,0	
7	20-15	60,0	32,0	15	2,9	
8	15-final	71,0	43,5	21	3,4	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 34 T5-B1

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	43,5	41,0	87	17,6	
2	50-40	43,5	40,5	84	16,3	
3	40-35	43,5	39,0	76	13,6	
4	35-30	43,5	35,5	60	9,9	
5	30-25	49,0	32,0	32	5,5	
6	25-20	54,5	32,0	22	4,0	
7	20-15	60,0	32,0	15	2,9	
8	15-final	71,0	43,5	21	3,4	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 55 T6-D2

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	49,0	46,5	88	17,6	
2	50-40	49,0	46,0	85	16,3	
3	40-35	49,0	44,5	77	13,5	
4	35-30	49,0	41,0	62	9,9	
5	30-25	54,5	35,5	35	5,7	
6	25-20	60,0	32,0	15	2,9	
7	20-15	65,5	37,5	18	3,2	
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 56 T6-D4

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	49,0	45,0	80	14,4	
2	50-40	49,0	43,5	72	12,1	
3	40-35	49,0	40,5	60	9,6	
4	35-30	49,0	35,0	40	6,5	
5	30-25	54,5	32,0	22	4,0	
6	25-20	60,5	32,0	15	2,9	
7	20-15	60,0	37,5	18	3,2	
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 70 T8-B3

PASO	CONT. HUM.%		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
	B.SECCO	B.HUM.	B.HUM.	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 35	54,5	51,5	86	16,2	
2	35-30	54,5	50,5	81	14,3	
3	30-25	60,0	54,0	73	11,5	
4	25-20	65,5	55,0	59	8,3	
5	20-15	71,0	51,5	37	5,1	
6	15-final	82,0	54,5	26	3,5	
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2					

Tabla 233 T8-D3S

PASO	CONT. HUM.%	TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	54,5	51,5	86	16,2
2	50-40	54,5	50,5	81	14,3
3	40-35	54,5	48,5	71	11,5
4	35-30	54,5	46,0	62	9,6
5	30-25	60,0	49,0	55	8,0
6	25-20	65,5	51,5	49	6,8
7	20-15	71,0	54,5	43	5,8
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Tabla 234 T8-D4S

PASO	CONT. HUM.%	TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	54,5	50,5	81	14,3
2	50-40	54,5	49,0	74	12,2
3	40-35	54,5	46,0	62	9,6
4	35-30	54,5	43,5	52	7,9
5	30-25	60,0	46,0	46	6,8
6	25-20	65,5	49,0	41	5,8
7	20-15	71,0	51,5	37	5,1
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Tabla 245 T10-D4S

PASO	CONT. HUM.%	TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	60,0	56,0	82	14,2
2	50-40	60,0	54,5	75	12,0
3	40-35	60,0	51,5	64	9,6
4	35-30	60,0	49,0	55	8,0
5	30-25	65,5	51,5	49	6,8
6	25-20	71,0	54,5	43	5,8
7	20-15	76,5	57,0	39	5,1
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Tabla 246 T10-D5S

PASO	CONT. HUM.%	TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		B.SECCO	B.HUM.	REL.	EQUI.
1	> 50	60,0	56,0	82	14,3
2	50-40	60,0	54,5	75	12,0
3	40-35	60,0	51,5	64	9,6
4	35-30	60,0	49,0	55	8,0
5	30-25	65,5	51,5	49	6,8
6	25-20	71,0	54,5	43	5,8
7	20-15	76,5	57,0	39	5,1
8	15-final	82,0	54,5	26	3,5
9	Igualar y acondicionar según necesidad. Ver Tablas A1 y A2				

Horarios de Secado practicados por el Pacto Andino en Maderas Regionales

Programa Fuerte (F): Para maderas latifoliadas de secado fácil

Contenido de humedad de la madera, en %	Temperatura en °C		Humedad relativa aproximada, en %
	Termómetro seco	Termómetro húmedo	
Verde	60	56	80
60	65	58	70
50	70	60	60
40	75	61	50
30	80	62	40
20	80	60	35

Programa Moderado (M): Para maderas latifoliadas de secado lento o que sean propensas a sufrir ciertas deformaciones o agrietamientos

Contenido de humedad de la madera, en %	Temperatura en °C		Humedad relativa aproximada, en %
	Termómetro seco	Termómetro húmedo	
Verde	50	47	80
60	55	49	70
50	60	51	60
40	65	52	50
30	70	54	40
20	70	50	35

Programa Suave (S): Para maderas latifoliadas de secado difícil

Contenido de humedad de la madera, en %	Temperatura en °C		Humedad relativa aproximada, en %
	Termómetro seco	Termómetro húmedo	
Verde	40	37	80
40	40	35	70
30	45	37	60
25	50	40	50
20	55	42	40
15	55	37	30

## **APENDICE C**

### **CARACTERISTICAS DE LA MADERA Y DEFECTOS DEL SECADO**

Uso de la Madera	Contenido de Humedad	
	Promedio	
Madera, durmientes, postes, etc. para tratamiento con preservantes	25	agua libre extraída
Canastas y empaques de frutas	20	8-45
Madera para embarcaciones	12	12-15
Tanques y silos	12	12-15
Cajas	12	6-18
Revestimientos de autos	12	8-16
Piezas delgadas para Revestimientos Ext.	10	10-12
Ataúdes	9	7-12
Tablas para vigas y viguetas	8	6-20
Sillas y partes	6	5-12
Pisos	6	6-10
Muebles	6	4-10
Mangos	7	2-10
Mangos de brochas	5	2-10
Marcos, puertas, celosías, etc.	6	4-8
Instrumentos musicales, radios cajas de piano	5	3-6
Hormas para zapatos	5	4-6
Lanzaderas, bobinas	5	4-6
Chapas y láminas:		
- Caras	4	2-7
- Interior o relleno	5	2-6
- Venesta o triplay	6	2-9

Tabla 1. Niveles de humedad de acuerdo al uso de madera

## **DEFECTOS DE SECADO: AGRIETAMIENTO Y RAJADURAS**

### **Grietas Superficiales.**

Ocurren en las caras de las tablas durante las primeras etapas del secado. Las causas más comunes del agrietamiento superficial son el rápido secado en las primeras etapas del estacionamiento o la súbita aplicación de un severo aumento en la tasa de secado, en las últimas etapas. Frecuentemente los lados de las grietas se cierran en la superficie al final del proceso, cuando se invierten los esfuerzos y no son visibles en la superficie hasta que la tabla sea cepillada.

Una segunda causa del agrietamiento superficial es la aplicación de un tratamiento de elevada humedad a tablas cuyo centro ha secado bajo el punto de saturación de las fibras, seguido de un rápido resecado de la superficie. Por ejemplo, este problema puede ser causado por humedecimiento debido a la lluvia y un subsiguiente rápido resecado.

### **Grietas Internas**

Comienzan generalmente en las últimas etapas del secado como resultado directo de rigurosas condiciones de secado en las primeras etapas, que originan esfuerzos intensos de tensión en la superficie y de compresión en el centro. Las grietas se generan en el interior de la tabla pudiendo extenderse hasta la superficie. El excesivo agrietamiento interno se denomina "apanalamiento".



## **Rajaduras**

Son separaciones longitudinales de las fibras que atraviesa de una cara a la otra de la pieza. Ocurren en los extremos de una tabla debido a una rápida pérdida de agua que origina esfuerzos de tensión. De todos los agrietamientos experimentados, éste es probablemente el más común y severo.

## **Prevención del Agrietamiento**

El método adecuado de prevención del agrietamiento es aplicar las condiciones de secado más apropiadas para cada especie a ser secada. La severidad de los esfuerzos puede ser controlada por la condición de gradiente de humedad, la cual depende de la depresión del bulbo húmedo; por ello, en la mayoría de los casos, los primeros estados del secado deberían ser llevados a altas humedades relativas, o sea, utilizando una pequeña depresión psicrométrica.

Si las grietas son severas, se debe someter la carga a un corto tratamiento de elevada humedad a una temperatura de bulbo seco de alrededor de 11°C, más alta que la utilizada, con una depresión de bulbo húmedo de no más de 3 °C. La duración de este tratamiento no se prolongará más de 1 ó 2 horas, lo suficiente sólo para que las capas exteriores tomen 1 ó 2% de contenido de humedad y luego resecar en condiciones menos severas que las empleadas antes del tratamiento de elevada humedad. El agrietamiento y

rajaduras de los extremos se pueden también evitar por el sellado de los extremos de las tablas con una adecuada pintura impermeabilizante.

### **Colapso**

Es una contracción anormal que se presenta en la madera por encima del punto de saturación de las fibras, que distorsiona la pieza. Ocurre cuando se emplean elevadas temperaturas al principio o en etapas intermedias de la remoción del agua libre. Su apariencia es similar al apanamiento; la superficie de la tabla aparece distorsionada debido al aplastamiento de sus células en una intensidad variable, dependiendo de la severidad del colapso.

En muchas maderas, como la balsa o el cedro y particularmente en los cortes radiales, las tablas asumen una apariencia corrugada o acanalada. En este caso el colapso viene acompañado del apanado y en otros casos grietas de forma de diamante en las tablas (grietas rómbicas). En otras maderas, como el caso del mapajo, los cantos de las tablas pueden no colapsar apreciablemente, pero la superficie puede mostrar una depresión irregular en el centro. Si no se observa el colapso después del secado de la madera verde hasta el punto de saturación de las fibras, se puede asumir que las especies tratadas no son colapsables.

## **Remoción del Colapso**

La madera que colapsa durante el secado, puede, en la mayoría de los casos, ser restaurada a su forma normal por aplicación del tratamiento de reacondicionado. Este proceso es ejecutado en una cámara de concreto reforzado, armada para este propósito, y consiste en someter la madera a un tratamiento de vaporizado entre 80 °C y 100 °C bajo condiciones saturadas. El procedimiento usualmente adoptado, es el siguiente:

Cuando el contenido de humedad ha disminuido hasta cerca el 18%, la carga a ser reacondicionada se ubica en la cámara de reacondicionamiento, apilada con separadores como para el secado en hornos. Luego se ingresa vapor caliente a la cámara por un período lo suficientemente largo como para restablecer la tabla a su forma normal o, en el caso donde no existe un colapso intenso, hasta que no haya ganancia en dimensiones. El tiempo requerido en el último caso debe ser determinado experimentalmente.

Investigadores australianos recomiendan que la madera secada al horno se enfríe completamente antes de iniciar el tratamiento de vaporizado. Además, mencionan la conveniencia de que la carga sea enfriada antes de removerla de la cámara de acondicionado.

Durante este tratamiento, la madera absorbe una cierta cantidad de agua y, por ello, su contenido de humedad aumenta en 3 ó 4%; esta agua debe ser removida retornando la carga al horno o secándola al aire libre. Si la severidad del colapso es alta, afecta la elasticidad natural de la madera y es poco probable conseguir alguna mejoría de esta condición al aplicar el vaporizado. Los resultados del reacondicionamiento son permanentes y después de resecar la madera, ésta mantendrá la forma adquirida. Las dimensiones de las tablas reacondicionadas pueden ser aumentadas por el tratamiento hasta el tamaño que podría resultar de la contracción normal, pero bajo ninguna circunstancia será recobrado el tamaño original de la carga verde con el tratamiento de vaporizado de la carga colapsada.

El reacondicionamiento puede ser empleado también para remover el combado, encorvado y revirado, los cuales ocurren frecuentemente en tablas anchas de corte tangencial. Se reitera la necesidad de tener particular cuidado en la construcción de las pilas y, de ser posible, colocar contrapesos sobre la pila cuando se aplica el vaporizado en el reacondicionamiento.

### **Torceduras**

El término "torceduras" generalmente se considera en alguno de los siguientes casos.

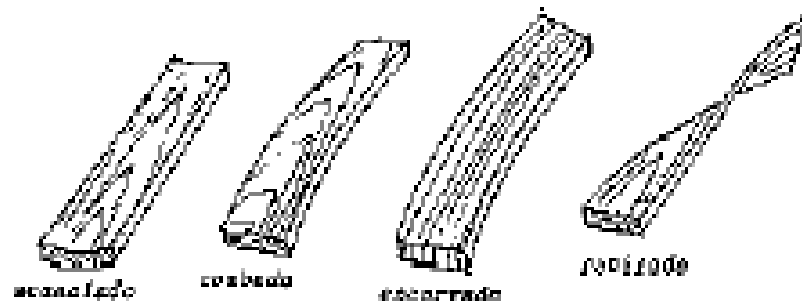


Figura 2: Torceduras en la madera

- a) Acanaladura o abarquillado, que es la tendencia de algunas tablas de corte plano a desarrollar una curvatura a lo ancho de la pieza.
- b) Revirado, es la distorsión en el largo de la pieza.
- c) Combadura o arqueado, cuando la curvatura se encuentra a lo largo de la cara de la tabla.
- d) Encorvadura, que es la curvatura del lado o canto de una tabla.

Probablemente, el mayor factor causante de torceduras sea el apilado incorrecto. Cuando la madera está sujeta a una alta temperatura, se vuelve más plástica y, por ello, adopta la forma que le dictan los esfuerzos aplicados a ella y de ahí se puede ver que, si el espaciamiento de los separadores en una pila no está alineado verticalmente, el peso de la madera sobre una tabla particular ocasiona que la pieza se flexione alrededor del separador que está

desalineado. La madera que está en esa posición adquiere deformaciones permanentes.

En forma similar, si los espaciamientos de los separadores son muy grandes la tabla puede tender a hundirse entre ellos. La variación en la tasa de contracción radial y tangencial es generalmente responsable de la tendencia de las tablas anchas de corte plano a desarrollar acanaladuras. En este caso, la cara de la tabla cerca al centro del tronco se aproxima más a un corte radial, comparado con las superficies opuestas y por ello se contrae menos en ancho y a esto se deben las diferencias, ya que los cantos exteriores de la tabla tienden a curvarse desde el centro o corazón.

### **Prevención y Remoción de las Torceduras**

De lo anterior se puede deducir que el método más efectivo de minimizar las torceduras es que las pilas estén cuidadosa y exactamente construidas y que los separadores sean de un espesor uniforme, igualmente espaciados y en un perfecto alineamiento vertical sobre el centro de los apoyos. Luego, cuando la madera a ser secada es mayormente de corte plano o de una especie susceptible a las torceduras, los separadores deben ser ubicados lo más cercanos entre sí.

Si a pesar de las precauciones ocurren las torceduras, éstas pueden ser eliminadas aplicando el tratamiento de vaporizado. Este debe ser ejecutado cuando la carga ha alcanzado el contenido de humedad final deseado y en un período de tiempo suficiente como para enderezar las piezas. La carga debería entonces ser enfriada y se debe evaporar la humedad absorbida por la madera durante el reacondicionamiento, antes de que los pesos sean removidos.

### **Defectos causados por Infección de Hongos e Insectos**

A veces se desarrollan manchas de hongos por las condiciones particulares del horno y su funcionamiento a bajas temperaturas iniciales, lo que favorece el desarrollo de hongos. Peck, del Laboratorio de Productos Forestales de Estados Unidos de Norteamérica, recomienda el vaporizado a 55 °C durante una hora para evitar la acción de los mohos.

## **APENDICE D**

**ECUADOR EXPORTACIÓN DE MADERA (miles USD)**



PRODUCTO	TM	valor fob	precio unit	TM	valor fob	precio unit	TM	valor fob	precio unit	TM	valor fob	precio unit
	2001			2002			2003			2004		
Amarillo				204.014	66.704	0.326958						
Balsa	11663.48	17141.52	1.47	10912.27	18543.27	1.70	10593.99	19524.16	1.84	14645.19	31015.23	2.12
Balsamo				46.94	37.31	0.79	29.00	5.50	0.19	57.00	25.22	0.44
Calade	1115.74	294.28	0.26	607.40	166.90	0.27	148.59	63.22	0.43	41.27	33.18	0.80
Canelo	91.61	144.59	1.58	143.42	165.69	1.16	49.47	69.59	1.41	57.45	96.68	1.68
Caoba	354.03	30.68	0.09	97.19	65.38	0.67	56.66	34.66	0.61			
Cedrella Fissilis	13.68	8.01	0.59	18.36	10.62	0.58						
Cedro	129.93	67.76	0.52	13876.03	581.17	0.04						
Chanfle	17690.71	648.66	0.04									
Chanul	64.34	140.99	2.19	45.02	60.02	1.33	23.33	36.93	1.58	12.17	13.49	1.11
Chonta												
Ciprés				25.00	5.70	0.23						
Clavelín				33.00	6.24	0.19				28.89	2.64	0.09
Colorado	112.79	70.49	0.63	187.09	167.36	0.89	235.97	149.87	0.64	77.80	86.38	1.11
Coníferas	30385.32	16280.81	0.54	22922.81	5627.78	0.25	1870.87	1131.35	0.60	12.20	24.06	1.97
Eucalipto	149671.49	5419.07	0.04	34358.30	1673.56	0.05				0.40	4.07	10.17
Fernán Sánchez												
Gande	14.56	22.23	1.53	0.58	29.91	51.39	70.13	183.06	2.61			
Guabillo												
Guayacán				0.02	0.09	6.27						
Habio												
Jacarandá	2.38	1.39	0.58	215.48	430.65	2.00	156.16	288.02	1.84	69.15	62.04	0.90
<b>Laurel</b>	<b>229.74</b>	<b>260.31</b>	<b>1.13</b>	<b>12353.58</b>	<b>898.74</b>	<b>0.07</b>	<b>256.38</b>	<b>300.92</b>	<b>1.17</b>	<b>154.15</b>	<b>305.18</b>	<b>1.98</b>
Marfil	27.48	66.79	2.43	255.99	140.24	0.55	18.11	58.22	3.21	9.03	21.65	2.40

Mascarey	2003.61	1140.88	0.57	1027.32	422.74	0.41	175.85	99.65	0.57	44.40	35.34	0.80
Nogal				0.06	0.21	3.28	0.12	0.14	1.17	1.10	4.45	4.04
Pino	6046.85	924.65	0.15	2789.47	546.32	0.20	1817.09	439.69	0.24	3253.98	877.08	0.27
Pulgande												
Roble				75.00	13.96	0.19	75.00	16.09	0.21	50.00	13.21	0.26
Samán	6.60	1.90	0.29									
Sandalo												
Sande	3727.79	2682.01	0.72	4723.03	1501.51	0.32	8438.54	3200.55	0.38	1810.04	390.61	0.22
Sin especificación	49186.73	18989.89	0.38	76956.49	27669.01		49911.62	22642.94		4944.16	2583.66	0.52
Tangaré	25.01	23.90	0.96	38.34	58.16	1.52	18.14	38.56	2.13	34.34	65.29	1.90
Teca	20059.32	908.70	0.05	20503.97	1225.23	0.06	6911.35	684.83	0.10	10692.73	710.51	0.07
Tillo	6.00	2.80	0.47									
Virola	5558.12	2851.71	0.51	3746.64	2055.25	0.55	2486.72	1484.52	0.60	418.71	400.93	0.96
Virola y Sande	54.73	45.41	0.83				22.40	34.53	1.54	51.50	36.92	0.72
Subtotal	298242.05	68169.43	18.52	206162.81	62169.73	75.27	83365.49	50487.01	23.07	36465.66	36807.79	1.01
Artesanías Balsa	53.59	179.20	3.04	33.95	139.27	3.83	31.70	172.50	5.11	27.79	126.01	4.53
Artesanías otras maderas	109.05	436.67	0.83	70.15	367.27	1.38	60.62	380.61	2.76	52.10	249.39	4.79
TOTALES	298404.69	68785.31		206266.91	62676.27		83457.82	51040.11		36545.56	37183.19	

Fuente: Banco Central del Ecuador  
Elaboración: Mercedes Galeano  
Última actualización 09/05/2005

Tabla 1. ECUADOR EXPORTACIÓN DE MADERA (miles USD)

# GENERADORES DE AIRE CALIENTE EQA 61

Los generadores de aire caliente EQA 61 han sido diseñados especialmente para calefaccionar galpones, naves industriales, gimnasios, secaderos industriales, textiles, galerías, etc..

Estos equipos vienen equipados con control electrónico de llama, control de flujo de aire, encendido automático, control de temperatura, filtro y válvula solenoide.

Capacidades desde 8.000 Kcal/hora hasta 65.000 Kcal/hora

El equipo de combustión proporciona una combustión completa, libre de monóxido de carbono (CO) y con bajo Nox.



- \* **CONTROL ELECTRONICO DE TEMPERATURA**
- \* **CONTROL ELECTRONICO DE SEGURIDAD**
- \* **BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO**
- \* **BAJO NIVEL SONORO**
- \* **ALTO RENDIMIENTO**

## Secuencia de Encendido

- 1) Prebarrido
- 2) Verificación de presión de aire
- 3) Encendido automático
- 4) Detección de llama
- 5) Enclavamiento del sistema principal

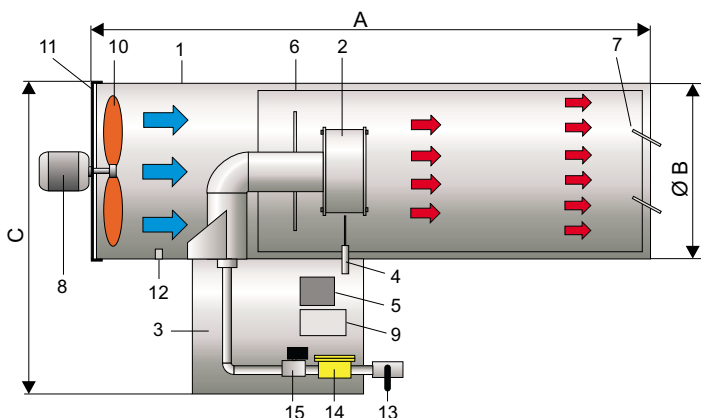
## Tiempos de Seguridad

- Por falta de llama: 1 seg.
- Por falta de aire: 1 seg.
- Por falsa llama: barrido permanente
- Por cierre de válvula: 2 seg.

## Características Técnicas

Modelo	A	B	C	Capacidad (GN-GLP)	Consumo (Gas Nat.)	Consumo (Gas Env.)	Motor ( HP-rpm )	Caudal de Aire	Conexión	Peso (Kg)
61D - 1	400	220	340	8.000 Kcal/ hora	0.8 m³/h	0.4 m³/h	0,1 HP - 1400 rpm	600 m³/hora	Ø 1/4"	12
61D - 2	400	220	340	17.000 Kcal/hora	1.7 m³/h	0.85 m³/h	0,12 HP - 2800 rpm	1000 m³/hora	Ø 1/2"	12
61D - 3	500	270	380	20.000 Kcal/hora	1.7 m³/h	0.85 m³/h	0,1 HP - 1400 rpm	780 m³/hora	Ø 1/2"	21
61D - 4	500	270	380	35.000 Kcal/hora	3.5 m³/h	1.75 m³/h	0,15 HP - 2800 rpm	1740 m³/hora	Ø 1/2"	21
61D - 5	650	320	440	30.000 Kcal/hora	3.5 m³/h	1.75 m³/h	0,20 HP - 1400 rpm	1600 m³/hora	Ø 1/2"	28
61D - 6	650	320	440	45.000 Kcal/hora	4.5 m³/h	2.25 m³/h	0,30 HP - 2800 rpm	3600 m³/hora	Ø 1/2"	28
61D - 7	850	430	550	45.000 Kcal/hora	4.5 m³/h	2.25 m³/h	0,16 HP - 1400 rpm	2700 m³/hora	Ø 1/2"	36
61D - 8	850	430	550	65.000 Kcal/hora	6.5 m³/h	3.25 m³/h	0,33 HP - 1400 rpm	4500 m³/hora	Ø 1/2"	36

Dimensiones en mm.

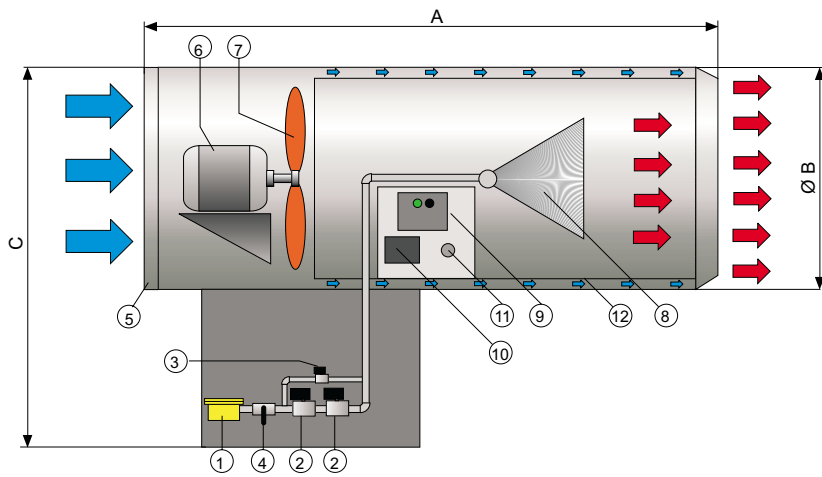


- 1 - Cilindro exterior
- 2 - Quemador
- 3 - Base del quemador
- 4 - Bujía de encendido y detección
- 5 - Transformador de encendido
- 6 - Cilindro refrigerante
- 7 - Chapas deflectoras
- 8 - Motor del ventilador

- 9 - Control electrónico de llama
- 10 - Paletas circulación de aire
- 11 - Rejillas de protección
- 12 - Control de aire
- 13 - Válvula esférica de bloqueo
- 14 - Filtro
- 15 - Válvula Solenoide



## SISTEMA DIRECTO



- 1 - Filtro
- 2 - Válvula solenoide pasaje principal
- 3 - Válvula solenoide para funcionamiento mínimo (opcional)
- 4 - Válvula esférica de bloqueo
- 5 - Admisión de aire
- 6 - Motor del ventilador (Monofásico)
- 7 - Paletas
- 8 - Quemador
- 9 - Control de llama
- 10 - Transformador de encendido
- 11 - Fusible térmico ó Presostato de aire
- 12 - Cilindro refrigerante



# **PROGRAMA DE CONFORMIDAD FITOSANITARIA DE EMBALAJES DE MADERA DESTINADOS A LA EXPORTACIÓN**

# **PROGRAMA DE CONFORMIDAD FITOSANITARIA DE EMBALAJES DE MADERA DESTINADOS A LA EXPORTACIÓN**

## INTRODUCCIÓN

El material de embalaje de madera no transformada, constituye una vía para la introducción y la diseminación de organismos nocivos. Dado que a menudo es difícil determinar el origen de los materiales de madera de embalaje, se ha adoptado una norma internacional relativa a la reglamentación de materiales de embalaje a base de madera (NIMP 15). El objetivo de esta norma es permitir la reducción de manera significativa, del riesgo de diseminación de organismos nocivos transmisibles por este tipo de material.

Los países contratantes de la Convención Internacional de Protección de los Vegetales (CIPV) pueden aplicar a la importación las exigencias fitosanitarias previstas por esta norma. En este caso, las organizaciones nacionales de protección de los vegetales (ONPV) de los países exportadores a los países que aplican la norma, deben poner en marcha un dispositivo de control de conformidad de los embalajes de madera que les sean destinados.

Desde entonces, con el fin de permitir a las empresas españolas continuar las exportaciones de los productos a los países que hayan puesto en práctica las exigencias previstas por la NIMP 15, se pone en marcha un programa de conformidad a la norma 15 de embalajes de madera producidos en España para la exportación.

## EL PROGRAMA DE CONFORMIDAD FITOSANITARIA DE LOS EMBALAJES DE MADERA DESTINADOS A LA EXPORTACIÓN

### I. LAS EXIGENCIAS ADMINISTRATIVAS

#### Solicitud de participación en el programa de conformidad

- Las entidades implicadas

Los aserraderos y comerciantes de madera; fabricantes y empresas de reciclado de embalajes de madera; fumigadores y empresas que realizan el tratamiento de calor.

- Estructura encargada de la puesta en marcha de un programa de conformidad

La Dirección General de Agricultura del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación es la autoridad encargada de la puesta en marcha del programa de conformidad, de acuerdo con el artículo 12.2 de la Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.

- Entidades solicitantes de participación en el programa.

Las entidades que deseen participar en el programa deben dirigirse a la Dirección General de Agricultura (c/Alfonso XII, 62, 28014 MADRID) [o a las Delegaciones provinciales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación donde resida su sede social].

El solicitante acompañará a la solicitud de participación en el programa de una Memoria técnica y se compromete a poner en marcha y a cumplir las exigencias previstas en el mismo (anexo A).

- Registro de los solicitantes de participación

La Dirección General de Agricultura inscribirá en un registro a las entidades que hayan suscrito el compromiso citado, una vez realizada la inspección de las instalaciones, en la que se comprobará la veracidad de las declaraciones del solicitante y la adecuación de sus instalaciones a las exigencias técnicas previstas en el programa. A tal efecto, se puede tener en consideración la acreditación de la entidad relativa a la idoneidad de sus instalaciones para el cumplimiento de las citadas exigencias técnicas, emitida por una entidad o técnico competente.

La Dirección General de Agricultura concederá, en su caso, un número de registro. Este número es uno de los elementos constitutivos de la marca que debe ser aplicado en los embalajes de madera.

Excepcionalmente y con el fin de no entorpecer el comercio, durante los dos primeros años de implantación del programa de conformidad, se podrá efectuar la inspección mencionada en el párrafo anterior durante los seis meses posteriores al de la fecha de la solicitud, concediendo al solicitante mientras tanto un número de registro provisional, que pasará a ser el definitivo una vez realizada la inspección.

- Responsabilidad del solicitante

El solicitante será responsable de respetar el compromiso suscrito. Todo incumplimiento del mismo tendrá como consecuencia la anulación inmediata del número de registro por la Dirección General de Agricultura y la prohibición de empleo de la marca.

- Inspecciones regulares

En cualquier momento y sin previo aviso, pero una vez al año como mínimo, la Dirección General de Agricultura o entidad pública o privada acreditada realizará las inspecciones oportunas, tanto documentales como de las instalaciones, para comprobar que se mantienen las exigencias de participación en el programa.

## II. RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO GENERAL DE REGISTRO

- 1.- Creación de un registro o inclusión de este programa en uno ya existente.
- 2.- Solicitud de registro y compromiso de la entidad de adhesión al programa de conformidad.
- 3.- Inspección de las instalaciones
- 4.- Registro
- 5.- Certificación de registro
- 6.- Inspección anual

## III. EXIGENCIAS TÉCNICAS

### ▪ MATERIALES DE EMBALAJE IMPLICADOS

El programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinada a la exportación cubre los materiales de embalaje de madera tales como paletas, la madera de estibar, las cajas o tambores, las planchas de embalar, las plataformas de carga, cajones anexos y las rastras constituidos total o en parte de madera en bruto de todas las especies de coníferas y de frondosas.

Los materiales de embalaje fabricados enteramente de productos de madera tales como contrachapados, paneles de láminas, o la madera contrachapa fabricada empleando cola, calor y la presión o una combinación de estas técnicas se consideran suficientemente tratadas para eliminar los riesgos asociados a la madera en bruto. En consecuencia, no son objeto de esta norma.

Solo los materiales de embalaje de madera de espesor superior a 6 mm son objeto de la norma 15 y están implicados en este programa.

### ▪ LAS MEDIDAS APROBADAS

Se permiten dos tipos de tratamientos fitosanitarios. El tratamiento de calor, que alcance los 56°C en el corazón de la madera durante 30 minutos, y la fumigación con bromuro de metilo. Las condiciones técnicas de los tratamientos citados se especifican en el anexo B.

Por otra parte, la madera empleada para la fabricación de embalajes deberá estar descortezada y exenta de orificios de más de 3 mm de diámetro.

El término descortezado se entiende según FAO, como la remoción de la corteza de la madera en rollo (el descortezado no implica necesariamente que la madera quede libre de corteza)

### ▪ LOS MATERIALES EMPLEADOS Y CONDICIONES



Los participantes en el programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinada a la exportación deben disponer de instalaciones que permitan respetar las exigencias fitosanitarias previstas.

#### 1) Tratamientos de calor

Los hornos, estufas y secaderos deberán poder ser utilizados para efectuar el tratamiento de calor de 56°C durante 30 minutos en el corazón de la madera.

En el anexo B se informa de los tiempos orientativos de secado necesarios según las características físicas de la madera para cumplir dicha exigencia fitosanitaria.

Los hornos, las estufas y los secaderos deben disponer de sondas que permitan controlar las temperaturas dentro del horno o del secadero y, al menos en el caso de estufas a 60°C, de sondas que permitan controlar la humedad del aire.

Las instalaciones deben estar provistas de un sistema de registro automático de temperaturas y, para los tratamientos a 60°C, de la humedad del aire.

[Los sensores de temperatura deben estar instalados al lado de la salida de aire de la pila y repartidos a lo largo de la pila (en sentido perpendicular a la circulación del aire a través de la pila). Estarán separados entre ellos una distancia máxima, según la longitud, aproximada de 3 metros. Según la altura disponible, deberán estar dispuestos alternativamente a 1/3 del extremo superior y a 1/3 del extremo inferior de la altura.

Para la medida de la humedad del aire, será suficiente un solo sensor, que deberá estar igualmente instalado al lado de la salida de aire de la pila.

Los sensores de temperatura deberán ser contrastados como mínimo cada seis meses. Los informes emitidos de la visita de comprobación se adjuntarán al libro de registros.

Las temperaturas se registrarán con una frecuencia mínima que permita obtener al menos 30 anotaciones de temperatura tales como las indicadas en el anexo A durante cada operación de estufado. Por ejemplo, para una duración de estufado de 2 horas, una medida de temperatura debe ser efectuada cada 4 minutos. La lista de temperaturas estará obligatoriamente adjunta al libro de registro].

En cada establecimiento participante en el programa habrá un responsable técnico, encargado de las operaciones. En el caso de cambio de responsable técnico, la empresa deberá informar a la autoridad competente en el plazo de dos semanas, de los cambios y precisar el nombre y los datos del nuevo responsable técnico.

Existirá un libro de registro de las operaciones efectuadas. Este contendrá los datos de las operaciones de los tratamientos, los tiempos y las temperaturas de secado, los productos tratados (madera aserrada, paletas, cajas,...) y precisará todas las disfunciones, averías, o intervenciones practicadas sobre la estructura de calefacción. El libro de registro se conservará cinco años.

## 2) Fumigación con bromuro de metilo

Las empresas participantes en el presente programa que realicen la fumigación con bromuro de metilo deben respetar lo establecido al respecto en la legislación vigente.

Se llevará un libro de registro de las operaciones efectuadas, que contendrá los datos de las operaciones de tratamiento, las concentraciones (g/m<sup>3</sup>) y las temperaturas de tratamiento, los artículos tratados (madera de aserrado, paletas, cajas,..). El libro de registro se conservará cinco años.

## 3) Subcontrataciones

En el caso de subcontratación de operaciones de tratamiento de calor o de bromuro de metilo, el establecimiento que utiliza la subcontratación debe asegurar que son entidades adheridas al presente programa. Este deberá disponer de un certificado de tratamiento de calor por cada lote de madera comprado. Este certificado debe mencionar obligatoriamente el número de registro de la empresa subcontratada, la cantidad de madera tratada, el tipo de madera tratada (madera de aserrado, paletas, cajas,...), así como la temperatura empleada y los tiempos de secado, o la concentración de bromuro de metilo, como los especificados en el anexo B. Los certificados de tratamientos de calor deberán conservarse durante cinco años.

Estos certificados de tratamiento podrán estar incluidos en el albarán de venta de cada lote comprado.

### ▪ LA MARCA A APLICAR SOBRE LA MADERA Y LOS EMBALAJES DE MADERA

Una vez la solicitud de registro sea validada, se otorgará un número de registro por la Dirección General de Agricultura. Este número es un elemento constituyente de la marca que debe ser aplicada a los embalajes de madera.

Solo las empresas que dispongan de un número de registro están autorizadas para aplicar la marca para los embalajes de madera.

Con el fin de evitar una multitud de marcas, el marcado definitivo será estampado normalmente por el fabricante del embalaje de madera o por

la empresa de reciclado de embalajes. Esta marca se ubicará en un lugar de manera visible, preferentemente al menos en dos caras opuestas del producto tratado.

En casos excepcionales, la Dirección General de Agricultura autorizará que la empresa de tratamiento, que deberá estar adherida al programa, estampe la marca en lugar de la empresa que fabrique el embalaje o del comercial que lo ensambla. En este caso y al objeto de garantizar la trazabilidad, todos y cada uno de los componentes de madera, que integran el embalaje y que deban ser objeto de este programa de conformidad, deberán mostrar la marca en lugar visible o accesible.

Las empresas reparadoras de embalajes deberán forzosamente estampar la marca con el fin de asegurar una mejor trazabilidad de los mismos.

Las empresas subcontratadas emitirán un certificado de tratamiento en el que se estampará la marca y los parámetros empleados en el tratamiento. En el caso de que los haces del material de madera estén embalados utilizarán una etiqueta, incluyendo la marca, grapada o pegada en haz de madera o, estampando la marca sobre el embalaje. En caso contrario todas y cada una de las unidades del envío deberán ir debidamente marcadas.

Las características de la marca se describen en el anexo C.

## **ANEXO A**

**Modelo de compromiso de empresas participantes en el programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinados a la exportación**

## compromiso de empresas participantes en el programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinados a la exportación

La empresa (*nombre*)....., representada por D/Dña....., DNI....., justificado mediante....., y cuyas características son:

### 1. Datos de la empresa

Nombre y/o razón social.....  
 CIF.....  
 Dirección.....  
 Teléfono.....  
 Fax.....  
 E-mail.....

### 2. Técnico/a responsable de la actividad

Nombre.....  
 DNI.....  
 Teléfono.....  
 Fax.....  
 E-mail.....

### 3. Lugar de las instalaciones

Denominación.....  
 Dirección.....  
 Teléfono.....  
 Fax.....  
 E-mail.....

### 4. Descripción de la actividad

Los trabajos manejados en la empresa son:

- Fabricación de embalajes de madera	X
Tratamientos de madera	X
Tratamiento de calor	X
Fumigación con bromuro de metilo	X
Tratamientos de madera sub-contratada	X
Tratamiento de calor	X
Fumigación con bromuro de metilo	X
- Reciclado de embalajes de madera	X
Tratamientos de madera	X
Tratamiento de calor	X
Fumigación con bromuro de metilo	X
Tratamientos de madera en sub-contratada	X
Tratamiento de calor	X
Fumigación con bromuro de metilo	X
-Fumigador	X
-Tratamiento de calor	X

### 5. Memoria técnica anexa

### 6. Tipo de producto fabricado o tratado

Madera aserrada	X
Paletas	X
Cajas/tambores	X
Planchas de embalaje	X

Platos de carga	X
Madera de estibar	X
Otras (especificar)	X

Solicita la inscripción en el *registro de operadores de embalajes de madera que cumplen la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias “Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional”* de la Dirección General de Agricultura del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y se compromete a cumplir las exigencias previstas en el programa de conformidad fitosanitaria de los embalajes de madera destinados a la exportación, adjunto anexo y rúbrica por el solicitante, por lo que garantiza los tratamientos de conformidad con las exigencias fitosanitarias previstas por el programa citado.

La empresa comunicará en el plazo máximo de dos semanas, a la Dirección General de Agricultura cualquier cambio realizado en las instalaciones o en las actividades.

La empresa se compromete a facilitar las inspecciones, a efectuar por la Dirección General de Agricultura o por entidades públicas o privadas acreditadas por ésta, en los momentos que considere oportuno y que podrán ser sin previo aviso, para controlar:

- el cumplimiento de las exigencias fitosanitarias previstas por el programa de conformidad fitosanitaria de los embalajes de madera para la exportación;
- la conformidad de las instalaciones de la empresa respecto a las condiciones previstas por el programa mencionado.

En....., a.....de.....de 200...

Firmado

El responsable de la empresa

**ANEXO B**  
**TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS RECONOCIDOS Y**  
**CONDICIONES DE REALIZACIÓN**

**I. TRATAMIENTOS DE CALOR: 56°C EN EL CORAZÓN DE LA MADERA DURANTE 30 MINUTOS**

Las maderas, de todas las especies, deben ser sometidas a un tratamiento de calor alcanzando 56°C en el corazón de las mismas durante 30 minutos.

**EXIGENCIAS DEL TRATAMIENTO**

Las tablas siguientes representan las temperaturas de tratamiento térmico de madera que conviene aplicar a fin de respetar las exigencias fitosanitarias. Las temperaturas indicadas comprenden la elevación de temperatura y los 30 minutos de tratamiento térmico a la temperatura de 56°C en el corazón de la madera.

1. Las temperaturas indicadas a continuación son los resultados del estudio sobre el tratamiento de calor en el corazón de la madera llevado a cabo en Francia por el Centro Técnico de la Madera y del Mobiliario.

a) Madera aserrada

Los tiempos de tratamiento térmico exigidos tienen en cuenta todos los parámetros existentes en los tratamientos de calor: especies, humedad de la madera, temperatura de la madera, velocidad del aire....

El tratamiento térmico del estado verde debe ser realizado con la aportación de humedad para preservar la calidad de la madera.

Duración del estufado de madera aserrada de 22 mm y de 45 mm a 60°C, 70°C y 80°C, y de madera aserrada de 80 mm a 70°C y 80°C

Los datos, mas abajo, son válidos para todas las especies

Temperatura inicial de la madera aserrada: 20°C, todas las especies, cualquier humedad.

Para el tratamiento a 60°C la temperatura humedad será  $\geq 55^\circ\text{C}$ .

Temperatura (°C)	Espesor		
	22 mm	45 mm	80 mm
60	1h 40	3 h 30	
70	1h 10	2 h 30	3 h 10
80	1 h	2 h	2 h 50

Temperatura inicial de la madera aserrada: 10°C todas las especies, cualquier humedad.

Para el tratamiento de calor a 60°C la temperatura humedad debe ser  $\geq$  55°C

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Espesor</b>		
	<b>22 mm</b>	<b>45 mm</b>	<b>80 mm</b>
60	1h 50	3 h 50	
70	1h 20	2 h50	3 h 40
80	1 h 10	2 h 20	3 h 20

Temperatura inicial de la madera aserrada: 0°C, todas las especies, cualquier humedad.

Para el tratamiento de calor a 60°C la temperatura humedad debe ser  $\geq$  55°C

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Espesor</b>		
	<b>22 mm</b>	<b>45 mm</b>	<b>80 mm</b>
60	2 h	4 h 15	
70	1h 30	3 h 15	4 h 10
80	1 h 20	2 h 45	3 h 50



b) Paletas

Para preservar la calidad de la madera, el tratamiento debe ser con aportación de humedad si las paletas contienen elementos en estado verde.

Duración del tratamiento de calor de las paletas

Temperatura inicial: 20°C

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	9 h 30
		Fronosas	7 h 40
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 30
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 40
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h

Temperatura inicial : 10°C

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	10 h 10
		Fronosas	8 h 15
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h 30
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	4 h
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 20
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 15

Temperatura inicial : 0°C

Temperatura (°C)	Humedad de la madera	Especie	Duración
60	> 25 %	Coníferas	10 h 40
		Fronosas	8 h 50
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	5 h 45
70	> 25 %	Coníferas y frondosas	4 h 20
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 40
80	> 25 %	Coníferas y frondosas	3 h 20
	≤ 25 %	Coníferas y frondosas	2 h 30

#### OBSERVACIÓN

Los tiempos preconizados son aquellos a respetar a partir del instante en que las condiciones del aire son alcanzadas, la temperatura de referencia será medida en el lugar más frío del recinto. Dentro de un secadero, será en la salida del aire de la pila de madera donde el aire está más frío. La regulación del secadero indica el momento en que las condiciones son alcanzadas.

2. Las temperaturas indicadas a continuación son los resultados del estudio sobre el tratamiento de calor en el corazón de la madera llevado a cabo en España en el CIFOR-INIA.

Se puede considerar que toda aquella instalación que consiga establecer una temperatura de aplicación en su interior (cámara) igual o superior a 66 °C es, en principio, suficiente para conseguir el cumplimiento de los requisitos exigidos y, por tanto, adecuada para la realización del tratamiento térmico.

De acuerdo con las características de la madera que vaya a ser sometida a tratamiento (humedad y espesor) y en función de los parámetros establecidos en la cámara (temperatura y humedad relativa), se establece un programa de tratamiento que define el tiempo mínimo de estancia de la madera en dichas condiciones que asegura la consecución de los requisitos marcados (alcanzar durante al menos 30 minutos una temperatura en el centro de cada una de las piezas tratadas nunca inferior a 56 °C). Este programa es el especificado a continuación:

## TRATAMIENTO TÉRMICO

Humedad madera (%)	CONDICIONES EN LA CÁMARA DE SECADO						
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)				
			Espesores madera tratada				
			25 mm	38 mm	50 mm	62 mm	75 mm
25-30	71	100	3	4	5	6	7
15	71	80	3	4	5	6	7
25-30	68	100	4	5	6	7	8
15	68	80	4	5	6	7	8
10	68	60	6	7	8	9	10
25-30	66	100	8	9	10	11	12
15	66	80	8	9	10	11	12
10	66	60	10	11	12	13	14

Fuente: Fdez-Golfín, CIFOR-INIA

En relación con este programa y con aspectos diversos del tratamiento térmico, conviene hacer algunas puntualizaciones:

- Aunque el programa de tratamiento tiene carácter orientativo, ofrece los estándares mínimos requeridos en el tratamiento para asegurar la correcta verificación de los requisitos fijados.
- El tiempo de duración del tratamiento viene determinado por el espesor máximo de cualquiera de las piezas que vayan a ser tratadas en un mismo proceso, de manera que si en el tratamiento se introducen maderas de diferentes dimensiones (espesores), la duración de aquél será la correspondiente a la pieza que tenga el mayor espesor.
- Duración mínima del tratamiento térmico: aun cuando toda la madera tratada en un mismo proceso tenga espesores inferiores a 25 mm, el tiempo mínimo de aplicación del tratamiento será el correspondiente al del espesor de 25 milímetros, en cualquiera de las opciones posibles según humedad de la madera, y temperatura y humedad relativa aplicadas.
- En el caso de tratamientos sobre madera de espesores comprendidos entre dos de los valores especificados en el programa, siempre se tendrá que aplicar la opción más desfavorable, esto es, el tiempo de estancia del material en aquellas condiciones (duración del tratamiento) será el definido para la opción correspondiente al espesor inmediatamente superior.
- Cuando la madera que vaya a ser tratada presente espesores superiores a 75 mm e inferiores a 150 mm, se considerará que el tiempo de aplicación del tratamiento sea el doble del correspondiente a la mitad del espesor, esto es,
  - Para espesores de madera de 100 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 50 mm de espesor.

- Para espesores de madera de 125 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 62 mm de espesor.
- Para espesores de madera de 150 mm. 2 veces la duración tratamiento aplicado a piezas de 75 mm de espesor.

de manera que:

<b>Humedad madera (%)</b>	<b>CONDICIONES EN LA CÁMARA DE SECADO</b>				
	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)</b>		
			<b>Espesores madera tratada</b>		
			<b>100 mm</b>	<b>125 mm</b>	<b>150 mm</b>
25-30	71	100	10	12	14
15	71	80	10	12	14
25-30	68	100	12	14	16
15	68	80	12	14	16
10	68	60	16	18	20
25-30	66	100	20	22	24
15	66	80	20	22	24
10	66	60	24	26	28

- Cuando la madera presente espesores superiores a 150 mm no se admitirá el tratamiento de esterilización.

## **II. FUMIGACIÓN CON BROMURO DE METILO**

Las empresas que realicen la fumigación con bromuro de metilo deben respetar las disposiciones previstas en la legislación vigente.

La norma mínima para la fumigación con bromuro de metilo de materiales de embalaje es la siguiente:

- La temperatura mínima no debe en absoluto estar por debajo de 10°C y el tiempo mínimo de exposición debe ser de 16 horas.
- Las lecturas de concentración deben ser realizadas a 0,5 horas, 2 horas, 4 horas y 16 horas. Las concentraciones observadas deben ser como mínimo iguales a las concentraciones descritas en la tabla que se muestra a continuación.

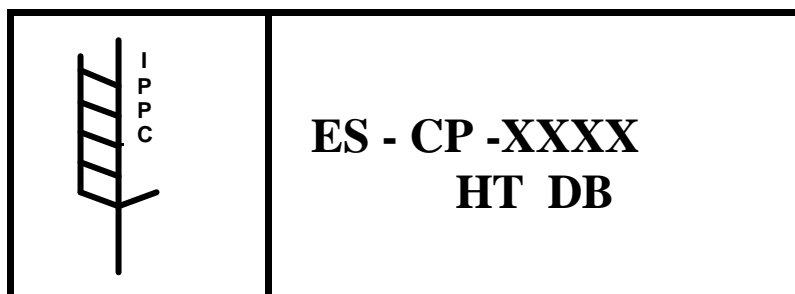
<b>Temperatura</b>	<b>Dosis (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Mínimo de concentración (g/m<sup>3</sup>)</b>			
		<b>0 horas 30</b>	<b>2 horas</b>	<b>4 horas</b>	<b>16 horas</b>
≥21°C	48	36	24	17	14
≥16°C	56	42	28	20	17
≥11°C	64	48	32	22	19

## ANEXO C

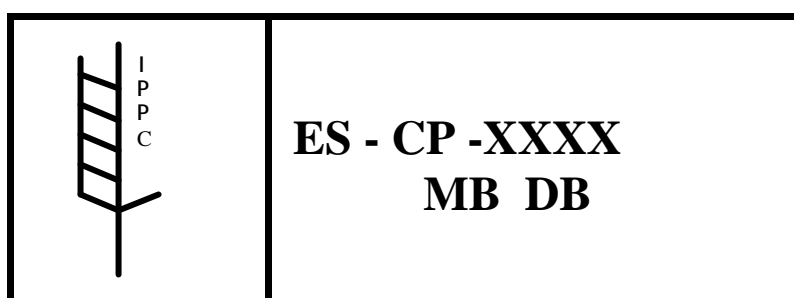
### EL MERCADO PARA CERTIFICAR LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS FITOSANITARIAS APROBADAS.

La marca presentada a continuación se emplea para certificar que el material de embalaje de madera, que la porta, ha sido sometido a una medida aprobada.

I. Marca a aplicar en los embalajes de madera interesados por tratamientos de calor



II. Marca a aplicar en los embalajes de madera interesados por fumigaciones de bromuro de metilo



La marca como mínimo incluirá:

- El código ISO del país, formado por dos letras seguidos del código de la provincia, relacionados a continuación, y del número de registro asignado por la dirección General de Agricultura al productor del material de embalaje de madera que ostente la responsabilidad de asegurar que la madera puede ser utilizada y está correctamente marcada.
- Las iniciales del tratamiento empleado (HT o MB).
- [Las iniciales DB para poner en evidencia el descortezado de la madera].

Los contratantes del programa de conformidad fitosanitaria de embalajes de madera destinados a la exportación pueden a su discreción añadir dos números de referencia o cualquier otra información utilizable para identificar los lotes específicos. Otras informaciones pueden igualmente ser incluidas con tal que estas no sean confusas, engañosas o falsas, [previa autorización por la Dirección General de Agricultura].

Las marcas deben ser :

- Conformes a modelos mostrados anteriormente.
- Legibles.
- Indelebles y no transferibles.
- Ubicadas en un lugar bien visible, preferentemente al menos sobre dos lados opuestos del producto tratado.

La utilización de los colores rojos o naranjas deben ser evitados, ya que son colores empleados en el etiquetado de sustancias peligrosas.

Los materiales de embalaje de madera reciclados o reparados deben ser certificados y marcados de nuevo. Todos los componentes de tales materiales deben haber sido tratados.

## CÓDIGOS DE LAS PROVINCIAS

CP	PROVINCIA	CP	PROVINCIA
01	ÁLAVA	34	PALENCIA
02	ALBACETE	35	PALMAS, LAS
03	ALICANTE	36	PONTEVEDRA
04	ALMERÍA	37	SALAMANCA
05	ÁVILA	38	STA. CRUZ DE TENERIFE
06	BADAJOS	39	CANTABRIA
07	ILLES BALEARS	40	SEGOVIA
08	BARCELONA	41	SEVILLA
09	BURGOS	42	SORIA
10	CÁCERES	43	TARRAGONA
11	CÁDIZ	44	TERUEL
12	CASTELLÓN DE LA PLANA	45	TOLEDO
13	CIUDAD REAL	46	VALENCIA
14	CÓRDOBA	47	VALLADOLID
15	CORUÑA, A	48	VIZCAYA
16	CUENCA	49	ZAMORA
17	GIRONA	50	ZARAGOZA
18	GRANADA	51	CEUTA
19	GUADALAJARA	52	MELILLA
20	GUIPÚZCOA		
21	HUELVA		
22	HUESCA		
23	JAÉN		
24	LEÓN		
25	LLEIDA		
26	RIOJA, LA		
27	LUGO		
28	MADRID		
29	MÁLAGA		
30	MURCIA		
31	NAVARRA		
32	OURENSE		
33	ASTURIAS		







**Grupo Novem**

Piscinas, Tratamiento de Agua y Bombeo

## **LISTA DE PRECIOS 2005 SISTEMAS DE BOMBEO**

**LPSBO080305**

**OFICINAS GENERALES MONTERREY (81) 8153-0020**

<b>SUCURSAL MONTERREY</b>	<b>TEL. (81) 8335-4484</b>	<b>FAX. (81) 8335-5287</b>
<b>SUCURSAL GUADALAJARA</b>	<b>TEL. (33) 3666-0030</b>	<b>FAX. (33) 3666-0025</b>
<b>SUCURSAL MEXICO</b>	<b>TEL. (55) 917-17025</b>	<b>FAX. (55) 917-17025</b>
<b>SUCURSAL HERMOSILLO</b>	<b>TEL. (662) 289-9517</b>	<b>FAX. (662) 289-9519</b>
<b>SUCURSAL LEON</b>	<b>TEL. (477) 763-6460</b>	<b>FAX. (477) 763-6464</b>
<b>SUCURSAL PUERTO VALLARTA</b>	<b>TEL. (322) 223-1125</b>	<b>FAX. (322) 223-1135</b>
<b>SUCURSAL CANCUN</b>	<b>TEL. (998) 843-5709</b>	<b>FAX. (998) 843-5708</b>
<b>SUCURSAL TIJUANA</b>	<b>TEL. (664) 636-6011</b>	<b>FAX. (664) 636-6013</b>
<b>SUCURSAL MAZATLAN</b>	<b>TEL. (669) 930-0678</b>	<b>FAX. (669) 930-0547</b>
<b>SUCURSAL VERACRUZ</b>	<b>TEL. (229) 955-2052</b>	<b>FAX. (229) 955-2064</b>

[www.novem.com.mx](http://www.novem.com.mx)

## INDICE

BOMBAS INYECTORAS (JET) MYERS SERIE QD .....	1
SISTEMA DE BOMBEO AUTOMATICO In@Out DE SIXTEAM .....	1
BOMBAS PERIFERICAS SIXTEAM .....	1
BOMBAS INYECTORAS (JET) SIXTEAM DE ACERO INOXIDABLE .....	1
BOMBAS CENTRIFUGAS SIXTEAM .....	1
BOMBAS HORIZONTALES MULTITAPAS EN ACERO INOXIDABLE SIXTEAM .....	2
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS PARA DEMANDA DE AGUA EVENTUAL .....	2
TANQUES PRESURIZADOS WELL MATE .....	3
TANQUES PRESURIZADOS CHAMPION .....	3
TANQUES PRESURIZADOS VALUE WELL .....	3
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS CON BOMBA EN ACERO INOXIDABLE .....	4
UNIDADES HIDRAULICAS MYERS PARA POZO PROFUNDO DE 4" .....	5
BOMBAS SUMERGIBLES MYERS SERIE T PARA POZO PROFUNDO DE 6" .....	6
BOMBAS SUMERGIBLES CAPRARI PARA POZO PROFUNDO DE 8 A 12" .....	7
BOMBAS SUMERGIBLES CAPRARI PARA POZO PROFUNDO DE 8 A 12" .....	8
MOTORES SUMERGIBLES FRANKLIN .....	9
BOMBAS CAPRARI TIPO TURBINA VERTICAL DE 7 A 14" .....	10
BOMBAS SUMERGIBLES MYERS PARA DESAGÜE Y AGUAS RESIDUALES .....	11
BOMBAS SUMERGIBLES TRITURADORAS MYERS .....	11
SISTEMAS DE IZAJE PARA BOMBAS SUMERGIBLES MYERS .....	11
ARRANCADORES .....	13
PANELES DE CONTROL PARA APLICACIÓN EN SISTEMAS HIDRONEUMATICOS .....	13
ACCESORIOS .....	14
REFACCIONES .....	15
OTROS PRODUCTOS .....	16

## BOMBAS INYECTORAS (JET) MYERS SERIE QD

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
QD50S	½	1/115-230	1¼" x 1"	13 (49)	9 (34)	9 (34)	7 (26)	3 (11)	312.00
QD75S	¾	1/115-230	1¼" x 1"	20 (76)	19 (72)	16 (60)	10 (36)	4 (15)	374.00
QD100S	1	1/115-230	1¼" x 1"	27 (100)	25 (95)	20 (76)	13 (47)	5 (19)	419.00

\* Incluyen interruptor de presión y tapón de cebado

## SISTEMA DE BOMBEO AUTOMATICO In@Out DE SIXTEAM

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
InOut1100-1	1.5	1/115	1" x 1"	16 (59)	15 (56)	12 (45)	7 (28)	4 (15)	478.00

## BOMBAS PERIFERICAS SIXTEAM

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STP50	0.5	1/127	1" x 1"	7 (27)	5 (20)	4 (14)	2 (7)	-	101.00
STP80	0.8	1/127	1" x 1"	12 (44)	10 (38)	8 (31)	7 (25)	5 (19)	171.00
STP100	1	1/127	1" x 1"	13 (50)	12 (44)	10 (37)	8 (32)	7 (26)	182.00

## BOMBAS INYECTORAS (JET) SIXTEAM DE ACERO INOXIDABLE

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STJX60	0.6	1/115-230	1" x 1"	9 (35)	7 (25)	3 (13)	8 (3)	-	234.00
STJX80	0.8	1/115-230	1" x 1"	12 (47)	12 (43)	8 (30)	5 (18)	2 (6)	249.00
STJX100	1.0	1/115-230	1" x 1"	15 (55)	13 (50)	12 (45)	10 (36)	5 (20)	272.00
STJX120	1.2	1/115-230	1" x 1"	17 (64)	16 (62)	15 (58)	12 (44)	7 (25)	299.00

## BOMBAS CENTRIFUGAS SIXTEAM

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STM50	0.5	1/127	1" x 1"	21 (80)	5 (20)	-	-	-	173.00
STM80	0.8	1/127	1" x 1"	22 (85)	25 (93)	5 (20)	-	-	215.00
STM100	1.0	1/127-230	1" x 1"	33 (125)	29 (110)	19 (70)	-	-	222.00
STM150	1.5	1/127-230	1 1/4" x 1"	44 (165)	40 (150)	33 (125)	24 (90)	-	424.00
STM200	2.0	1/127-230	1 1/4" x 1"	46 (175)	44 (165)	38 (145)	34 (128)	24 (90)	479.00
STM200T	2.0	3/220-440	1 1/4" x 1"	46 (175)	44 (165)	38 (145)	34 (128)	24 (90)	439.00
STM300	3.0	1/127-230	1 1/4" x 1"	53 (200)	52 (195)	47 (177)	42 (160)	36 (135)	654.00
STM300T	3.0	3/220-440	1 1/4" x 1"	53 (200)	52 (195)	47 (177)	42 (160)	36 (135)	474.00
STM550T	5.5	3/220-440	2" x 1 1/4"	111 (420)	105 (400)	98 (370)	90 (340)	81 (305)	863.00

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



Grupo Novem

## BOMBAS HORIZONTALES MULTITETAPAS EN ACERO INOXIDABLE SIXTEAM

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STO80	0.8	1/127	1" x 1"	20 (76)	16 (61)	13 (50)	7 (27)	-	299.00
STO120	1.2	1/127-220	1" x 1"	24 (89)	22 (85)	21 (79)	19 (73)	16 (62)	350.00

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				40 PSI (28 m.)	50 PSI (35 m.)	60 PSI (42 m.)	70 PSI (49 m.)	80 PSI (56 m.)	
STO150	1.5	1/127-220	1¼" x 1¼"	34 (130)	32 (121)	25 (95)	17 (65)	-	524.00
STO150T	1.5	3/220-440	1¼" x 1¼"	34 (130)	32 (121)	25 (95)	17 (65)	-	492.00
STO200	2	1/127-220	1¼" x 1¼"	37 (140)	34 (130)	32 (120)	24 (103)	21 (80)	594.00
STO200T	2	3/220-440	1¼" x 1¼"	37 (140)	34 (130)	32 (120)	27 (103)	21 (80)	560.00
STO300	3	1/127-220	1¼" x 1¼"	-	37 (140)	35 (133)	32 (122)	29 (107)	745.00
STO300T	3	3/220-440	1¼" x 1¼"	-	37 (140)	35 (133)	32 (122)	29 (107)	599.00

## SISTEMAS HIDRONEUMATICOS PARA DEMANDA DE AGUA EVENTUAL

Dado que la capacidad del tanque en estos sistemas no garantizan el ciclo de operación mínimo de 1 minuto, estos sistemas son recomendables para aplicaciones en donde la demanda de agua es eventual durante el día, aún y cuando dicha demanda sea por períodos prolongados de tiempo (por ejemplo, viviendas con 1 ó 2 usuarios, operación automática de sistemas de riego, locales comerciales, etc.).

Código	HP	Fases/ Volts	Succión x Descarga	Gasto en GPM (LPM)					Precio de Lista USD\$
				20 PSI (14 m.)	30 PSI (21 m.)	40 PSI (28 m.)	50 PSI (25 m.)	60 PSI (42 m.)	
STP50-P	0.5	1/127	1" x 1"	7 (27)	5 (20)	4 (14)	4 (14)	2 (7)	239.00
STP80-P	0.8	1/127	1" x 1"	12 (44)	10 (38)	8 (31)	7 (25)	5 (19)	305.00
STP100-P	1	1/127	1" x 1"	13 (50)	12 (44)	10 (37)	8 (32)	7 (26)	330.00
STJC60-P	0.6	1/115-230	1" x 1"	11 (43)	9 (35)	5 (20)	2 (8)	-	373.00
STJC80-P	0.8	1/127	1" x 1"	14 (51)	11 (40)	7 (25)	4 (14)	-	380.00
STJC100-P	1	1/127-230	1" x 1"	15 (58)	15 (56)	12 (45)	8 (29)	4 (16)	390.00
STJ80-P	0.8	1/115-230	1" x 1"	16 (61)	15 (55)	11 (42)	7 (25)	-	403.00
STJ100-P	1.0	1/115-230	1" x 1"	17 (63)	16 (59)	12 (44)	10 (39)	6 (21)	410.00
STJ120-P	1.2	1/115-230	1" x 1"	17 (64)	16 (62)	15 (58)	12 (44)	7 (25)	423.00

- El sistema se entrega totalmente ensamblado e incluye: (1) bomba, (1) tanque presurizado de 24 lts, (1) interruptor de presión, (1) manómetro y (1) manguera flexible con conectores. El tanque de los modelos STP es en-línea, en la serie STJ es horizontal.

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



Grupo Novem

## TANQUES PRESURIZADOS WELL MATE

Código	Cap. (gals)	Entrega (gals.)			Diám. de conexión	Peso (kgs)	Dimensiones		Precio de Lista USD\$
		20-40 PSI	30-50 PSI	40-60 PSI			Diam (cm)	Alt (cm)	
WM-6	20	6.7	5.9	5.2	1" NPT	8	41.0	81.0	228.00
WM-9	30	10.0	8.9	7.7	1" NPT	11	41.0	112.0	357.00
WM-12	40	13.7	12.1	10.5	1" NPT	14	41.0	145.0	447.00
WM-14WB	47	16.0	14.1	12.3	1¼" NPT	20	53.0	105.0	481.00
WM-20WB	62	21.1	18.6	16.2	1¼" NPT	23	61.0	105.0	568.00
WM-25WB	87	29.5	23.0	22.5	1¼" NPT	33	61.0	140.0	608.00
WM-35WB	120	40.7	35.9	31.1	1¼" NPT	43	61.0	189.0	928.00

\* Presión máxima de operación: 125 PSI

## TANQUES PRESURIZADOS CHAMPION

Modelo	Cap. (gals)	Entrega (gals.)			Diám. de conexión	Peso (kgs)	Dimensiones		Precio de Lista USD\$
		20-40 PSI	30-50 PSI	40-60 PSI			Diam (cm)	Alt (cm)	
CH4202	20	8.0	6.8	5.9	1" NPTF	15	39.0	80.3	201.00
CH6000	26	10.5	8.8	7.6	1" NPTF	17	39.0	97.2	238.00
CH8003	32	-	10.9	9.4	1" NPTF	20	39.0	118.1	348.00
CH10050	44	17.7	15.0	13.0	1¼" NPTF	31	55.9	91.4	444.00
CH12051	62	24.9	21.1	18.3	1¼" NPTF	42	55.9	118.7	516.00
CH17255	81	32.6	27.5	23.8	1¼" NPTF	47	55.9	143.2	553.00
CH17002	86	34.6	29.2	25.4	1¼" NPTF	56	66.0	120.0	612.00
CH22050	119	47.8	40.5	35.1	1¼" NPTF	75	66.0	157.2	944.00

\* Presión máxima de operación: 100 PSI

## TANQUES PRESURIZADOS VALUE WELL

Modelo	Capacidad	Entrega (gals.)			Diám. de conexión	Peso (kgs)	Dimensiones		Precio de Lista USD\$
	gals.	20-40 PSI	30-50 PSI	40-60 PSI			Diam (cm)	Alt (cm)	
VW20	20	7.3	6.2	5.3	1" NPTF	15	39.0	80.3	183.00
VW32	32	-	9.9	8.5	1" NPTF	20	39.0	121.9	312.00
VW44	44	16.1	13.6	11.7	1¼" NPTF	31	55.9	76.2	400.00
VW62	62	22.6	19.2	16.6	1¼" NPTF	42	55.9	91.4	466.00
VW86	86	31.4	26.6	23.0	1¼" NPTF	56	66.0	120.0	552.00
VW119	119	43.4	36.8	31.8	1¼" NPTF	75	66.0	157.2	852.00

\* Presión máxima de operación: 90 PSI

- Se recomienda instalar una válvula de alivio de presión

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



Grupo Novem

**SISTEMAS HIDRONEUMATICOS CON BOMBA EN ACERO INOXIDABLE**

# de tomas	Gasto Req. lpm (gpm)	1 a 2 Pisos (Hasta 6 m.)				3 a 4 Pisos (9 - 12 m.)				5 a 6 Pisos (15-24 m.)			
		30 PSI (Rango 20-40 PSI)				40 PSI (Rango 30-50 PSI)				50 PSI (Rango 40-60 PSI)			
		Código	Tipo de bomba	Tanque	Precio de Lista USD\$	Código	Tipo de bomba	Tanque	Precio de Lista USD\$	Código	Tipo de bomba	Tanque	Precio de Lista USD\$
5	19 (5)	STJX60-VW20	Jet 0.6	20 gals	616.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00
6	23 (6)	STJX60-VW20	Jet 0.6	20 gals	616.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00
7	27 (7)	STJX60-VW20	Jet 0.6	20 gals	616.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00	STJX80-VW20	Jet 0.8	20 gals	631.00
8	31 (8)									STJX100-VW32	Jet 1.0	32 gals	782.00
9	35 (9)					STJX100-VW32	Jet 1.0	32 gals	782.00	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00
10	38 (10)					STJX100-VW32	Jet 1.0	32 gals	782.00	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00
11	42 (11)					STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00	STJX120-VW44	Jet 1.2	44 gals	978.00
12	46 (12)	STJX100-VW32	Jet 1.0	32 gals	782.00	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00	STJX120-VW62	Jet 1.2	62 gals	1,043.00
13	50 (13)	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00	STJX120-VW62	Jet 1.2	62 gals	1,043.00
14	53 (14)	STJX100-VW44	Jet 1.0	44 gals	953.00	STJX120-VW44	Jet 1.2	44 gals	978.00	STJX120-VW62	Jet 1.2	62 gals	1,043.00
15	57 (15)	STJX120-VW44	Jet 1.2	44 gals	978.00	STJX120-VW62	Jet 1.2	62 gals	1,043.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00
16	61 (16)	STJX120-VW44	Jet 1.2	44 gals	978.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00
17	65 (17)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00
18	69 (18)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00
19	72 (19)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW86	Multi 1.2	86 gals	1,199.00
20	76 (20)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW86	Multi 1.2	86 gals	1,199.00
21	80 (21)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO200-VW119	Multi 2.0	119 gals	1,743.00
22	84 (22)	STO120-VW62	Multi 1.2	62 gals	1,112.00	STO200-VW119	Multi 2.0	119 gals	1,743.00	STO200-VW119	Multi 2.0	119 gals	1,743.00

- Las bombas están seleccionadas de acuerdo a la regla comunmente aceptada por los fabricantes de bombas norteamericanos que determina la demanda promedio de 1 gpm por toma de agua. Los tanques están seleccionados para mantener ciclos de operación de al menos 1 minuto.
- 1 baño completo equivale a 3 tomas, ½ baño equivale a 2 tomas.
- El sistema se entrega totalmente ensamblado e incluye: (1) bomba, (1) tanque presurizado, (1) base para soporte del tanque sobre la bomba, (1) interruptor de presión, (1) manómetro, (1) manguera flexible con conectores y (1) reducción para tanques con capacidad superior a 44 gals.

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**

## UNIDADES HIDRAULICAS MYERS PARA POZO PROFUNDO DE 4"

Unidad Hidráulica serie vaquero				
GPM	HP	Código	Precio de Lista USD\$	Válvula Check
12	½	N512R	205.00	integrada
	¾	N712R	271.00	integrada
	1	N1012R	242.00	integrada
20	½	N520R	204.00	integrada
	1	N1020R	236.00	integrada
25	1	N1025R	313.00	integrada

Unidad Completa con motor Franklin (3 cables)				
Fases/ Volts	Ensamble Bomba-Motor		Código	Un. Completa
	Código	Precio de Lista USD\$	Caja de Control	Precio de Lista USD\$
1/115	3NFL51-12	532.00	CJF5-1	609.00
1/230	3NFL52-12	532.00	CJF5-2	609.00
1/230	3NFL72-12	662.00	CJF7-2	746.00
1/230	3NFL102-12	648.00	CJF10-2	732.00
1/115	3NFL51-20	531.00	CJF5-1	608.00
1/230	3NFL52-20	531.00	CJF5-2	608.00
1/230	3NFL102-20	642.00	CJF10-2	726.00
1/230	3NFL102-25	719.00	CJF10-2	803.00

Unidad Hidráulica ACERO INOXIDABLE				
GPM	HP	Código	Precio de Lista USD\$	Válvula Check
10	½	S5-10	273.00	integrada
	1	S10-10	393.00	integrada
	1½	S15-10	500.00	integrada
	2	S20-10	675.00	integrada
	3	S30-10	858.00	integrada
16	½	S5-16	232.00	integrada
	1	S10-16	289.00	integrada
	1½	S15-16	421.00	integrada
	2	S20-16	496.00	integrada
	3	S30-16	627.00	integrada
	5	S50-16	832.00	integrada
25	½	S5-25	246.00	integrada
	1	S10-25	345.00	integrada
	1½	S15-25	368.00	integrada
	2	S20-25	443.00	integrada
	3	S30-25	488.00	integrada
	5	S50-25	743.00	integrada
	7½	S75-25	989.00	integrada
40	1½	S15-40	486.00	integrada
	2	S20-40	701.00	integrada
	3	S30-40	769.00	integrada
	5	S50-40	1,143.00	integrada
	7½	S75-40	1,465.00	integrada
	75	2	S20-75	574.00
	3	S30-75	619.00	integrada
	5	S50-75	1,204.00	integrada
	7½	S75-75	1,359.00	integrada

Unidad Hidráulica Series Vaquero y Ranger				
GPM	HP	Código	Precio de Lista USD\$	Código Válvula Check
25	1½	N1525R	403.00	integrada
	2	N2025R	426.00	integrada
	3	SS30-25	584.00	SCAP-20
	5	SS50-25	878.00	SCAP-20
	7½	SS75-25	1,235.00	SCAP-20
35	1	SS10-35	438.00	SCAP-20
	1½	SS15-35	455.00	SCAP-20
	2	SS20-35	499.00	SCAP-20
	3	SS30-35	552.00	SCAP-20
	5	SS50-35	842.00	SCAP-20
	7½	SS75-35	1,109.00	SCAP-20
50	1½	SS15-50	513.00	SCAP-20
	2	SS20-50	549.00	SCAP-20
	3	SS30-50	648.00	SCAP-20
	5	SS50-50	1,025.00	SCAP-20
	7½	SS75-50	1,444.00	SCAP-20
80	2	SS20-80	677.00	SCAP-20
	3	SS30-80	921.00	SCAP-20
	5	SS50-80	1,141.00	SCAP-20
	7½	SS75-80	1,637.00	SCAP-20

La serie Vaquero (códigos N...) posee descarga de 1½" NPT y válvula check integrada.  
 La serie Ranger (códigos SS...) posee descarga de 2" NPT y requiere una válvula check externa código SCAP-20  
 El precio de la unidad completa incluye: unidad hidráulica, motor, válvula check y caja de control en unidades monofásicas.  
 Favor de ordenar los componentes por separado y especificar el voltaje requerido.  
 Los componentes son entregados en empaques individuales.

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**



## BOMBAS SUMERGIBLES MYERS SERIE T PARA POZO PROFUNDO DE 6"

GPM	HP	Unidad Hidráulica		
		Código	Precio de Lista USD\$	Código Válvula Check
90	5	64T5-90	1,650.00	80MDI33
	7½	66T7-90	2,086.00	80MDI33
		64T7-90	2,019.00	
	10	66T10-90	2,516.00	80MDI33
	15	66T15-90	3,315.00	80MDI33
	20	66T20-90	4,114.00	80MDI33
	25	66T25-90	4,913.00	80MDI33
	30	66T30-90	5,912.00	80MDI33
120	5	64T5-120	1,450.00	80MDI33
	7½	66T7-120	1,717.00	80MDI33
		64T7-120	1,650.00	
	10	66T10-120	2,117.00	80MDI33
	15	66T15-120	2,716.00	80MDI33
	20	66T20-120	3,116.00	80MDI33
	25	66T25-120	3,914.00	80MDI33
	30	66T30-120	4,514.00	80MDI33
40	66T40-120	5,712.00	80MDI33	
170	5	64T5-170	1,465.00	80MDI44
	7½	66T7-170	1,710.00	80MDI44
		64T7-170	1,637.00	80MDI44
	10	66T10-170	1,934.00	80MDI44
	15	66T15-170	2,353.00	80MDI44
	20	66T20-170	2,769.00	80MDI44
	25	66T25-170	3,185.00	80MDI44
	30	66T30-170	3,601.00	80MDI44
40	66T40-170	4,433.00	80MDI44	
225	3	64T3-225	1,238.00	80MDI44
	7½	66T7-225	1,446.00	80MDI44
		64T7-225	1,446.00	80MDI44
	10	66T10-225	1,729.00	80MDI44
	15	66T15-225	2,145.00	80MDI44
	20	66T20-225	2,353.00	80MDI44
	25	66T25-225	2,769.00	80MDI44
	30	66T30-225	3,185.00	80MDI44
40	66T40-225	3,809.00	80MDI44	
50	66T50-225	4,433.00	80MDI44	
60	66T60-225	5,057.00	80MDI44	

GPM	HP	Unidad Hidráulica		
		Código	Precio de Lista USD\$	Código Válvula Check
300	5	64T5-300	1,245.00	80MDI44
	10	66T10-300	1,534.00	80MDI44
	15	66T15-300	1,749.00	80MDI44
	20	66T20-300	2,178.00	80MDI44
	25	66T25-300	2,393.00	80MDI44
	30	66T30-300	2,608.00	80MDI44
	40	66T40-300	3,252.00	80MDI44
	50	66T50-300	3,681.00	80MDI44
	60	66T60-300	4,326.00	80MDI44
	450	7½	66T7-450	1,262.00
64T7-450			1,262.00	
10		66T10-450	1,560.00	80MDI44
15		66T15-450	1,787.00	80MDI44
20		66T20-450	2,015.00	80MDI44
25		66T25-450	2,242.00	80MDI44
30		66T30-450	2,470.00	80MDI44
40		66T40-450	2,925.00	80MDI44
50		66T50-450	3,380.00	80MDI44
60		66T60-450	3,835.00	80MDI44

- Las series de 90 y 120 gpm poseen descarga de 3".
- Las series de 170, 225, 300 y 450 poseen descarga de 4".
- Toda la serie T requiere válvula check según código especificado.

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**

# BOMBAS SUMERGIBLES CAPRARI PARA POZO PROFUNDO DE 8 A 12"

## Unidades hidráulicas de 8" de diámetro

Gasto Nominal LPS (GPM)	HP	Modelo	# de Etapas	Diámetro Motor	Diámetro descarga	Precio de Lista USD\$
21.5 (340)	7½	S8S50-6/1A	1	6"	4"	1,959.00
	10	S8S50-6/2CD	2	6"	4"	2,349.00
	15	S8S50-6/3CCD	3	6"	4"	2,739.00
	20	S8S50-6/3I	3	6"	4"	2,739.00
	25	S8S50-6/4L	4	6"	4"	3,128.00
	30	S8S50-6/4A	4	6"	4"	3,128.00
	40	S8S50-6/6L	6	6"	4"	3,905.00
		S8S50-8/6L	6	8"	4"	4,113.00
	50	S8S50-6/7P	7	6"	4"	4,296.00
		S8S50-8/7P	7	8"	4"	4,502.00
	60	S8S50-6/8A	8	6"	4"	4,686.00
		S8S50-8/8A	8	8"	4"	4,892.00
	75	S8S50-8/10A	10	8"	4"	5,670.00
26 (412)	7½	S8S55-6/1C	1	6"	4"	1,959.00
	10	S8S55-6/1A	1	6"	4"	1,959.00
	15	S8S55-6/2C	2	6"	4"	2,349.00
	20	S8S55-6/2I	2	6"	4"	2,349.00
	25	S8S55-6/3W	3	6"	4"	2,739.00
	30	S8S55-6/3I	3	6"	4"	2,739.00
	40	S8S55-6/4K	4	6"	4"	3,128.00
		S8S55-8/4K	4	8"	4"	3,334.00
	50	S8S55-6/5P	5	6"	4"	3,518.00
		S8S55-8/5P	5	8"	4"	3,724.00
	60	S8S55-6/6P	6	6"	4"	3,908.00
		S8S55-8/6P	6	8"	4"	4,113.00
	75	S8S55-8/7A	7	8"	4"	4,503.00
	100	S8S55-8/9A	9	8"	4"	5,281.00

## Unidades hidráulicas de 9" de diámetro

Gasto Nominal LPS (GPM)	HP	Modelo	# de Etapas	Diámetro Motor	Diámetro descarga	Precio de Lista USD\$
32 (507)	10	S9S50-6/1D	1	6"	5"	2,433.00
	15	S9S50-6/1A	1	6"	5"	2,433.00
	20	S9S50-6/2D	2	6"	5"	2,922.00
	25	S9S50-6/2B	2	6"	5"	2,922.00
	30	S9S50-6/2A	2	6"	5"	2,922.00
	40	S9S50-6/3I	3	6"	5"	3,409.00
		S9S50-8/3I	3	8"	5"	4,176.00
	50	S9S50-6/4B	4	6"	5"	3,897.00
		S9S50-8/4B	4	8"	5"	4,665.00
	60	S9S50-6/4A	4	6"	5"	3,897.00
		S9S50-8/4A	4	8"	5"	4,665.00
	75	S9S50-8/6P	6	8"	5"	5,639.00
100	S9S50-8/7A	7	8"	5"	6,127.00	
40 (635)	15	S9S55-6/1CD	1	6"	5"	2,433.00
	20	S9S55-6/1A	1	6"	5"	2,433.00
	25	S9S55-6/2DE	2	6"	5"	2,922.00
	30	S9S55-6/2C	2	6"	5"	2,922.00
	40	S9S55-6/2A	2	6"	5"	2,922.00
		S9S55-8/2A	2	8"	5"	3,689.00
	50	S9S55-6/3L	3	6"	5"	3,409.00
		S9S55-8/3L	3	8"	5"	4,176.00
	60	S9S55-6/3A	3	6"	5"	3,409.00
		S9S55-8/3A	3	8"	5"	4,176.00
	75	S9S55-8/4A	4	8"	5"	4,665.00
	100	S9S55-8/5A	5	8"	5"	5,152.00
125	S9S55-8/6A	6	8"	5"	5,639.00	



Grupo Novem

## BOMBAS SUMERGIBLES CAPRARI PARA POZO PROFUNDO DE 8 A 12"

### Unidades hidráulicas de 10" de diámetro

Gasto Nominal LPS (GPM)	HP	Modelo	# de Etapas	Diámetro Motor	Diámetro descarga	Precio de Lista USD\$
54 (857)	15	S10S50-6/1L	1	6"	6"	3,712.00
	20	S10S50-6/1GH	1	6"	6"	3,712.00
	25	S10S50-6/1E	1	6"	6"	3,712.00
	30	S10S50-6/1C	1	6"	6"	3,712.00
	40	S10S50-6/2GH	2	6"	6"	4,430.00
		S10S50-8/2GH	2	8"	6"	4,650.00
	50	S10S50-6/2EF	2	6"	6"	4,430.00
		S10S50-8/2EF	2	8"	6"	4,650.00
	60	S10S50-6/2C	2	6"	6"	4,430.00
		S10S50-8/2C	2	8"	6"	4,650.00
	75	S10S50-8/2B	2	8"	6"	4,650.00
	100	S10S50-8/3B	3	8"	6"	5,368.00
	125	S10S50-8/4CD	4	8"	6"	6,061.00
	150	S10S50-8/4B	4	8"	6"	6,061.00
175	S10S50-8/5B	5	8"	6"	6,806.00	
200	S10S50-8/6C	6	8"	6"	7,524.00	
60 (952)	40	S10S55-6/2F	2	6"	6"	4,430.00
		S10S55-8/2F	2	8"	6"	4,650.00
	50	S10S55-6/2DE	2	6"	6"	4,430.00
		S10S55-8/2DE	2	8"	6"	4,650.00
	60	S10S55-6/2C	2	6"	6"	4,430.00
		S10S55-8/2C	2	8"	6"	4,650.00
	75	S10S55-8/2A	2	8"	6"	4,650.00
	100	S10S55-8/3K	3	8"	6"	5,368.00
	125	S10S55-8/4C	4	8"	6"	6,061.00
	150	S10S55-8/4A	4	8"	6"	6,061.00
	175	S10S55-8/5K	5	8"	6"	6,806.00

### Unidades hidráulicas de 12" de diámetro

Gasto Nominal LPS (GPM)	HP	Modelo	# de Etapas	Diámetro Motor	Diámetro descarga	Precio de Lista USD\$
66 (1,047)	25	S12S50-6/1FG	1	6"	6"	3,873.00
	30	S12S50-6/1E	1	6"	6"	3,873.00
	40	S12S50-6/1BC	1	6"	6"	3,873.00
		S12S50-8/1BC	1	8"	6"	4,116.00
	50	S12S50-6/1A	1	6"	6"	3,873.00
		S12S50-8/1A	1	8"	6"	4,116.00
	60	S12S50-6/2E	2	6"	6"	4,674.00
		S12S50-8/2E	2	8"	6"	4,919.00
	75	S12S50-8/2C	2	8"	6"	4,919.00
	100	S12S50-8/3D	3	8"	6"	5,726.00
	125	S12S50-8/3C	3	8"	6"	5,726.00
	150	S12S50-8/3A	3	8"	6"	5,726.00
	175	S12S50-8/4B	4	8"	6"	6,530.00
	200	S12S50-8/4A	4	8"	6"	6,530.00
80 (1,270)	40	S12S55-6/1F	1	6"	6"	3,873.00
		S12S55-8/1F	1	8"	6"	4,116.00
	50	S12S55-6/1DE	1	6"	6"	3,873.00
		S12S55-8/1DE	1	8"	6"	4,116.00
	60	S12S55-6/1BC	1	6"	6"	3,873.00
		S12S55-8/1BC	1	8"	6"	4,116.00
	75	S12S55-8/2F	2	8"	6"	4,919.00
	100	S12S55-8/2D	2	8"	6"	4,919.00
	125	S12S55-8/2B	2	8"	6"	4,919.00
	150	S12S55-8/3DDE	3	8"	6"	5,726.00
	175	S12S55-8/3B	3	8"	6"	5,726.00
200	S12S55-8/4D	4	8"	6"	6,530.00	

- Todas las unidades poseen válvula check integrada en la descarg

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso



**Grupo Novem**

## MOTORES SUMERGIBLES FRANKLIN

Motores				
	HP	Volts	Código	Precio de Lista USD\$
<b>Motores 4" Monofásicos (2 cables)</b>	½	115	S2JF51	377.00
		230	S2JF52	377.00
	¾	230	S2JF72	456.00
	1	230	S2JF102	486.00
	1½	230	S2JF152	634.00
<b>Motores 4" Monofásicos (3 cables)</b>	½	115	SJF51	327.00
		230	SJF52	327.00
	¾	230	SJF72	391.00
	1	115	SJF101	414.00
		230	SJF102	406.00
	1½	230	SJF152	521.00
	2	230	SJF2021	586.00
	3	230	SJF3021	907.00
	5	230	SJF5021	1,255.00
<b>Motores 4" Trifásicos</b>	½	230	SJF523	348.00
		460	SJF543	348.00
	¾	230	SJF723	380.00
		460	SJF743	380.00
	1	230	SJF1023	416.00
		460	SJF1043	416.00
	1½	230	SJF1523	469.00
		460	SJF1543	469.00
	2	230	SJF2023	510.00
		460	SJF2043	510.00
	3	230	SJF3023	726.00
		460	SJF3043	726.00
	5	230	SJF5023	1,132.00
		460	SJF5043	1,132.00
	7½	230	SJF7523	1,401.00
		460	SJF7543	1,401.00
	<b>Motores 6" Monofásicos</b>	7½	230	6F7231
10		230	6F10231	2,162.00
15		230	6F15231	2,797.00
<b>Motores 6" Trifásicos</b>	7½	230	6F7233	1,824.00
		460	6F7463	1,824.00
	10	230	6F10233	2,040.00
		460	6F10463	2,040.00
	15	230	6F15233	2,345.00
		460	6F15463	2,345.00
	20	230	6F20233	2,876.00
		460	6F20463	2,993.00
	25	230	6F25233	3,339.00
		460	6F25463	3,339.00
	30	230	6F30233	3,869.00
		460	6F30463	3,986.00
	40	460	6F40463	4,648.00
50	460	6F50463	5,909.00	
60	460	6F60463	7,035.00	
<b>Motores 8" Trifásicos</b>	40	460	8F40463	7,042.00
	50	460	8F50463	7,848.00
	60	460	8F60463	10,311.00
	75	460	8F75463	11,505.00
	100	460	8F100463	14,221.00
	125	460	8F125463	18,166.00
	150	460	8F150463	21,728.00
	175	460	8F175463	25,945.00
	200	460	8F200463	28,655.00

Cajas de Control	
Código	Precio de Lista USD\$

CJF5-1	77.00
CJF5-2	77.00
CJF7-2	84.00
CJF10-1	181.00
CJF10-2	84.00
CJF15-2	111.00
CJF2021	189.00
CJF3021	234.00
CJF5021	340.00

- La preparación para el sistema Subtrol es estándar para los motores de 40 HP y mayores

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**

## BOMBAS CAPRARI TIPO TURBINA VERTICAL DE 7 A 14"

### Ensamble de Cuerpo de Tazones

Modelo de tazones	Diám. del eje (mm)	Diám. de columna (pulg)	Presión max (PSI)	Peso (Kgs)		Precio de Lista USD\$	
				1a Etapa	Etapa Adic	1a Etapa	Etapa Adic
P7L	27	4	284	26	8.5	1,436.00	401.00
P7C						1,436.00	401.00
P8L						1,644.00	498.00
P8C	30	6	284	29	11	1,644.00	498.00
P9L						2,032.00	1,053.00
P9C						2,032.00	733.00
P10L	35	8	284	49	21	2,053.00	822.00
P10C						2,053.00	822.00
P12C						3,409.00	1,357.00
P14C	55	8	227	83.5	39	4,587.00	2,014.00

\*Cuerpo de tazones atornillados, construcción estándar en fundición de hierro

Modelo de Tazones	Válvula de Pie			Colador		
	Código	Peso en Kgs	Precio de Lista USD\$	Código	Peso en Kgs	Precio de Lista USD\$
P7L	VFA4	10	430.00	SU4	0.9	62.00
P7C				SU5	1.5	97.00
P8L				SU6	2.3	173.00
P8C	VFA5	14.5	600.00	SU8	3.5	222.00
P9L				SU9	4	264.00
P9C						
P10L	VFA6	24.5	1,060.00			
P10C						
P12C						
P14C	VFA8	44	1,792.00	SU8	3.5	222.00
	VFA9	65	2,301.00	SU9	4	264.00

\* Se recomienda el uso de la válvula de pie para longitudes de columna mayores a 10 m.

\* El precio de la válvula de pie incluye el colador

### Ensamble de columna ( Lubricada por producto)

Modelo	Diám. de Columna	Diámetro de Eje	Peso en Kgs	Precio de Lista USD\$
LA4/24	4"	24 mm	45	585.00
LA4/27		27 mm	48	620.00
LA6/24	6"	24 mm	70	900.00
LA6/30		30 mm	76	964.00
LA6/35		35 mm	83	1,023.00
LA8/30	8"	30 mm	102	1,349.00
LA8/40		40 mm	117	1,571.00
LA8/45		45 mm	126	2,013.00

El ensamble de columna incluye 3.05 m de tubería con extremos bridados, eje, acople, guía de eje, casquillo de eje cromado y cojinete de hule. El ensamble código LA8/45 se suministra en una longitud estándar de 2.50 m

### Cabezal de descarga

Modelo	Diám. de descarga	Max. PSI	Peso en Kgs	Precio de Lista USD\$
T4B4	DN100	227	122	2,984.00
T6B6	DN150		135	3,195.00
T6C6	DN150		176	5,626.00
T8C8	DN200		207	6,928.00

### Motor eléctrico vertical eje hueco 1800 RPM

Código	HP	Tensión	Armazón	BD (Pulg)	Empuje axial max	Peso (Kgs)	Precio de Lista USD\$
VEM-15-4-3-TP	15	230/460V	254TP	10	1140	135	2,397.00
VEM-20-4-3-TP	20	230/460V	256TP	10	1140	162	2,818.00
VEM-25-4-3-TP	25	230/460V	284TP	10	1600	200	3,063.00
VEM-30-4-3-TP	30	230/460V	286TP	10	1600	214	3,255.00
VEM-40-4-3-TP	40	230/460V	324TP	16.5	2100	285	3,502.00
VEM-50-4-3-TP	50	230/460V	326TP	16.5	2100	300	3,943.00
VEM-60-4-3-TP	60	230/460V	364TP	16.5	2800	415	5,838.00
VEM-75-4-3-TP	75	230/460V	365TP	16.5	2800	455	7,240.00
VEM-100-4-3-TP	100	230/460V	405TP	16.5	3200	615	9,257.00
VEM-100-4-3-TPE	100	230/460V	405TP	16.5	5500	615	10,276.00
VEM-125-4-3-TP	125	460V	444TP	16.5	3200	830	10,825.00
VEM-125-4-3-TPE	125	460V	444TP	16.5	5500	830	12,016.00
VEM-150-4-3-TP	150	460V	445TP	16.5	3200	850	11,334.00
VEM-150-4-3-TPE	150	460V	445TP	16.5	5500	850	12,582.00
VEM-200-4-3-TP	200	460V	447TP	16.5	3200	1000	13,233.00
VEM-200-4-3-TPE	200	460V	447TP	16.5	5500	1000	14,688.00
VEM-250-4-3-TP	250	460V	449TP	16.5	3200	1200	15,309.00
VEM-250-4-3-TPE	250	460V	449TP	16.5	5500	1200	16,994.00
VEM-300-4-3-TP	300	460V	449TP	16.5	5500	1250	16,228.00

Motor totalmente cerrado con ventilación exterior, trinquete de no retroceso, diseño NEMA B, temperatura ambiente de 40°C, servicio continuo para una elevación hasta 1000 m.s.n.m. Favor de consultarnos para motores no incluidos.

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**

## BOMBAS SUMERGIBLES MYERS PARA DESAGÜE Y AGUAS RESIDUALES

Paso de sólidos	HP	Fases	Código 115 V.	Código 230 V.	Código 460 V.	Operación	RPM	Diám. de descarga	Peso (kgs)	Precio de Lista USD\$	
1/4"	1/6	1	SPS-6			Automática	3450	1½"	7	207.00	
	1/4	1	SP25A1			Auto Piggy-back	3450	1½"	10	249.00	
3/4"	1/3	1	SSM33IPC-1			Auto Piggy-back	1550	1½"	12	297.00	
	4/10	1	ME40PC-1			Auto Piggy-back	1600	1½"	14	440.00	
	1/2	1	ME50S-11			Manual	3450	2"	34	1,064.00	
	1	1			ME100S-21		Manual	3450	2"	38	1,388.00
					ME100S-23	ME100S-43	Manual	3450	2"	38	1,481.00
	1½	1			ME150S-21		Manual	3450	2"	39	1,606.00
					ME150S-23	ME150S-43	Manual	3450	2"	39	1,670.00
2"	4/10	1	SRM4PC-1			Auto Piggy-back	1550	2"	19	470.00	
	1/2	1	MW50-11P			Auto Piggy-back	1625	2"	20	667.00	
	1	1			WHR10-21C		Manual	1750	2"	39	992.00
					MW100-21		Manual	3450	2"	39	1,138.00
					MW100-23	MW100-43	Manual	3450	2"	39	1,138.00
	2	1			MW200-21		Manual	3450	2"	40	1,223.00
					MW200-23	MW200-43	Manual	3450	2"	46	1,246.00
					3MW20M2-21		Manual	3450	3"	61	1,659.00
					3MW20M2-23	3MW20M2-43	Manual	3450	3"	61	1,575.00
	3	3			3MW30M2-23	3MW30M2-43	Manual	3450	3"	65	1,613.00
2½"	2	3			3MW20M4-23	3MW20M4-43	Manual	1750	3"	64	1,863.00
	3	1			3MW30M4-21		Manual	1750	3"	67	2,210.00
					3MW30M4-23	3MW30M4-43	Manual	1750	3"	67	2,056.00
					3WHV30M4-23	3WHV30M4-43	Manual	1750	3"	77	2,930.00
		3			3WHV50M4-23	3WHV50M4-43	Manual	1750	3"	77	3,249.00
3"	5	3			4WHV50M4-23	4WHV50M4-43	Manual	1750	4"	84	3,976.00
	7½	3			4WHV75M4-23	4WHV75M4-43	Manual	1750	4"	84	4,198.00
	10	3			4WHV100M4-23	4WHV100M4-43	Manual	1750	4"	84	4,408.00

## BOMBAS SUMERGIBLES TRITURADORAS MYERS

HP	Fases	Código 230 V.	Código 460 V.	Operación	RPM	Diám. de descarga	Peso (kgs)	Precio de Lista USD\$	
2	1	MG200-21		Manual	3450	1¼"	38	2,288.00	
		MG200-21P		Auto Piggy-back	3450	1¼"	39	2,244.00	
	3	WGL20-23	WGL20-43	Manual	3450	1¼"	37	2,856.00	
	3	1	WG20-21-15		Manual	3450	1¼"	34	3,234.00
			WG20-23-15	WG20-43-15	Manual	3450	1¼"	34	3,210.00
3	3	WG30-23-25	WG30-43-25	Manual	3450	2½"	100	6,795.00	
		WG30H-23-25	WG30H-43-25	Manual	3450	2½"	87	6,757.00	
5	3	WG50(H)-23-25	WG50(H)-43-25	Manual	3450	2½"	91	7,508.00	
7½	3	WG75H-23-25	WG75H-43-25	Manual	3450	2½"	91	7,827.00	

## SISTEMAS DE IZAJE PARA BOMBAS SUMERGIBLES MYERS

Para bombas series	Base-Codo		Guía de tubos		Cadena		Sistema Completo
	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$	Precio de Lista USD\$
ME / MW / WHR	SRA200	657.00	TRS-75	61.00	CP-75N	59.00	777.00
3MW	SRA300	1,385.00	TRS-75	61.00	CP-75N	59.00	1,505.00
3WHV	SRA-33	1,060.00	TRS-150	274.00	CP-5N	64.00	1,398.00
4WHV	SRA-4040	1,250.00	TRS-150	274.00	CP-5N	64.00	1,588.00
WG(L)20	SRA125	633.00	TRS-100	163.00	CP-75N	59.00	855.00
WG(H)	SRA-33-WG	1,112.00	TRS-150	274.00	CP-15N	162.00	1,548.00



**Grupo Novem**

## BOMBAS SUMERGIBLES CAPRARI PARA DESAGÜE Y AGUAS RESIDUALES

Paso de sólidos	HP	Fases	Código 115 V.	Código 230 V.	Código 460 V.	Operación	RPM	Diám. de descarga	Peso (kgs)	Precio de Lista USD\$
<b>Desagüe</b>	0.5	1	3XM-11F			Automática	3500	1¼"	8	456.00
	1	1	8XM-11F			Automática	3500	1½"	14	616.00
		1		8XM-21F		Automática	3500	1½"	14	517.00
		3		8XT-23	8XT-43	Manual	3500	1½"	14	476.00
	1.5	1		10M-21		Manual	3500	1½"	19	889.00
	1.8	3		15T-23	15T-43	Manual	3500	1½"	23	856.00
	2.7	3		20TAP-23	20TAP-43	Manual	3500	1½"	23	1,158.00
	2.7	3		20T-23	20T-43	Manual	3500	1½"	22	1,186.00
3.4	3		30T-23	30T-43	Manual	3500	2"	25	1,205.00	
<b>1-3/16" (30 mm)</b>	0.5	1	F45XM-11F			Automática	3500	1½"	13	562.00
	0.8	1	F62XM-11F			Automática	3500	1½"	13	588.00
	1.0	1	F82XM-11F			Automática	3500	1½"	13	655.00
		1		F82XM-21F		Automática	3500	1½"	13	551.00
		3		F82XT-23	F82XT-43	Manual	3500	1½"	13	544.00
<b>1½" (40 mm)</b>	1.2	1	F104M-11F			Automática	1750	2"	29	1,074.00
		1		F104M-21		Manual	1750	2"	29	996.00
		3		F104T-23	F104T-43	Manual	1750	2"	29	962.00
	1.7	1		F152MV-21		Manual	3500	2"	29	1,125.00
		3		F152TV-23	F152TV-43	Manual	3500	2"	29	1,070.00
<b>2" (50 mm)</b>	2.4	3		F202TV-23	F202TV-43	Manual	3500	2"	35	1,152.00
	2.5	3		F202T-23	F202T-43	Manual	3500	2"	35	1,342.00
<b>2½" (60 mm)</b>	3.4	3		F304/402-23	F304/402-43	Manual	1750	3"	65	2,580.00
<b>3" (75 mm)</b>	4.8	3		F404/412-23	F404/412-43	Manual	1750	3"	75	3,423.00

### Curvas correspondientes

Código	Curva/Referencia Caprari
3XM-11F	DSXN03M/G
8XM-11F	DSXN07M/G
8XM-21F	DSXN07M/G
8XT-23	DSXN07M/G
10M-21	DSAN07M/G
15T-23	DSAN11T
20T-23	DSAN20T
20TAP-23	DSAD15T
30T-23	DSAU22T
F45XM-11F	
F62XM-11F	MSXV06M2
F82XM-11F	MSXV07M2G
F82XM-21F	MSXV07M2G
F82XT-23	MSXV07T2
F104M-11	MSAV07M4
F104M-21	MSAV07M4
F104T-23	MSAV07T4
F152MV-21	MSAV11M2
F152TV-23	MSAV11T2
F202T-23	MSAM15T2
F202TV-23	MSAV15T2
F304/402-23	MSAV304/402
F404/412-23	MSAV404/412

\* Precios en Dólares, más I.V.A., sujetos a cambio sin previo aviso.



**Grupo Novem**



## ARRANCADORES

### Arrancadores a Tensión Plena

Arrancador magnético Clase 10 con estación de botones y caja en policarbonato IP65

HP	220 V.		440 V.	
	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$
1	ATP10-23	209.00	ATP10-43	209.00
1½	ATP15-23	209.00	ATP15-43	209.00
2	ATP20-23	209.00	ATP20-43	209.00
3	ATP30-23	274.00	ATP30-43	209.00
5	ATP50-23	274.00	ATP50-43	209.00
7½	ATP75-23	363.00	ATP75-43	274.00
10	ATP100-23	363.00	ATP100-43	274.00
15	ATP150-23	529.00	ATP150-43	363.00
20	ATP200-23	744.00	ATP200-43	363.00
25	ATP250-23	744.00	ATP250-43	529.00
30	ATP300-23	s/c	ATP300-43	529.00

s/c : Favor de consultarnos

### Arrancadores a Tensión Reducida

Arrancador termomagnético tipo autotransformador con interruptor termomagnético, gabinete NEMA 3R, transformador de control y voltmetro

HP	220 V.		440 V.	
	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$
15	ATR150-23	2,515.00	ATR150-43	2,272.00
20	ATR200-23	2,821.00	ATR200-43	2,272.00
25	ATR250-23	3,230.00	ATR250-43	2,645.00
30	ATR300-23	3,458.00	ATR300-43	2,645.00
40	ATR400-23	4,186.00	ATR400-43	2,957.00
50	ATR500-23	5,050.00	ATR500-43	3,409.00
60	ATR600-23	5,687.00	ATR600-43	3,670.00
75	ATR750-23	7,233.00	ATR750-43	4,333.00
100	ATR1000-23	7,765.00	ATR1000-43	5,366.00
125	ATR1250-23	9,213.00	ATR1250-43	5,817.00
150	ATR1500-23	10,023.00	ATR1500-43	7,952.00

## PANELES DE CONTROL PARA APLICACIÓN EN SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

Panel de control para operación alterna y simultánea con protección contra sobrecarga de motor, operación en seco, caída de fase y corto circuito y descargas en el control compuesto por: (n) Guardamotor con disparo clase 10; (n) Interruptor termomagnético (desde 25 amps), (n) contactores, (1) interruptor de circuito de control, (1) módulo de control DP-Control; (n) tabillitas de conexiones, (1) Juego de fusibles para circuito de control, (2) interruptor de presión N.C., (1) manómetro y (1) gabinete Nema 3R.

HP	DUPLEX				TRIPLEX			
	220 V.		440 V.		220 V.		440 V.	
	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista MN\$	Código	Precio de Lista USD\$
1	DPD10-23	1,991.00	DPD10-43	1,936.00	DPT10-23	2,317.00	DPT10-43	2,246.00
1½	DPD15-23	1,991.00	DPD15-43	1,936.00	DPT15-23	2,317.00	DPT15-43	2,246.00
2	DPD20-23	2,001.00	DPD20-43	1,936.00	DPT20-23	2,332.00	DPT20-43	2,246.00
3	DPD30-23	2,001.00	DPD30-43	1,936.00	DPT30-23	2,332.00	DPT30-43	2,246.00
5	DPD50-23	2,098.00	DPD50-43	1,946.00	DPT50-23	2,492.00	DPT50-43	2,273.00
7½	DPD75-23	2,303.00	DPD75-43	2,099.00	DPT75-23	3,471.00	DPT75-43	2,476.00
10	DPD100-23	3,123.00	DPD100-43	2,099.00	DPT100-23	3,804.00	DPT100-43	2,476.00
15	DPD150-23	3,557.00	DPD150-43	2,492.00	DPT150-23	4,627.00	DPT150-43	3,835.00
20	DPD200-23	3,833.00	DPD200-43	3,104.00	DPT200-23	5,196.00	DPT200-43	3,984.00
25	DPD250-23	4,074.00	DPD250-43	3,371.00	DPT250-23	5,340.00	DPT250-43	4,533.00
30	DPD300-23	4,406.00	DPD300-43	3,557.00	DPT300-23	6,877.00	DPT300-43	4,841.00

## PANELES DE CONTROL PARA APLICACIÓN EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES

Panel de control para operación alterna y simultánea con protección contra sobrecarga de motor, operación en seco, caída de fase y corto circuito y descargas en el control compuesto por: (n) Guardamotor con disparo clase 10; (n) Interruptor termomagnético (desde 25 amps), (n) contactores, (1) interruptor circuito de control, (1) módulo de control DP-Control; (n) tabillitas de conexiones, (1) Juego de fusibles para circuito de control, (3) interruptores de nivel N.A., (n) circuito de luz piloto para alarma de falla de sello y (1) luz piloto indicación de alto nivel, (1) circuito para sensor de temperatura y (1) gabinete metálico NEMA 3R.

HP	DUPLEX				TRIPLEX			
	220 V.		440 V.		220 V.		440 V.	
	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista USD\$	Código	Precio de Lista MN\$	Código	Precio de Lista USD\$
1	DPD10-23W	2,250.00	DPD10-43W	2,210.00	DPT10-23W	2,576.00	DPT10-43W	2,520.00
1½	DPD15-23W	2,250.00	DPD15-43W	2,210.00	DPT15-23W	2,576.00	DPT15-43W	2,520.00
2	DPD20-23W	2,260.00	DPD20-43W	2,210.00	DPT20-23W	2,591.00	DPT20-43W	2,520.00
3	DPD30-23W	2,260.00	DPD30-43W	2,210.00	DPT30-23W	2,591.00	DPT30-43W	2,520.00
5	DPD50-23W	2,357.00	DPD50-43W	2,220.00	DPT50-23W	2,751.00	DPT50-43W	2,547.00
7½	DPD75-23W	2,562.00	DPD75-43W	2,373.00	DPT75-23W	3,730.00	DPT75-43W	2,750.00
10	DPD100-23W	3,382.00	DPD100-43W	2,373.00	DPT100-23W	4,063.00	DPT100-43W	2,750.00
15	DPD150-23W	3,816.00	DPD150-43W	2,766.00	DPT150-23W	4,886.00	DPT150-43W	4,109.00
20	DPD200-23W	4,092.00	DPD200-43W	3,378.00	DPT200-23W	5,455.00	DPT200-43W	4,258.00
25	DPD250-23W	4,333.00	DPD250-43W	3,645.00	DPT250-23W	5,599.00	DPT250-43W	4,807.00
30	DPD300-23W	4,665.00	DPD300-43W	3,831.00	DPT300-23W	7,136.00	DPT300-43W	5,115.00

Favor de consultarnos para otras opciones y/o Paneles de Control no incluido

\* Precios en Dólares, más IVA, sujetos a cambio sin previo aviso



Grupo Novem



## ACCESORIOS

### Cable sumergible 1000 V. (Precios por metro)

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
Cable sumergible plano AWG 3x12	CN3X12	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x1C	CN3X10	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x8	CN3X8	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x6	CN3X6	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x4	CN3X4	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x2	CN3X2	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x1/C	CN3X1/0	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x2/C	CN3X2/0	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x3/C	CN3X3/0	ESPECIAL
Cable sumergible plano AWG 3x4/C	CN3X4/0	ESPECIAL

\* Aplicar un 10% adicional de descuento en compras por carretes de 500 o 1,000 mts.

### Conectores termocontráctiles

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
(4) conectores p/cable AWG 10 a 14	BSKEH50344	9.50
(4) conectores p/cable AWG 8	BSKEH50348	12.60
(4) conectores p/cable AWG 6	754K064	17.90
(4) conectores p/cable AWG 4	754K044	23.10
(4) conectores p/cable AWG 2	100K024	33.60

### Mangas inductoras de flujo

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
Bomba de 4", descarga de 1¼'	MIF41	68.30
Bomba de 4", descarga de 2'	MIF42	87.20
Bomba de 6", descarga de 3'	MIF63	216.00
Bomba de 6", descarga de 4'	MIF64	216.00
Bomba de 8", descarga de 6'	MIF86	459.00

### Manómetros

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
0-100 PSI, conexión ¼", carátula 2"	PG100	7.40
0-200 PSI, conexión ¼", carátula 2"	PG200	7.40
0-100 PSI, conexión posterior ¼'	70312	7.40

### Interruptores de Nivel

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
Interruptor flotante de nivel para agua limpia con cable de 2 mts.	HYDROS/2	17.00
Interruptor flotante de nivel para agua limpia con cable de 3 mts.	HYDROS/3	18.00
Interruptor flotante de nivel para agua limpia con cable de 5 mts.	HYDROS/5	20.00
Interruptor mecánico libre de mercurio con flotador de polipropileno, 6.10 m. de cable y clavija tipo piggy back. Para unidades monofásicas en 115 V. hasta 2 HP	MFS-20	119.00
Interruptor mecánico libre de mercurio con flotador de polipropileno, 6.10 m. de cable y clavija tipo piggy back. Para unidades monofásicas en 230 V. hasta 2 HP	MFS2-20	124.00
Interruptor de mercurio sellado en esfera de polipropileno, configuración normalmente abiert	SM25NO	94.50

\* Precios en Dólares, más IVA, sujetos a cambio sin previo aviso

### Válvulas

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
<b>Check vertical para descarga de bomba sumergible</b>		
1¼"H x 1¼"M, en acero inoxidable	SCAP-125	72.50
1½"H x 1½"M, en acero inoxidable	SCAP-15	76.70
2"H x 2"M, en acero inoxidable	SCAP-20	85.10
3"H x 3"M, en hierro dúctil	80MDI33	292.00
4"H x 4"M, en hierro dúctil	80MDI44	469.00
6"H x 6"M, en hierro dúctil	80MDI66	865.00

### Check vertical para coluSDa de bomba sumergible

3", en hierro dúctil	80DIX-3	311.00
4", en hierro dúctil	80DI-4	608.00
6", en hierro dúctil	80DIX-6	935.00
8", en hierro dúctil	80DI-8	2,716.00

### De alivio de presión

De 1", pre-ajustada a 75 PSI	PRVHD100	140.00
De 1¼", pre-ajustada a 75 PSI	PRVHD125	215.00

### De pie

1", en bronce	VF0001	7.70
1¼", en bronce	VF0114	10.20
1½", en bronce	VF0112	15.00
2", en bronce	VF0002	21.60

### Accesorios para ensamble de sistemas hidroneumáticos

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
Conector de 3 vías, en bronce	8310	6.90
Conector de 5 vías, en bronce	8311	6.90
Manguera flexible c/conector, 1"x 0.53 m	FLE002	25.20
Manguera flexible c/conector, 1"x 0.60 m	FLE003	26.30
Manguera flexible c/conector, 1"x 0.70 m	FLE004	27.30
Manguera flexible c/conector, 1"x 0.85 m	FLE005	30.50
Base de montaje, tanques Well-Mate	TTWX-11a	15.80
Base de montaje, tanques Myers	TTWX-11	15.80
Base de montaje, tanques Amtro	TTWX-11	15.80

### Interruptores de Presión

Descripción	Código	Precio de Lista USD\$
Square-D, 20-65 PSI	FSG2	21.20
Square-D, 40-100 PSI	FYG22	40.50
Square-D, 80-150 PSI	FYG32	56.70
Furnas, 20-40 PSI	FU69WA4	22.10
Furnas, 30-50 PSI	FU69WA4X311	22.10



Grupo Novem



## OTROS PRODUCTOS

Nuestra lista de precios incluye únicamente los productos que manejamos de línea; adicionalmente contamos con acuerdos comerciales para distribuir y brindar servicio autorizado de los siguientes productos:

**Myers**

- Bombas Sumergibles Inatascables (versión estándar y a prueba de explosión)
- Bombas Reciprocantes para Alta Presión
- Bombas Centrifugas Horizontales Norma ANSI
- Bombas Multietapas

**PUMPEX**

- Bombas Sumergibles Portátiles para Desagüe (Construcción en Aluminio y Acero Inoxidable)
- Bombas Sumergibles Portátiles para Lodos
- Bombas Sumergibles Inatascables en versiones de Cárcamo Húmedo,
- Cárcamo Seco y Portátil

**Vaughan**

- Bombas Demoledoras de Sólidos en todas las Configuraciones

**Fairbanks Morse Pump**

- Bombas Tipo Turbina Vertical
- Bombas de Carcasa Bipartida
- Bombas Centrifugas Horizontales
- Bombas Inatascables
- Bombas de Proceso
- Sistemas contra Incendio. Aprobados por NFPA

**DP-PUMPS**

- Sistemas de Presión Integrados, fabricados a la medida

**Well Mate**  
SISTEMAS DE AGUA  
**STRUCTURAL**  
GROUP

- Tanques de Retención
- Tanques de Contacto para Tratamiento de Agua
- Tanques de Presión

- Bombas Sumergibles Turbina Vertical hasta 24"
- Bombas Sumergibles Inatascables
- Bombas Multipasos para Alta Presión
- Bombas Sumergibles en Materiales Especiales



**Grupo Novem**

## TERMINOS Y CONDICIONES DE VENTA

**GRUPO NOVEM, S.A. DE C.V.** (En lo sucesivo denominada como la "Compañía") proporciona catálogos descriptivos, listas de precios y cotizaciones de los productos que comercializa a su distribuidor o cliente (en lo sucesivo el "Comprador") antes de que éste gire la orden de compra de dichos productos a la "Compañía". AL GIRAR UNA ORDEN DE COMPRA VERBAL O POR ESCRITO A LA "COMPAÑÍA", EL "COMPRADOR" ACEPTA LOS TERMINOS Y CONDICIONES DE VENTA AQUÍ DESCRITOS. CUALQUIER TERMINO DIFERENTE O ADICIONAL PROPUESTO POR EL "COMPRADOR" DEBE SER CONSIDERADO COMO RECHAZADO POR LA COMPAÑÍA SALVO QUE LA COMPAÑÍA LO ACEPTE POR ESCRITO DENTRO DE UN PERIODO DE DIEZ (10) DÍAS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE RECEPCIÓN Y LA ORDEN DE COMPRA GIRADA POR EL COMPRADOR. La Compañía ofrece vender dicho equipo al Comprador, sujeto a que su orden de compra constituya la aceptación de los términos y condiciones de venta de la Compañía descritas a continuación.

**ACEPTACION Y PAGO:** La Compañía posee el derecho de rechazar cualquier orden bajo cualquier razón, incluyendo, sin limitar a, la impropia o inadecuada calificación de crédito o cualquier incumplimiento por parte del Comprador a acuerdos anteriores con la Compañía.

Cualquier monto que no haya sido pagado por el Comprador a la Compañía bajo las condiciones acordadas causará el máximo interés mensual permitido por la Ley Mexicana vigente, en base a la tasa del mercado.

La Compañía posee el derecho, a su sola opción y discreción, de aplicar cualquier pago recibido del Comprador a saldos insolutos de facturas anteriores y/o cargos por intereses moratorios.

**PRECIOS E IMPUESTOS:** Todos los precios aplicables a los productos comercializados por la Compañía establecidos en la lista de precios y/o cualquier otro documento podrán ser ajustados de acuerdo a los costos de la Compañía vigentes al momento del embarque.

Salvo que se indique lo contrario, todos los precios son L.A.B. Monterrey, N.L., México, DF, Guadalajara, Jal, León, Gto., Puerto Vallarta, Jal., Hermosillo, Son., Cancún, Q.Roo, Tijuana, BCN, Mazatlán, Sin. Y Veracruz, Ver. La Compañía se reserva el derecho de modificar esta condición en cualquier momento, así como de elegir el punto de embarque a otros destinos de acuerdo a sus existencias de inventario. Cualquier responsabilidad, de la naturaleza que esta fuese, de la Compañía, cesa al entregar la mercancía a la empresa transportista, al Comprador o a su representante, aun cuando el flete sea pagado por la Compañía. En el supuesto de que presente mercancía dañada y/o faltante, el Comprador debe notificar por escrito a la Compañía sobre dicho asunto antes de aceptar como recibida dicha mercancía.

**TIEMPO DE ENTREGA:** Cualquier plazo de entrega de mercancía que pudiera ser especificada por la Compañía será considerada como una estimación aproximada y no como una obligación de la Compañía. El plazo de entrega correrá a partir de la fecha en que la Compañía reciba por parte del Comprador, la respectiva orden de compra y cualquier otro documento o información que la Compañía hubiese solicitado al Comprador tal como, pero no limitada a, pago anticipado o información técnica. La Compañía no asumirá ninguna responsabilidad directa ni indirecta, ni aceptará la cancelación de la orden de compra por razón de retraso en la entrega de la mercancía.

La Compañía se reserva el derecho de otorgar tiempos de entrega especiales, así como de solicitar anticipos para aceptar la orden de compra del Comprador. Lo anterior se aplica tanto para productos incluidos en la Lista de Precios, como para otros productos ofrecidos por la Compañía en otros documentos o mediante otros medios.

**CASO FORTUITO O DE FUERZA MAYOR:** La Compañía no será responsable por ningún retraso en la entrega debido a cualquier causa o condición fuera del control de la Compañía tales como, pero no limitadas a, huelgas u otras dificultades laborales, incendios, inundaciones, revuelta civil o guerra o de cualquier otra forma, por caso fortuito, de fuerza mayor.

**CAMBIOS EN EL DISEÑO DE LOS PRODUCTOS:** Los fabricantes de los productos que la Compañía comercializa poseen el derecho de realizar cualquier cambio en el diseño, construcción o presentación de los productos, si a su propia discreción, el fabricante determina que éstos cambios constituyen una mejora a los productos, especificaciones o diseños anteriormente desarrollados por el fabricante.

**GARANTIAS:** La Compañía otorgará las garantías de los productos que comercializa sujeto al cumplimiento de las políticas de garantía establecidas por el fabricante y a que los productos hayan sido correctamente instalados, operados y utilizados durante el período de garantía establecido por el fabricante. En ningún momento la Compañía será responsable por el costo de mano de obra o cualquier otro costo en el que incurra el Comprador al remover, reinstalar o alterar cualquier parte del producto que sea enviado a la Compañía para su reparación o cambio. La responsabilidad de la Compañía estará limitada expresamente a reparar o suministrar por reemplazo, a su discreción y libre de cargos al Comprador original, cualquier parte de cualquiera de sus productos en que se pruebe estar defectuoso en mano de obra o material. El Comprador deberá informar por escrito a la Compañía sobre tal supuesto en un plazo no mayor a los treinta (30) días de ocurrida la falla.

Fuera de lo anteriormente estipulado, La Compañía no será responsable ante el Comprador, ni ante ninguna otra tercera parte, en ningún caso por razón de daños consecuenciales, incidentales o especiales, provocados por o en cualquier manera relacionados con el producto, su diseño, su uso o su imposibilidad de uso incluyendo, sin estar limitado a, remover, reinstalar o alterar el producto, la transportación del producto desde y hasta el centro de servicio y/o daños consecuenciales o incidentales.

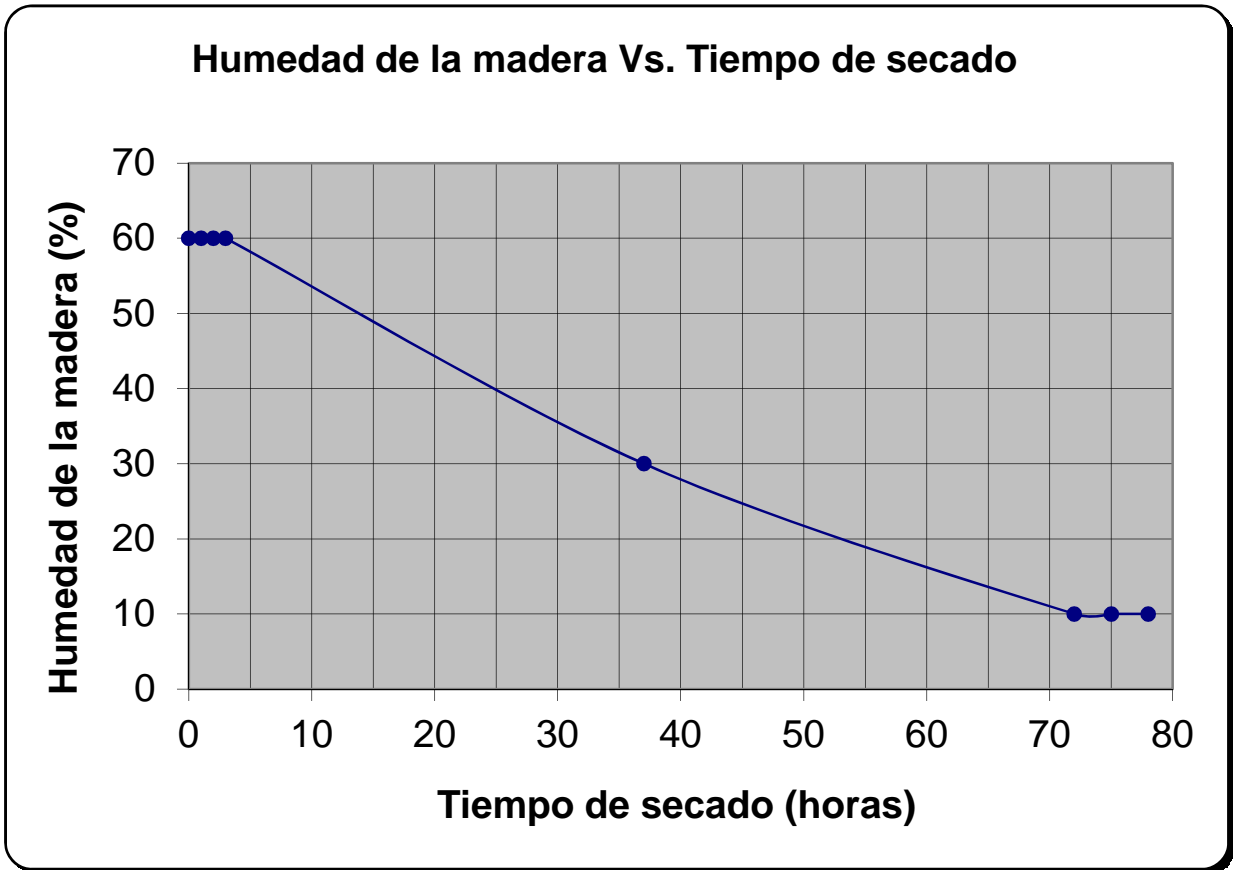
**CANCELACIONES:** Toda orden de compra puede ser cancelada total o parcialmente por el Comprador sujeto a que el Comprador pague a la Compañía la suma de cualquier y todo gasto en el que haya incurrido la Compañía relacionado con dicha orden, antes y después de la cancelación por parte del Comprador incluyendo, sin estar limitado a, el monto equivalente al costo de materiales, mano de obra, procesos administrativos, trabajo de ingeniería, trabajo en proceso y cualquier otro compromiso adquirido por la Compañía en relación a dicha orden, más un porcentaje razonable de utilidad basado en el monto total de dichos gastos. A partir de la fecha de notificación por escrito del deseo del Comprador de cancelar dicha orden de compra, la Compañía hará un esfuerzo razonable para minimizar el monto de dichos gastos.

**LEY APLICABLE Y TRIBUNAL COMPETENTE:** Los términos y condiciones aplicables a cualquier transacción entre la Compañía y el Comprador estarán sujetos a la jurisdicción y leyes del Estado de Nuevo León, México.



**Grupo Novem**

X	Y
0	60
1	60
2	60
3	60
37	30
72	10
75	10
78	10



### Para montaje mural.

Robusta construcción, motores montados sobre bancada solidaria al marco. Amplio surtido de unidades, gracias a las exclusivas hélices multi-caudal M.N.S. (Multiflow Novovent System) que facilitan su selección según consumo, nivel sonoro, caudal, tamaño, etc. Las hélices, de ángulo variable, se montan con 3, 4, 6, 9 ó 12 álabes.



### CARACTERÍSTICAS

- Motores Clase F. IP65 y klixon hasta 4 Kw. Potencias superiores IP55.
- Hélices de aluminio de perfil grueso.
- Marco de chapa de acero acabado en pintura epoxi.
- Temperatura de trabajo: -30°C hasta 70°C.
- Sentido del aire, motor hélice.
- OPCIONES: Bajo demanda; marco inox. o galvanizado en caliente. Frecuencia y tensiones distintas. Motores ATEX. Motores de 2 velocidades.

### APLICACIÓN

Industria en general, parkings, secaderos, centrales de cogeneración.

#### 400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 450 - 800 mm

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 4-450T 30-6	ACS445T306	450	5.600	0,80	0,18	62	•	•	•	•	•	322,69
AXIAN SOLID 4-450T 40-6	ACS445T406	450	7.400	0,90	0,25	65	•	•	•	•	•	325,53
AXIAN SOLID 4-450T 45-6	ACS445T456	450	8.600	1,27	0,37	66	•	•	•	•	•	339,75
AXIAN SOLID 4-560T 30-6	ACS456T306	560	13.000	2,20	0,75	70	•	•	•	•	•	461,68
AXIAN SOLID 4-560T 40-6	ACS456T406	560	14.000	3,00	1,10	71	•	•	•	•	•	508,98
AXIAN SOLID 4-560T 45-6	ACS456T456	560	17.000	3,60	1,50	72	•	•	•	•	•	530,57
AXIAN SOLID 4-630T 24-3	ACS463T243	630	13.500	1,56	0,55	73	•	•	•	•	•	499,47
AXIAN SOLID 4-630T 30-3	ACS463T303	630	16.000	2,20	0,75	74	•	•	•	•	•	509,93
AXIAN SOLID 4-630T 40-3	ACS463T403	630	19.500	3,00	1,10	75	•	•	•	•	•	523,46
AXIAN SOLID 4-630T 45-3	ACS463T453	630	21.000	3,60	1,50	76	•	•	•	•	•	584,24
AXIAN SOLID 4-630T 24-4	ACS463T244	630	14.000	2,20	0,75	74	•	•	•	•	•	545,04
AXIAN SOLID 4-630T 34-4	ACS463T344	630	19.000	3,00	1,10	75	•	•	•	•	•	563,98
AXIAN SOLID 4-630T 40-4	ACS463T404	630	21.000	3,60	1,50	76	•	•	•	•	•	589,19
AXIAN SOLID 4-630T 45-4	ACS463T454	630	23.000	5,90	2,20	77	•	•	•	•	•	663,76
AXIAN SOLID 4-630T 24-6	ACS463T246	630	14.500	2,20	0,75	75	•	•	•	•	•	584,24
AXIAN SOLID 4-630T 30-6	ACS463T306	450	17.000	3,00	1,10	76	•	•	•	•	•	603,18
AXIAN SOLID 4-630T 34-6	ACS463T346	630	19.500	3,60	1,50	77	•	•	•	•	•	628,35
AXIAN SOLID 4-630T 40-6	ACS463T406	630	22.000	5,90	2,20	78	•	•	•	•	•	689,61
AXIAN SOLID 4-630T 45-6	ACS463T456	630	24.500	6,90	3,00	79	•	•	•	•	•	701,08
AXIAN SOLID 4-710T 24-3	ACS471T243	710	20.000	2,20	0,75	77	•	•	•	•	•	568,23
AXIAN SOLID 4-710T 30-3	ACS471T303	710	22.500	3,00	1,10	78	•	•	•	•	•	603,18
AXIAN SOLID 4-710T 34-3	ACS471T343	710	25.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•	628,35
AXIAN SOLID 4-710T 45-3	ACS471T453	710	30.000	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•	781,29
AXIAN SOLID 4-710T 24-4	ACS471T244	710	21.000	3,00	1,10	78	•	•	•	•	•	626,21
AXIAN SOLID 4-710T 30-4	ACS471T304	710	24.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•	651,40
AXIAN SOLID 4-710T 34-4	ACS471T344	710	27.000	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•	829,69
AXIAN SOLID 4-710T 45-4	ACS471T454	710	32.500	6,90	3,00	81	•	•	•	•	•	864,26
AXIAN SOLID 4-710T 24-6	ACS471T246	710	20.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•	695,22
AXIAN SOLID 4-710T 30-6	ACS471T306	710	24.500	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•	756,47
AXIAN SOLID 4-710T 40-6	ACS471T406	710	32.000	6,90	3,00	81	•	•	•	•	•	787,64
AXIAN SOLID 4-710T 45-6	ACS471T456	710	35.000	9,40	4,00	82	•	•	•	•	•	872,66
AXIAN SOLID 4-800T 24-3	ACS480T243	800	21.500	3,00	1,10	81	•	•	•	•	•	831,36
AXIAN SOLID 4-800T 30-3	ACS480T303	800	24.000	3,60	1,50	82	•	•	•	•	•	856,52
AXIAN SOLID 4-800T 34-3	ACS480T343	800	28.000	5,90	2,20	83	•	•	•	•	•	828,74
AXIAN SOLID 4-800T 40-3	ACS480T403	800	31.000	6,90	3,00	84	•	•	•	•	•	909,99
AXIAN SOLID 4-800T 45-3	ACS480T453	800	34.500	9,40	4,00	85	•	•	•	•	•	1.041,34

### accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90





**400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 800 - 1.000 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 4-800T 24-4	ACS480T244	800	22.500	3,00	1,10	82	•	•	•	•	•	848,86
AXIAN SOLID 4-800T 30-4	ACS480T304	800	26.000	3,60	1,50	83	•	•	•	•	•	873,84
AXIAN SOLID 4-800T 34-4	ACS480T344	800	30.000	5,90	2,20	84	•	•	•	•	•	934,54
AXIAN SOLID 4-800T 40-4	ACS480T404	800	34.000	6,90	3,00	85	•	•	•	•	•	965,43
AXIAN SOLID 4-800T 45-4	ACS480T454	800	38.000	9,40	4,00	86	•	•	•	•	•	1.049,67
AXIAN SOLID 4-800T 24-6	ACS480T246	800	23.500	3,60	1,50	83	•	•	•	•	•	921,79
AXIAN SOLID 4-800T 30-6	ACS480T306	800	27.000	5,90	2,20	84	•	•	•	•	•	982,50
AXIAN SOLID 4-800T 34-6	ACS480T346	800	32.000	6,90	3,00	85	•	•	•	•	•	1.013,39
AXIAN SOLID 4-800T 40-6	ACS480T406	800	37.000	11,80	5,50	86	•	•	•	•	•	1.258,32
AXIAN SOLID 4-800T 45-6	ACS480T456	800	42.000	16,90	7,50	87	•	•	•	•	•	1.335,93
AXIAN SOLID 4-800T 24-9	ACS480T249	800	21.000	5,90	2,20	82	•	•	•	•	•	1.014,00
AXIAN SOLID 4-800T 30-9	ACS480T309	800	26.000	6,90	3,00	84	•	•	•	•	•	1.114,00
AXIAN SOLID 4-800T 34-9	ACS480T349	800	30.000	9,40	4,00	85	•	•	•	•	•	1.255,00
AXIAN SOLID 4-800T 40-9	ACS480T409	800	37.100	11,80	5,50	86	•	•	•	•	•	1.384,00
AXIAN SOLID 4-800T 45-9	ACS480T459	800	42.300	16,90	7,50	87	•	•	•	•	•	1.470,00
AXIAN SOLID 4-800T 24-12	ACS480T241	800	18.572	6,90	3,00	80	•	•	•	•	•	1.086,61
AXIAN SOLID 4-800T 30-12	ACS480T301	800	25.072	9,40	4,00	83	•	•	•	•	•	1.224,29
AXIAN SOLID 4-800T 34-12	ACS480T341	800	30.600	11,80	5,50	85	•	•	•	•	•	1.317,75
AXIAN SOLID 4-800T 40-12	ACS480T401	800	37.144	16,90	7,50	86	•	•	•	•	•	1.453,20
AXIAN SOLID 4-800T 45-12	ACS480T451	800	42.716	22,60	11,00	87	•	•	•	•	•	1.628,35
AXIAN SOLID 4-900T 24-3	ACS490T243	900	31.700	5,90	2,20	84	•	•	•	•	•	998,45
AXIAN SOLID 4-900T 30-3	ACS490T303	900	39.000	6,90	3,00	85	•	•	•	•	•	1.029,38
AXIAN SOLID 4-900T 34-3	ACS490T343	900	44.300	9,40	4,00	86	•	•	•	•	•	1.123,55
AXIAN SOLID 4-900T 40-3	ACS490T403	900	51.560	11,80	5,50	87	•	•	•	•	•	1.274,28
AXIAN SOLID 4-900T 45-3	ACS490T453	900	56.800	16,90	7,50	88	•	•	•	•	•	1.351,93
AXIAN SOLID 4-900T 24-4	ACS490T244	900	32.500	5,90	2,20	85	•	•	•	•	•	1.025,86
AXIAN SOLID 4-900T 30-4	ACS490T304	900	40.700	6,90	3,00	87	•	•	•	•	•	1.056,79
AXIAN SOLID 4-900T 40-4	ACS490T404	900	54.900	11,80	5,50	91	•	•	•	•	•	1.301,67
AXIAN SOLID 4-900T 45-4	ACS490T454	900	61.200	16,90	7,50	93	•	•	•	•	•	1.379,34
AXIAN SOLID 4-900T 24-6	ACS490T246	900	33.100	6,90	3,00	86	•	•	•	•	•	1.164,12
AXIAN SOLID 4-900T 30-6	ACS490T306	900	41.600	9,40	4,00	88	•	•	•	•	•	1.193,53
AXIAN SOLID 4-900T 40-6	ACS490T406	900	58.700	16,90	7,50	92	•	•	•	•	•	1.431,85
AXIAN SOLID 4-900T 45-6	ACS490T456	900	66.300	22,60	11,00	94	•	•	•	•	•	1.765,28
AXIAN SOLID 4-900T 24-9	ACS490T249	900	34.200	9,40	4,00	86	•	•	•	•	•	1.254,00
AXIAN SOLID 4-900T 30-9	ACS490T309	900	38.600	11,80	5,50	87	•	•	•	•	•	1.401,00
AXIAN SOLID 4-900T 34-9	ACS490T349	900	41.400	16,90	7,50	88	•	•	•	•	•	1.548,00
AXIAN SOLID 4-900T 40-9	ACS490T409	900	61.800	22,60	11,00	91	•	•	•	•	•	1.957,00
AXIAN SOLID 4-900T 45-9	ACS490T459	900	63.500	31,00	15,00	92	•	•	•	•	•	2.247,00
AXIAN SOLID 4-900T 24-12	ACS490T241	900	26.400	11,80	5,50	84	•	•	•	•	•	1.574,00
AXIAN SOLID 4-900T 30-12	ACS490T301	900	35.698	16,90	7,50	87	•	•	•	•	•	1.646,00
AXIAN SOLID 4-900T 40-12	ACS490T401	900	52.800	22,60	11,00	91	•	•	•	•	•	2.030,00
AXIAN SOLID 4-900T 45-12	ACS490T451	900	60.820	31,00	15,00	92	•	•	•	•	•	2.205,00
AXIAN SOLID 4-1000T 24-3	ACS410T243	1.000	46.000	6,90	3,00	92	•	•	•	•	•	1.184,72
AXIAN SOLID 4-1000T 30-3	ACS410T303	1.000	53.500	9,40	4,00	93	•	•	•	•	•	1.202,68
AXIAN SOLID 4-1000T 34-3	ACS410T343	1.000	61.000	11,80	5,50	94	•	•	•	•	•	1.363,34
AXIAN SOLID 4-1000T 45-3	ACS410T453	1.000	78.000	22,60	11,00	95	•	•	•	•	•	1.774,40
AXIAN SOLID 4-1000T 24-4	ACS410T244	1.000	46.500	9,40	4,00	92	•	•	•	•	•	1.232,34
AXIAN SOLID 4-1000T 30-4	ACS410T304	1.000	55.800	11,80	5,50	93	•	•	•	•	•	1.393,03
AXIAN SOLID 4-1000T 34-4	ACS410T344	1.000	65.300	16,90	7,50	94	•	•	•	•	•	1.470,70
AXIAN SOLID 4-1000T 40-4	ACS410T404	1.000	75.300	22,60	11,00	95	•	•	•	•	•	1.804,09
AXIAN SOLID 4-1000T 45-4	ACS410T454	1.000	83.900	31,00	15,00	96	•	•	•	•	•	1.993,62
AXIAN SOLID 4-1000T 24-6	ACS410T246	1.000	47.000	9,40	5,50	92	•	•	•	•	•	1.507,21
AXIAN SOLID 4-1000T 30-6	ACS410T306	1.000	57.100	16,90	7,50	93	•	•	•	•	•	1.678,47
AXIAN SOLID 4-1000T 34-6	ACS410T346	1.000	68.500	22,60	11,00	94	•	•	•	•	•	1.918,27
AXIAN SOLID 4-1000T 40-6	ACS410T406	1.000	80.000	31,00	15,00	95	•	•	•	•	•	2.226,56
AXIAN SOLID 4-1000T 45-6	ACS410T456	1.000	90.900	37,00	18,50	96	•	•	•	•	•	2.352,17
AXIAN SOLID 4-1000T 24-9	ACS410T249	1.000	41.500	16,90	7,50	90	•	•	•	•	•	1.846,00
AXIAN SOLID 4-1000T 34-9	ACS410T349	1.000	72.000	22,60	11,00	92	•	•	•	•	•	2.449,00
AXIAN SOLID 4-1000T 40-9	ACS410T409	1.000	76.200	37,00	18,50	94	•	•	•	•	•	2.587,00
AXIAN SOLID 4-1000T 45-9	ACS410T459	1.000	87.100	42,00	22,00	95	•	•	•	•	•	2.787,00
AXIAN SOLID 4-1000T 24-12	ACS410T241	1.000	36.300	22,60	11,00	88	•	•	•	•	•	2.324,80
AXIAN SOLID 4-1000T 34-12	ACS410T341	1.000	60.000	31,00	15,00	92	•	•	•	•	•	2.504,87
AXIAN SOLID 4-1000T 40-12	ACS410T401	1.000	72.500	43,00	18,50	95	•	•	•	•	•	2.767,47
AXIAN SOLID 4-1000T 45-12	ACS410T451	1.000	83.400	58,00	22,00	96	•	•	•	•	•	2.908,84

accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90



**400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 1.250 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 4-1250T 24-3	ACS412T243	1.250	87.000	22,60	11,00	92	•	•	•	•	1.922,92	
AXIAN SOLID 4-1250T 30-3	ACS412T303	1.250	105.000	31,00	15,00	93	•	•	•	•	2.131,24	
AXIAN SOLID 4-1250T 34-3	ACS412T343	1.250	118.600	37,00	18,50	94	•	•	•	•	2.400,14	
AXIAN SOLID 4-1250T 40-3	ACS412T403	1.250	138.000	58,00	30,00	95	•	•	•	•	2.764,98	
AXIAN SOLID 4-1250T 45-3	ACS412T453	1.250	152.000	75,00	37,00	96	•	•	•	•	2.935,38	
AXIAN SOLID 4-1250T 24-4	ACS412T244	1.250	88.000	22,60	11,00	92	•	•	•	•	2.064,15	
AXIAN SOLID 4-1250T 30-4	ACS412T304	1.250	109.000	37,00	18,50	92	•	•	•	•	2.493,76	
AXIAN SOLID 4-1250T 34-4	ACS412T344	1.250	127.500	43,00	22,00	93	•	•	•	•	2.582,88	
AXIAN SOLID 4-1250T 40-4	ACS412T404	1.250	147.000	58,00	30,00	94	•	•	•	•	2.885,93	
AXIAN SOLID 4-1250T 45-4	ACS412T454	1.250	163.900	85,00	45,00	96	•	•	•	•	4.524,86	
AXIAN SOLID 4-1250T 24-6	ACS412T246	1.250	90.000	31,00	15,00	93	•	•	•	•	2.369,94	
AXIAN SOLID 4-1250T 30-6	ACS412T306	1.250	115.600	43,00	22,00	94	•	•	•	•	2.680,32	
AXIAN SOLID 4-1250T 34-6	ACS412T346	1.250	133.700	58,00	30,00	95	•	•	•	•	2.725,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 40-6	ACS412T406	1.250	157.000	85,00	45,00	96	•	•	•	•	4.750,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 45-6	ACS412T456	1.250	177.500	104,00	55,00	98	•	•	•	•	5.850,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 24-9	ACS412T249	1.250	88.800	35,00	18,50	96	•	•	•	•	2.500,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 34-9	ACS412T349	1.250	131.600	57,00	30,00	97	•	•	•	•	2.600,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 40-9	ACS412T409	1.250	159.000	81,00	45,00	98	•	•	•	•	4.988,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 45-9	ACS412T459	1.250	178.700	140,00	75,00	99	•	•	•	•	8.890,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 24-12	ACS412T241	1.250	88.000	43,00	22,00	95	•	•	•	•	2.655,35	
AXIAN SOLID 4-1250T 30-12	ACS412T301	1.250	104.000	60,00	30,00	96	•	•	•	•	2.799,65	
AXIAN SOLID 4-1250T 34-12	ACS412T341	1.250	130.000	68,00	37,00	97	•	•	•	•	2.924,53	
AXIAN SOLID 4-1250T 40-12	ACS412T401	1.250	160.500	103,00	55,00	98	•	•	•	•	6.435,00	
AXIAN SOLID 4-1250T 45-12	ACS412T451	1.250	180.200	134,00	75,00	99	•	•	•	•	9.335,00	

**400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 450 - 800 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 6-450T 40-6	ACS645T406	450	5.000	0,40	0,09	55	•	•	•	•	361,04	
AXIAN SOLID 6-450T 45-6	ACS645T456	450	6.000	0,45	0,12	56	•	•	•	•	368,57	
AXIAN SOLID 6-560T 30-6	ACS656T306	560	7.500	0,40	0,18	59	•	•	•	•	369,95	
AXIAN SOLID 6-560T 34-6	ACS656T346	560	9.000	0,45	0,25	60	•	•	•	•	479,57	
AXIAN SOLID 6-560T 45-6	ACS656T456	560	11.300	0,75	0,37	61	•	•	•	•	506,97	
AXIAN SOLID 6-630T 30-3	ACS663T303	630	10.100	0,75	0,18	61	•	•	•	•	498,99	
AXIAN SOLID 6-630T 34-3	ACS663T343	630	11.300	0,90	0,25	63	•	•	•	•	500,12	
AXIAN SOLID 6-630T 45-3	ACS663T453	630	13.300	1,41	0,37	64	•	•	•	•	541,22	
AXIAN SOLID 6-630T 24-4	ACS663T244	630	8.800	0,75	0,18	61	•	•	•	•	519,54	
AXIAN SOLID 6-630T 34-4	ACS663T344	630	10.400	0,90	0,25	63	•	•	•	•	530,80	
AXIAN SOLID 6-630T 40-4	ACS663T404	630	13.300	1,41	0,37	64	•	•	•	•	544,68	
AXIAN SOLID 6-630T 45-4	ACS663T454	630	14.400	1,63	0,55	66	•	•	•	•	616,58	
AXIAN SOLID 6-630T 24-6	ACS663T246	630	9.100	0,90	0,25	63	•	•	•	•	569,65	
AXIAN SOLID 6-630T 30-6	ACS663T306	630	10.800	1,41	0,37	64	•	•	•	•	583,49	
AXIAN SOLID 6-630T 40-6	ACS663T406	630	14.000	1,63	0,55	66	•	•	•	•	601,38	
AXIAN SOLID 6-630T 45-6	ACS663T456	630	15.800	2,20	0,75	67	•	•	•	•	646,66	
AXIAN SOLID 6-710T 24-3	ACS671T243	710	12.700	0,90	0,25	62	•	•	•	•	569,65	
AXIAN SOLID 6-710T 30-3	ACS671T303	710	14.500	1,41	0,37	63	•	•	•	•	583,49	
AXIAN SOLID 6-710T 34-3	ACS671T343	710	17.500	1,63	0,55	65	•	•	•	•	623,44	
AXIAN SOLID 6-710T 45-3	ACS671T453	710	19.000	2,20	0,75	66	•	•	•	•	645,58	
AXIAN SOLID 6-710T 24-4	ACS671T244	710	13.000	1,41	0,37	64	•	•	•	•	606,34	
AXIAN SOLID 6-710T 30-4	ACS671T304	710	17.300	1,63	0,55	66	•	•	•	•	624,19	
AXIAN SOLID 6-710T 34-4	ACS671T344	710	19.000	2,20	0,75	67	•	•	•	•	669,51	
AXIAN SOLID 6-710T 45-4	ACS671T454	710	20.600	3,20	1,10	68	•	•	•	•	713,36	
AXIAN SOLID 6-710T 24-6	ACS671T246	710	13.300	1,41	0,37	65	•	•	•	•	649,74	
AXIAN SOLID 6-710T 30-6	ACS671T306	710	15.750	1,63	0,55	66	•	•	•	•	667,59	
AXIAN SOLID 6-710T 40-6	ACS671T406	710	18.300	2,20	0,75	68	•	•	•	•	712,91	
AXIAN SOLID 6-710T 45-6	ACS671T456	710	22.500	3,20	1,10	68	•	•	•	•	756,76	
AXIAN SOLID 6-800T 24-3	ACS680T243	800	14.900	0,90	0,25	66	•	•	•	•	795,74	
AXIAN SOLID 6-800T 30-3	ACS680T303	800	17.600	1,41	0,37	67	•	•	•	•	809,57	
AXIAN SOLID 6-800T 34-3	ACS680T343	800	20.100	1,63	0,55	68	•	•	•	•	827,45	
AXIAN SOLID 6-800T 40-3	ACS680T403	800	23.300	2,20	0,75	69	•	•	•	•	828,74	
AXIAN SOLID 6-800T 45-3	ACS680T453	800	25.600	3,20	1,10	70	•	•	•	•	848,63	

accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90





**400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 800 - 1.000 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 6-800T 24-4	ACS680T244	800	15.000	1,41	0,37	67	•	•	•	•	•	807,79
AXIAN SOLID 6-800T 30-4	ACS680T304	800	18.300	1,63	0,55	68	•	•	•	•	•	825,07
AXIAN SOLID 6-800T 34-4	ACS680T344	800	21.500	2,20	0,75	69	•	•	•	•	•	901,68
AXIAN SOLID 6-800T 45-4	ACS680T454	800	27.600	3,20	1,10	71	•	•	•	•	•	911,36
AXIAN SOLID 6-800T 24-6	ACS680T246	800	15.100	1,41	0,37	69	•	•	•	•	•	854,20
AXIAN SOLID 6-800T 30-6	ACS680T306	800	18.800	2,20	0,75	70	•	•	•	•	•	915,33
AXIAN SOLID 6-800T 34-6	ACS680T346	800	26.500	3,20	1,10	71	•	•	•	•	•	928,19
AXIAN SOLID 6-800T 45-6	ACS680T456	800	29.900	4,30	1,50	72	•	•	•	•	•	934,83
AXIAN SOLID 6-800T 24-9	ACS680T249	800	13.700	2,20	0,75	66	•	•	•	•	•	882,00
AXIAN SOLID 6-800T 30-9	ACS680T309	800	17.800	3,20	1,10	70	•	•	•	•	•	921,00
AXIAN SOLID 6-800T 34-9	ACS680T349	800	23.400	4,30	1,50	69	•	•	•	•	•	996,00
AXIAN SOLID 6-800T 40-9	ACS680T409	800	26.000	5,50	2,20	71	•	•	•	•	•	1.144,00
AXIAN SOLID 6-800T 45-9	ACS680T459	800	29.100	5,80	3,00	72	•	•	•	•	•	1.175,00
AXIAN SOLID 6-800T 24-12	ACS680T2412	800	12.400	2,80	1,10	64	•	•	•	•	•	968,94
AXIAN SOLID 6-800T 34-12	ACS680T3412	800	20.400	3,80	1,50	68	•	•	•	•	•	1.047,72
AXIAN SOLID 6-800T 40-12	ACS680T4012	800	24.800	5,80	2,20	70	•	•	•	•	•	1.204,28
AXIAN SOLID 6-800T 45-12	ACS680T4512	800	28.500	7,10	3,00	71	•	•	•	•	•	1.236,77
AXIAN SOLID 6-900T 24-3	ACS690T243	900	21.400	1,63	0,55	69	•	•	•	•	•	886,96
AXIAN SOLID 6-900T 30-3	ACS690T303	900	25.100	2,20	0,75	71	•	•	•	•	•	930,77
AXIAN SOLID 6-900T 34-3	ACS690T343	900	28.600	3,20	1,10	73	•	•	•	•	•	973,20
AXIAN SOLID 6-900T 40-3	ACS690T403	900	33.200	4,30	1,50	75	•	•	•	•	•	1.014,37
AXIAN SOLID 6-900T 45-3	ACS690T453	900	36.500	5,50	2,20	77	•	•	•	•	•	1.117,52
AXIAN SOLID 6-900T 24-4	ACS690T244	900	21.500	1,63	0,55	73	•	•	•	•	•	913,48
AXIAN SOLID 6-900T 30-4	ACS690T304	900	30.600	3,20	1,10	75	•	•	•	•	•	999,73
AXIAN SOLID 6-900T 40-4	ACS690T404	900	35.400	4,30	1,50	77	•	•	•	•	•	1.068,42
AXIAN SOLID 6-900T 45-4	ACS690T454	900	39.300	5,50	2,20	78	•	•	•	•	•	1.204,67
AXIAN SOLID 6-900T 24-6	ACS690T246	900	21.600	2,20	0,75	75	•	•	•	•	•	1.008,16
AXIAN SOLID 6-900T 30-6	ACS690T306	900	26.800	3,20	1,10	76	•	•	•	•	•	1.050,58
AXIAN SOLID 6-900T 34-6	ACS690T346	900	32.000	4,30	1,50	77	•	•	•	•	•	1.119,24
AXIAN SOLID 6-900T 40-6	ACS690T406	900	37.700	5,50	2,20	78	•	•	•	•	•	1.255,52
AXIAN SOLID 6-900T 45-6	ACS690T456	900	42.600	5,80	3,00	79	•	•	•	•	•	1.325,98
AXIAN SOLID 6-900T 24-9	ACS690T249	900	20.500	4,30	1,50	73	•	•	•	•	•	1.188,00
AXIAN SOLID 6-900T 34-9	ACS690T349	900	30.500	5,50	2,20	75	•	•	•	•	•	1.345,00
AXIAN SOLID 6-900T 40-9	ACS690T409	900	36.400	9,50	4,00	76	•	•	•	•	•	1.606,00
AXIAN SOLID 6-900T 45-9	ACS690T459	900	41.500	12,80	5,50	77	•	•	•	•	•	1.689,00
AXIAN SOLID 6-900T 30-12	ACS690T3012	900	23.800	5,50	2,20	77	•	•	•	•	•	1.415,61
AXIAN SOLID 6-900T 34-12	ACS690T3412	900	29.000	7,10	3,00	78	•	•	•	•	•	1.590,88
AXIAN SOLID 6-900T 40-12	ACS690T4012	900	35.000	9,40	4,00	78	•	•	•	•	•	1.689,50
AXIAN SOLID 6-900T 45-12	ACS690T4512	900	40.500	12,90	5,50	79	•	•	•	•	•	1.778,49
AXIAN SOLID 6-1000T 24-3	ACS610T243	1.000	29.200	2,20	0,75	75	•	•	•	•	•	1.016,97
AXIAN SOLID 6-1000T 30-3	ACS610T303	1.000	34.300	3,20	1,10	76	•	•	•	•	•	1.059,40
AXIAN SOLID 6-1000T 34-3	ACS610T343	1.000	39.100	4,30	1,50	77	•	•	•	•	•	1.128,09
AXIAN SOLID 6-1000T 40-3	ACS610T403	1.000	45.500	5,50	2,20	78	•	•	•	•	•	1.239,45
AXIAN SOLID 6-1000T 45-3	ACS610T453	1.000	50.000	5,80	3,00	80	•	•	•	•	•	1.476,16
AXIAN SOLID 6-1000T 24-4	ACS610T244	1.000	29.500	3,20	1,10	75	•	•	•	•	•	1.088,14
AXIAN SOLID 6-1000T 30-4	ACS610T304	1.000	35.700	4,30	1,50	76	•	•	•	•	•	1.156,80
AXIAN SOLID 6-1000T 34-4	ACS610T344	1.000	41.900	5,50	2,20	77	•	•	•	•	•	1.328,37
AXIAN SOLID 6-1000T 40-4	ACS610T404	1.000	48.400	5,80	3,00	78	•	•	•	•	•	1.504,86
AXIAN SOLID 6-1000T 45-4	ACS610T454	1.000	53.000	9,50	4,00	81	•	•	•	•	•	1.542,32
AXIAN SOLID 6-1000T 24-6	ACS610T246	1.000	29.700	3,20	1,10	75	•	•	•	•	•	1.143,40
AXIAN SOLID 6-1000T 30-6	ACS610T306	1.000	36.700	5,50	2,20	76	•	•	•	•	•	1.348,34
AXIAN SOLID 6-1000T 34-6	ACS610T346	1.000	43.900	5,80	3,00	78	•	•	•	•	•	1.560,12
AXIAN SOLID 6-1000T 40-6	ACS610T406	1.000	51.600	9,50	4,00	80	•	•	•	•	•	1.646,15
AXIAN SOLID 6-1000T 45-6	ACS610T456	1.000	57.400	12,80	5,50	82	•	•	•	•	•	1.723,79
AXIAN SOLID 6-1000T 30-9	ACS610T309	900	34.600	5,80	3,00	77	•	•	•	•	•	1.641,00
AXIAN SOLID 6-1000T 34-9	ACS610T349	900	41.900	9,50	4,00	78	•	•	•	•	•	1.708,00
AXIAN SOLID 6-1000T 40-9	ACS610T409	900	49.900	12,80	5,50	79	•	•	•	•	•	1.771,00
AXIAN SOLID 6-1000T 45-9	ACS610T459	900	54.500	17,00	7,50	81	•	•	•	•	•	2.238,00
AXIAN SOLID 6-1000T 24-12	ACS610T241	1.000	24.000	7,10	3,00	77	•	•	•	•	•	1.727,01
AXIAN SOLID 6-1000T 30-12	ACS610T301	1.000	32.700	9,40	4,00	78	•	•	•	•	•	1.798,21
AXIAN SOLID 6-1000T 34-12	ACS610T341	1.000	40.000	12,90	5,50	78	•	•	•	•	•	1.864,32
AXIAN SOLID 6-1000T 40-12	ACS610T401	1.000	48.400	15,90	7,50	79	•	•	•	•	•	2.356,25
AXIAN SOLID 6-1000T 45-12	ACS610T451	1.000	55.600	22,90	11,00	82	•	•	•	•	•	2.634,96

accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90



**400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 1.250 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 6-1250T 24-3	ACS612T243	1.250	44.000	5,50	2,20	81	•	•	•	•	•	1.438,92
AXIAN SOLID 6-1250T 30-3	ACS612T303	1.250	67.300	5,80	3,00	81	•	•	•	•	•	1.612,66
AXIAN SOLID 6-1250T 34-3	ACS612T343	1.250	76.600	12,80	5,50	82	•	•	•	•	•	1.813,77
AXIAN SOLID 6-1250T 40-3	ACS612T403	1.250	89.000	17,00	7,50	82	•	•	•	•	•	2.277,87
AXIAN SOLID 6-1250T 45-3	ACS612T453	1.250	97.800	24,60	11,00	83	•	•	•	•	•	2.562,53
AXIAN SOLID 6-1250T 24-4	ACS612T244	1.250	45.000	5,80	3,00	81	•	•	•	•	•	1.793,15
AXIAN SOLID 6-1250T 30-4	ACS612T304	1.250	70.000	9,50	4,00	82	•	•	•	•	•	1.894,94
AXIAN SOLID 6-1250T 34-4	ACS612T344	1.250	81.900	12,80	5,50	83	•	•	•	•	•	2.001,64
AXIAN SOLID 6-1250T 45-4	ACS612T454	1.250	105.400	24,60	11,00	84	•	•	•	•	•	2.774,39
AXIAN SOLID 6-1250T 24-6	ACS612T246	1.250	46.000	5,80	3,00	83	•	•	•	•	•	1.780,62
AXIAN SOLID 6-1250T 30-6	ACS612T306	1.250	71.700	12,80	5,50	84	•	•	•	•	•	1.881,29
AXIAN SOLID 6-1250T 34-6	ACS612T346	1.250	85.900	17,00	7,50	85	•	•	•	•	•	2.345,39
AXIAN SOLID 6-1250T 40-6	ACS612T406	1.250	101.000	24,60	11,00	86	•	•	•	•	•	2.634,07
AXIAN SOLID 6-1250T 45-6	ACS612T456	1.250	114.200	33,00	15,00	87	•	•	•	•	•	2.944,55
AXIAN SOLID 6-1250T 24-9	ACS612T249	1.250	43.600	17,00	7,50	78	•	•	•	•	•	2.897,00
AXIAN SOLID 6-1250T 34-9	ACS612T349	1.250	87.600	24,60	11,00	87	•	•	•	•	•	3.238,00
AXIAN SOLID 6-1250T 40-9	ACS612T409	1.250	103.000	36,00	18,50	88	•	•	•	•	•	4.985,00
AXIAN SOLID 6-1250T 45-9	ACS612T459	1.250	111.600	42,50	22,00	90	•	•	•	•	•	5.785,00
AXIAN SOLID 6-1250T 30-12	ACS612T301	1.250	63.000	24,60	11,00	82	•	•	•	•	•	3.029,00
AXIAN SOLID 6-1250T 34-12	ACS612T341	1.250	78.000	29,00	15,00	85	•	•	•	•	•	3.387,00
AXIAN SOLID 6-1250T 40-12	ACS612T401	1.250	94.500	36,00	18,50	89	•	•	•	•	•	5.234,00
AXIAN SOLID 6-1250T 45-12	ACS612T451	1.250	109.000	56,00	30,00	90	•	•	•	•	•	8.859,00

**400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 710 - 900 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 8-710T 24-3	ACS871T243	710	10.800	0,75	0,12	58	•	•	•	•	•	618,81
AXIAN SOLID 8-710T 30-3	ACS871T303	710	12.100	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•	620,00
AXIAN SOLID 8-710T 34-3	ACS871T343	710	13.300	1,18	0,25	60	•	•	•	•	•	632,06
AXIAN SOLID 8-710T 45-3	ACS871T453	710	15.800	1,70	0,37	61	•	•	•	•	•	700,58
AXIAN SOLID 8-710T 24-4	ACS871T244	710	10.900	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•	640,92
AXIAN SOLID 8-710T 30-4	ACS871T304	710	12.700	1,13	0,25	60	•	•	•	•	•	654,18
AXIAN SOLID 8-710T 40-4	ACS871T404	710	15.700	1,60	0,37	60	•	•	•	•	•	722,67
AXIAN SOLID 8-710T 45-4	ACS871T454	710	17.200	1,70	0,55	61	•	•	•	•	•	742,56
AXIAN SOLID 8-710T 24-6	ACS871T246	710	11.000	1,13	0,25	63	•	•	•	•	•	696,14
AXIAN SOLID 8-710T 34-6	ACS871T346	710	15.200	1,60	0,37	64	•	•	•	•	•	764,66
AXIAN SOLID 8-710T 40-6	ACS871T406	710	17.100	1,70	0,55	65	•	•	•	•	•	784,55
AXIAN SOLID 8-710T 45-6	ACS871T456	710	18.700	2,25	0,75	66	•	•	•	•	•	855,26
AXIAN SOLID 8-800T 24-3	ACS880T243	800	12.500	1,05	0,18	65	•	•	•	•	•	775,71
AXIAN SOLID 8-800T 30-3	ACS880T303	800	14.700	1,12	0,25	66	•	•	•	•	•	788,96
AXIAN SOLID 8-800T 34-3	ACS880T343	800	16.700	1,60	0,37	66	•	•	•	•	•	795,60
AXIAN SOLID 8-800T 45-3	ACS880T453	800	21.400	1,70	0,55	67	•	•	•	•	•	861,90
AXIAN SOLID 8-800T 24-4	ACS880T244	800	12.600	1,05	0,18	68	•	•	•	•	•	868,53
AXIAN SOLID 8-800T 34-4	ACS880T344	800	17.900	1,60	0,37	69	•	•	•	•	•	881,79
AXIAN SOLID 8-800T 40-4	ACS880T404	800	20.700	1,70	0,55	70	•	•	•	•	•	888,42
AXIAN SOLID 8-800T 45-4	ACS880T454	800	23.000	2,25	0,75	70	•	•	•	•	•	901,68
AXIAN SOLID 8-800T 24-6	ACS880T246	800	12.700	1,13	0,25	67	•	•	•	•	•	921,56
AXIAN SOLID 8-800T 30-6	ACS880T306	800	15.700	1,60	0,37	68	•	•	•	•	•	990,09
AXIAN SOLID 8-800T 34-6	ACS880T346	800	18.800	1,70	0,55	69	•	•	•	•	•	1.009,97
AXIAN SOLID 8-800T 40-6	ACS880T406	800	22.000	2,25	0,75	69	•	•	•	•	•	1.080,68
AXIAN SOLID 8-800T 45-6	ACS880T456	800	25.000	3,60	1,10	70	•	•	•	•	•	1.116,06
AXIAN SOLID 8-800T 24-9	ACS880T249	800	10.900	1,60	0,37	64	•	•	•	•	•	1.014,00
AXIAN SOLID 8-800T 34-9	ACS880T349	800	17.200	1,70	0,55	68	•	•	•	•	•	1.111,00
AXIAN SOLID 8-800T 40-9	ACS880T409	800	20.200	2,25	0,75	70	•	•	•	•	•	1.189,00
AXIAN SOLID 8-800T 45-9	ACS880T459	800	23.000	3,60	1,10	71	•	•	•	•	•	1.228,00
AXIAN SOLID 8-800T 24-12	ACS880T241	800	9.200	1,60	0,37	58	•	•	•	•	•	1.140,00
AXIAN SOLID 8-800T 30-12	ACS880T301	800	12.500	1,70	0,55	59	•	•	•	•	•	1.162,00
AXIAN SOLID 8-800T 34-12	ACS880T341	800	15.700	2,25	0,75	65	•	•	•	•	•	1.243,00
AXIAN SOLID 8-800T 40-12	ACS880T401	800	18.500	3,60	1,10	68	•	•	•	•	•	1.334,00
AXIAN SOLID 8-800T 45-12	ACS880T451	800	21.500	4,70	1,50	70	•	•	•	•	•	1.435,00
AXIAN SOLID 8-900T 24-3	ACS890T243	900	17.800	1,30	0,25	70	•	•	•	•	•	937,04
AXIAN SOLID 8-900T 30-3	ACS890T303	900	20.900	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•	967,97
AXIAN SOLID 8-900T 34-3	ACS890T343	900	23.800	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•	981,23
AXIAN SOLID 8-900T 40-3	ACS890T403	900	27.700	2,25	0,75	73	•	•	•	•	•	1.096,16
AXIAN SOLID 8-900T 45-3	ACS890T453	900	30.400	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•	1.180,03

accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90



**400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 900 - 1.250 mm**

Modelo	Código	Ø mm	Caudal m³/h	Intensidad Amp.	Potencia Kw	Nivel Sonoro dB(A)	POSIBLES ACCESORIOS					Precio Euros €
							R	PG	PS	RA	BOX	
AXIAN SOLID 8-900T 24-4	ACS890T244	900	18.000	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•	1.076,31
AXIAN SOLID 8-900T 30-4	ACS890T304	900	21.800	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•	1.097,05
AXIAN SOLID 8-900T 34-4	ACS890T344	900	25.500	2,25	0,75	73	•	•	•	•	•	1.170,81
AXIAN SOLID 8-900T 40-4	ACS890T404	900	29.500	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•	1.207,69
AXIAN SOLID 8-900T 45-4	ACS890T454	900	32.800	4,70	1,50	75	•	•	•	•	•	1.318,31
AXIAN SOLID 8-900T 24-6	ACS890T246	900	18.100	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•	1.129,31
AXIAN SOLID 8-900T 30-6	ACS890T306	900	22.300	2,25	0,75	72	•	•	•	•	•	1.223,79
AXIAN SOLID 8-900T 34-6	ACS890T346	900	29.700	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•	1.260,67
AXIAN SOLID 8-900T 45-6	ACS890T456	900	35.500	4,70	1,50	75	•	•	•	•	•	1.371,31
AXIAN SOLID 8-900T 24-9	ACS890T249	900	15.500	1,70	0,55	65	•	•	•	•	•	1.204,00
AXIAN SOLID 8-900T 30-9	ACS890T309	900	20.000	2,25	0,75	69	•	•	•	•	•	1.242,00
AXIAN SOLID 8-900T 34-9	ACS890T349	900	24.500	3,60	1,10	70	•	•	•	•	•	1.346,00
AXIAN SOLID 8-900T 40-9	ACS890T409	900	30.700	4,70	1,50	74	•	•	•	•	•	1.387,00
AXIAN SOLID 8-900T 45-9	ACS890T459	900	33.000	6,00	2,20	75	•	•	•	•	•	1.705,00
AXIAN SOLID 8-900T 24-12	ACS890T241	900	13.100	2,25	0,75	60	•	•	•	•	•	1.298,00
AXIAN SOLID 8-900T 30-12	ACS890T301	900	17.800	3,60	1,10	68	•	•	•	•	•	1.408,00
AXIAN SOLID 8-900T 34-12	ACS890T341	900	22.300	4,70	1,50	71	•	•	•	•	•	1.450,00
AXIAN SOLID 8-900T 40-12	ACS890T401	900	26.300	6,00	2,20	73	•	•	•	•	•	1.790,00
AXIAN SOLID 8-900T 45-12	ACS890T451	900	30.500	8,10	3,00	74	•	•	•	•	•	1.912,00
AXIAN SOLID 8-1000T 24-3	ACS810T243	1.000	24.600	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•	1.159,29
AXIAN SOLID 8-1000T 30-3	ACS810T303	1.000	28.700	2,25	0,75	74	•	•	•	•	•	1.233,02
AXIAN SOLID 8-1000T 34-3	ACS810T343	1.000	32.600	3,60	1,10	75	•	•	•	•	•	1.269,92
AXIAN SOLID 8-1000T 40-3	ACS810T403	1.000	38.000	4,70	1,50	76	•	•	•	•	•	1.380,53
AXIAN SOLID 8-1000T 45-3	ACS810T453	1.000	41.800	6,00	2,20	77	•	•	•	•	•	1.576,42
AXIAN SOLID 8-1000T 24-4	ACS810T244	1.000	24.700	1,70	0,55	74	•	•	•	•	•	1.189,22
AXIAN SOLID 8-1000T 34-4	ACS810T344	1.000	35.000	3,60	1,10	75	•	•	•	•	•	1.299,85
AXIAN SOLID 8-1000T 40-4	ACS810T404	1.000	38.000	4,70	1,50	76	•	•	•	•	•	1.410,48
AXIAN SOLID 8-1000T 45-4	ACS810T454	1.000	45.000	6,00	2,20	77	•	•	•	•	•	1.606,39
AXIAN SOLID 8-1000T 24-6	ACS810T246	1.000	24.800	2,25	0,75	75	•	•	•	•	•	1.320,59
AXIAN SOLID 8-1000T 30-6	ACS810T306	1.000	30.600	3,60	1,10	76	•	•	•	•	•	1.357,48
AXIAN SOLID 8-1000T 34-6	ACS810T346	1.000	36.600	4,70	1,50	77	•	•	•	•	•	1.468,01
AXIAN SOLID 8-1000T 40-6	ACS810T406	1.000	43.100	6,00	2,20	78	•	•	•	•	•	1.664,02
AXIAN SOLID 8-1000T 45-6	ACS810T456	1.000	48.700	8,10	3,00	79	•	•	•	•	•	1.799,97
AXIAN SOLID 8-1000T 24-9	ACS810T249	1.000	21.400	3,60	1,10	70	•	•	•	•	•	1.493,00
AXIAN SOLID 8-1000T 34-9	ACS810T349	1.000	33.500	4,70	1,50	75	•	•	•	•	•	1.615,00
AXIAN SOLID 8-1000T 40-9	ACS810T409	1.000	39.500	6,00	2,20	76	•	•	•	•	•	1.830,00
AXIAN SOLID 8-1000T 45-9	ACS810T459	1.000	45.300	8,10	3,00	77	•	•	•	•	•	1.980,00
AXIAN SOLID 8-1000T 24-12	ACS810T241	1.000	18.000	4,70	1,50	69	•	•	•	•	•	1.688,00
AXIAN SOLID 8-1000T 34-12	ACS810T341	1.000	30.600	6,00	2,20	74	•	•	•	•	•	1.914,00
AXIAN SOLID 8-1000T 40-12	ACS810T401	1.000	36.000	8,10	3,00	76	•	•	•	•	•	2.070,00
AXIAN SOLID 8-1000T 45-12	ACS810T451	1.000	41.900	10,40	4,00	77	•	•	•	•	•	2.190,00
AXIAN SOLID 8-1250T 24-3	ACS812T243	1.250	47.000	4,70	1,50	71	•	•	•	•	•	1.522,55
AXIAN SOLID 8-1250T 30-3	ACS812T303	1.250	56.000	6,00	2,20	72	•	•	•	•	•	1.718,77
AXIAN SOLID 8-1250T 34-3	ACS812T343	1.250	63.800	8,10	3,00	72	•	•	•	•	•	1.871,96
AXIAN SOLID 8-1250T 40-3	ACS812T403	1.250	74.100	10,40	4,00	73	•	•	•	•	•	2.255,04
AXIAN SOLID 8-1250T 45-3	ACS812T453	1.250	81.500	14,00	5,50	74	•	•	•	•	•	2.418,96
AXIAN SOLID 8-1250T 24-4	ACS812T244	1.250	47.800	4,70	1,50	72	•	•	•	•	•	1.563,89
AXIAN SOLID 8-1250T 30-4	ACS812T304	1.250	58.300	8,10	3,00	73	•	•	•	•	•	1.892,65
AXIAN SOLID 8-1250T 34-4	ACS812T344	1.250	68.200	10,40	4,00	74	•	•	•	•	•	2.276,10
AXIAN SOLID 8-1250T 40-4	ACS812T404	1.250	79.000	14,00	5,50	75	•	•	•	•	•	2.440,12
AXIAN SOLID 8-1250T 45-4	ACS812T454	1.250	87.800	19,00	7,50	75	•	•	•	•	•	2.713,53
AXIAN SOLID 8-1250T 24-6	ACS812T246	1.250	48.600	6,00	2,20	72	•	•	•	•	•	1.828,27
AXIAN SOLID 8-1250T 30-6	ACS812T306	1.250	59.600	10,40	4,00	74	•	•	•	•	•	2.342,73
AXIAN SOLID 8-1250T 34-6	ACS812T346	1.250	71.600	14,00	5,50	75	•	•	•	•	•	2.507,85
AXIAN SOLID 8-1250T 40-6	ACS812T406	1.250	84.100	19,00	7,50	76	•	•	•	•	•	2.782,22
AXIAN SOLID 8-1250T 45-6	ACS812T456	1.250	95.200	26,00	11,00	78	•	•	•	•	•	3.364,37
AXIAN SOLID 8-1250T 24-9	ACS812T249	1.250	41.900	8,10	3,00	71	•	•	•	•	•	2.011,00
AXIAN SOLID 8-1250T 30-9	ACS812T309	1.250	55.400	10,40	4,00	72	•	•	•	•	•	2.577,00
AXIAN SOLID 8-1250T 34-9	ACS812T349	1.250	65.700	14,00	5,50	73	•	•	•	•	•	2.759,00
AXIAN SOLID 8-1250T 40-9	ACS812T409	1.250	77.200	19,00	7,50	74	•	•	•	•	•	3.610,00
AXIAN SOLID 8-1250T 45-9	ACS812T459	1.250	88.500	26,00	11,00	75	•	•	•	•	•	3.700,00
AXIAN SOLID 8-1250T 24-12	ACS812T241	1.250	35.200	10,40	4,00	76	•	•	•	•	•	2.694,00
AXIAN SOLID 8-1250T 34-12	ACS812T341	1.250	59.800	14,00	5,50	77	•	•	•	•	•	2.884,00
AXIAN SOLID 8-1250T 40-12	ACS812T401	1.250	70.400	19,00	7,50	78	•	•	•	•	•	3.199,00
AXIAN SOLID 8-1250T 45-12	ACS812T451	1.250	81.900	26,00	11,00	81	•	•	•	•	•	3.869,00

accesorios:



**R**  
Regulador de velocidad  
Págs. 87 a 89



**PG**  
Persiana de gravedad  
Pág. 90



**PS**  
Protección posterior  
Pág. 90



**RA**  
Reja protección  
Pág. 90



**BOX**  
Caja insonorizadora  
Pág. 90

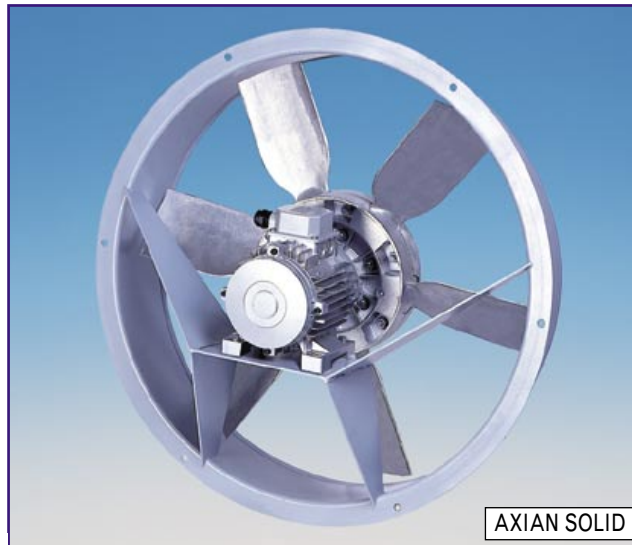


Helicoidales circulares con hélices de aluminio  
para montaje mural

Solid circular axial fans for wall mounting

Ventilateurs hélicoïdes circulaires, hélice aluminium pour  
montage mural

Axialventilator mit Aluminiumflügeln für Wandmontage oder  
als Lüftungsbox



AXIAN SOLID



AXIAN SOLID + BOX

Construcción robusta con marco circular solidario a la bancada del motor.  
Hélices de aluminio de inclinación variable M.N.S. (Multiflow Novovent System),  
con tres, cuatro, seis o doce álabes, que reportan una extensa gama de soluciones.

**Aplicación:** Industria en general, parkings, secaderos, centrales de cogeneración

Of a robust construction, motors installed onto a mounting which is adequate for the  
frame. All of them are fitted with impellers with a variable pitch angle. With 3, 4, 6 and  
12 blades.

**Application:** General industry, parkings, dryers, co-generation plants

Ventilateurs hélicoïdes circulaires, hélice aluminium pour montage mural.  
Construction robuste avec cadre circulaire solidaire du socle du moteur.  
Hélices d'aluminium à inclination variable M.N.S. (Multiflow Novovent System),  
avec trois, quatre ou six pales, qui permettent une large gamme de solutions.

**Application:** Industrie en général, parkings, séchoirs, centrales de co-génération

Aus einer robusten Konstruktion, welche dem Motorrahmen angepasst ist. Flügelblätter  
aus Aluminium mit verstellbarem Winkel M.N.S (Multiflow Novovent System) mit drei,  
vier, sechs oder zwölf Flügel, welche eine weite Auswahl von Lösungen anbieten.

**Anwendung:** Allgemeine Industrie, Parkanlagen, Trockenanlagen, Miterzeugungsanlagen



## AXIAN SOLID

### CARACTERÍSTICAS:

- Motor asíncrono de rotor de jaula de ardilla, carcasa de aluminio inyectado con aletas de alta disipación calorífica. Rodamientos a bolas de engrase permanente. Aislamiento de clase F. Hasta 4 Kw protección IP 65, klixón insertado en el devanado. Potencias superiores IP 55 y ejecución standard.
  - Temperatura de trabajo: de -30°C a 70°C
  - Marco construido en chapa de acero, acabado en pintura epoxi. Hélice de aluminio, inclinación variable, según el exclusivo Multiflow Novovent System. Con tres, cuatro, seis o doce álabes.
  - Sentido del aire: motor hélice
- OPCIONES: Bajo demanda marca inox o galvanizado en caliente. Frecuencia y tensiones distintas. Motores de seguridad aumentada EEXE o EEXD. Motores 2 velocidades.

### CARACTÉRISTIQUES:

- Moteurs IP 65 Classe F avec protection thermique Klixon, jusqu'à 4 Kw, puissances supérieures IP 55
- Température de fonctionnement: -30°C à 70°C
- Plaque ronde métallique peinte époxy
- Hélices en aluminium inclination variable selon le design exclusif et breveté du Multiflow Novovent System, disponibles avec 3, 4, 6, 12 pales.
- Sens de l'air: Moteur hélice

OPTIONS: Sur demande tension et fréquences différentes, moteurs EEXE et EEXD, deux vitesses. Plaque galvanisée à chaud ou inox. Sens de l'air: Hélice moteur

### CHARACTERISTICS:

- Up to 4 Kw IP 65 motors, class F electrical isolation with thermal protector (klixon); > 4 Kw: IP 55
- Frame made of steel with epoxy painting finish.
- Aluminium impellers, fitted with the Multiflow Novovent System variable pitch angle of the blades. With three, four, six or twelve blades.
- Working temperature: from -30°C to 70°C
- Air direction: motor impeller

OPTIONS: Under order: Frame made of stainless steel or hot dip galvanised. Different frequencies and tensions. Also: high protection EEXE and EEXD motors and 2 speed motors.

### EIGENSCHAFTEN:

- Bis 4 Kw IP 65 Motoren, Iso - Klasse F, Motorschutz durch Thermokontakte (Klixon); > 4 Kw IP 55
- Rahmen aus Stahlblech mit Epoxilackharzbeschichtung
- Flügel aus Aluminium, ausgerüstet mit dem Multiflow Novovent System, welches über einen variablen Anstellwinkel der Schraubenblätter verfügt. Mit drei, vier, sechs oder zwölf Flügeln.
- Betriebstemperatur: -30°C bis 70°C
- Lüfrichtung: Motor Flügel

OPTIONEN: Gehäuse aus Edelstahl oder heissverzinktem Stahlblech (galvanisiert). Auf Bestellung können auch Einheiten für andere Spannungen und/oder Frequenzen, mit Motoren EEXE und EEXD (mit erhöhter Sicherheit) und 2 - Gang Motoren geliefert werden.

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min<sup>-1</sup>) Ø 450 - 1.250 mm

							ACCESORIOS / ACCESSORIES ACCESSOIRES / ZUBEHÖR				
		Ømm	m <sup>3</sup> /h	A	Kw	dB(A)	R	RA	PS	PG	BOX
AXIAN SOLID 4-450T 30-6	ACS445T306	450	5.600	0,80	0,18	62	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-450T 40-6	ACS445T406	450	7.400	0,90	0,25	65	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-450T 45-6	ACS445T456	450	8.600	1,27	0,37	66	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 30-6	ACS456T306	560	13.000	2,20	0,75	70	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 40-6	ACS456T406	560	14.000	3,00	1,10	71	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 45-6	ACS456T456	560	17.000	3,60	1,50	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 24-3	ACS463T243	630	13.500	1,56	0,55	73	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 30-3	ACS463T303	630	16.000	2,20	0,75	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-3	ACS463T403	630	19.500	3,00	1,10	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-3	ACS463T453	630	21.000	3,60	1,50	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 24-4	ACS463T244	630	14.000	2,20	0,75	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 34-4	ACS463T344	630	19.000	3,00	1,10	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-4	ACS463T404	630	21.000	3,60	1,50	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-4	ACS463T454	630	23.000	5,90	2,20	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 24-6	ACS463T246	630	14.500	2,20	0,75	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 30-6	ACS463T306	630	17.000	3,00	1,10	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 34-6	ACS463T346	630	19.500	3,60	1,50	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-6	ACS463T406	630	22.000	5,90	2,20	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-6	ACS463T456	630	24.500	6,90	3,00	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-3	ACS471T243	710	20.000	2,20	0,75	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-3	ACS471T303	710	22.500	3,00	1,10	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 34-3	ACS471T343	710	25.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-3	ACS471T453	710	30.000	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-4	ACS471T244	710	21.000	3,00	1,10	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-4	ACS471T304	710	24.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 34-4	ACS471T344	710	27.000	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-4	ACS471T454	710	32.500	6,90	3,00	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-6	ACS471T246	710	20.000	3,60	1,50	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-6	ACS471T306	710	24.500	5,90	2,20	80	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 40-6	ACS471T406	710	32.000	6,90	3,00	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-6	ACS471T456	710	35.000	9,40	4,00	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-3	ACS480T243	800	21.500	3,00	1,10	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-3	ACS480T303	800	24.000	3,60	1,50	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-3	ACS480T343	800	28.000	5,90	2,20	83	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-3	ACS480T403	800	31.000	6,90	3,00	84	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-3	ACS480T453	800	34.500	9,40	4,00	85	•	•	•	•	•



		Ømm	m <sup>3</sup> /h	A	Kw	dB(A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES ACCESSOIRES / ZUBEHÖR				
							R	RA	PS	PG	BOX
AXIAN SOLID 4-800T 24-4	ACS480T244	800	22.500	3,00	1,10	82	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 30-4	ACS480T304	800	26.000	3,60	1,50	83	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 34-4	ACS480T344	800	30.000	5,90	2,20	84	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 40-4	ACS480T404	800	34.000	6,90	3,00	85	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 45-4	ACS480T454	800	38.000	9,40	4,00	86	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 24-6	ACS480T246	800	23.500	3,60	1,50	83	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 30-6	ACS480T306	800	27.000	5,90	2,20	84	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 34-6	ACS480T346	800	32.000	6,90	3,00	85	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 40-6	ACS480T406	800	37.000	11,80	5,50	86	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 45-6	ACS480T456	800	42.000	16,90	7,50	87	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 24-12	ACS480T241	800	18.500	9,40	4,00	80	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 30-12	ACS480T301	800	25.000	11,80	5,50	83	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 40-12	ACS480T401	800	37.000	16,90	7,50	86	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-800T 45-12	ACS480T451	800	42.700	22,60	11,00	87	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 24-3	ACS490T243	900	31.700	5,90	2,20	84	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 30-3	ACS490T303	900	39.000	6,90	3,00	85	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 34-3	ACS490T343	900	44.300	9,40	4,00	86	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 40-3	ACS490T403	900	51.560	11,80	5,50	87	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 45-3	ACS490T453	900	56.800	16,90	7,50	88	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 24-4	ACS490T244	900	32.500	5,90	2,20	85	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 30-4	ACS490T304	900	40.700	6,90	3,00	87	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 40-4	ACS490T404	900	54.900	11,80	5,50	91	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 45-4	ACS490T454	900	61.200	16,90	7,50	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 24-6	ACS490T246	900	33.100	6,90	3,00	86	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 30-6	ACS490T306	900	41.600	9,40	4,00	88	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 40-6	ACS490T406	900	58.700	16,90	7,50	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 45-6	ACS490T456	900	66.300	22,60	11,00	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 30-12	ACS490T301	900	35.700	16,90	7,50	87	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 34-12	ACS490T341	900	43.600	22,60	11,00	88	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-900T 45-12	ACS490T451	900	60.800	37,00	18,50	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 24-3	ACS410T243	1.000	46.000	6,90	3,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 30-3	ACS410T303	1.000	53.500	9,40	4,00	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 34-3	ACS410T343	1.000	61.000	11,80	5,50	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 45-3	ACS410T453	1.000	78.000	22,60	11,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 24-4	ACS410T244	1.000	46.500	9,40	4,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 30-4	ACS410T304	1.000	55.800	11,80	5,50	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 34-4	ACS410T344	1.000	65.300	16,90	7,50	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 40-4	ACS410T404	1.000	75.300	22,60	11,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 45-4	ACS410T454	1.000	83.900	31,00	15,00	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 24-6	ACS410T246	1.000	47.000	9,40	4,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 30-6	ACS410T306	1.000	57.100	16,90	7,50	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 34-6	ACS410T346	1.000	68.500	22,60	11,00	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 40-6	ACS410T406	1.000	80.000	31,00	15,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 45-6	ACS410T456	1.000	90.900	37,00	18,50	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 24-12	ACS410T241	1.000	36.300	22,60	11,00	88	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 34-12	ACS410T341	1.000	60.000	31,00	15,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 40-12	ACS410T401	1.000	72.500	43,00	22,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1000T 45-12	ACS410T451	1.000	83.400	58,00	30,00	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 24-3	ACS412T243	1.250	87.000	22,60	11,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 30-3	ACS412T303	1.250	105.000	31,00	15,00	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 34-3	ACS412T343	1.250	118.600	37,00	18,50	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 40-3	ACS412T403	1.250	138.000	58,00	30,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 45-3	ACS412T453	1.250	152.000	75,00	37,00	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 24-4	ACS412T244	1.250	88.000	22,60	11,00	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 30-4	ACS412T304	1.250	109.000	37,00	18,50	92	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 34-4	ACS412T344	1.250	127.500	43,00	22,00	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 40-4	ACS412T404	1.250	147.000	58,00	30,00	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 45-4	ACS412T454	1.250	163.900	85,00	45,00	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 24-6	ACS412T246	1.250	90.000	31,00	15,00	93	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 30-6	ACS412T306	1.250	115.600	43,00	22,00	94	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 34-6	ACS412T346	1.250	133.700	58,00	30,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 40-6	ACS412T406	1.250	157.000	85,00	45,00	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 45-6	ACS412T456	1.250	177.500	104,00	55,00	98	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 24-12	ACS412T241	1.250	88.000	31,00	15,00	95	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 30-12	ACS412T301	1.250	104.000	37,00	18,50	96	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 34-12	ACS412T341	1.250	130.000	43,00	22,00	97	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 40-12	ACS412T401	1.250	160.500	58,00	30,00	98	.	.	.	.	.
AXIAN SOLID 4-1250T 45-12	ACS412T451	1.250	180.200	104,00	45,00	99	.	.	.	.	.



# Gama Industrial / Industrial Range/ Gamme Industrielle / Industrieprogramm



400V 50 Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min<sup>-1</sup>) Ø 450 - 1.250 mm

									ACCESORIOS / ACCESSORIES ACCESSOIRES / ZUBEHÖR				
									R	RA	PS	PG	BOX
			Ømm	m <sup>3</sup> /h	A	Kw	dB(A)						
AXIAN SOLID 6-450T 40-6	ACS645T406	450	5.000	0,40	0,09	55	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-450T 45-6	ACS645T456	450	6.000	0,45	0,12	56	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-560T 30-6	ACS656T306	560	7.500	0,40	0,09	59	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-560T 34-6	ACS656T346	560	9.000	0,45	0,12	60	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-560T 45-6	ACS656T456	560	11.300	0,75	0,18	61	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 30-3	ACS663T303	630	10.100	0,75	0,18	61	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 34-3	ACS663T343	630	11.300	0,90	0,25	63	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 45-3	ACS663T453	630	13.300	1,41	0,37	64	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 24-4	ACS663T244	630	8.800	0,75	0,18	61	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 34-4	ACS663T344	630	10.400	0,90	0,25	63	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 40-4	ACS663T404	630	13.300	1,41	0,37	64	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 45-4	ACS663T454	630	14.400	1,63	0,55	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 24-6	ACS663T246	630	9.100	0,90	0,25	63	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 30-6	ACS663T306	630	10.800	1,41	0,37	64	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 40-6	ACS663T406	630	14.000	1,63	0,55	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-630T 45-6	ACS663T456	630	15.800	2,20	0,75	67	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 24-3	ACS671T243	710	12.700	0,90	0,25	62	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 30-3	ACS671T303	710	14.500	1,41	0,37	63	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 34-3	ACS671T343	710	17.500	1,63	0,55	65	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 45-3	ACS671T453	710	19.000	2,20	0,75	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 24-4	ACS671T244	710	13.000	1,41	0,37	64	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 30-4	ACS671T304	710	17.300	1,63	0,55	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 34-4	ACS671T344	710	19.000	2,20	0,75	67	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 45-4	ACS671T454	710	20.600	3,20	1,10	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 24-6	ACS671T246	710	13.300	1,41	0,37	65	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 30-6	ACS671T306	710	15.750	1,63	0,55	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 40-6	ACS671T406	710	18.300	2,20	0,75	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-710T 45-6	ACS671T456	710	22.500	3,20	1,10	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 24-3	ACS680T243	800	14.900	0,90	0,25	66	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 30-3	ACS680T303	800	17.600	1,41	0,37	67	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 34-3	ACS680T343	800	20.100	1,63	0,55	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 40-3	ACS680T403	800	23.300	2,20	0,75	69	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 45-3	ACS680T453	800	25.600	3,20	1,10	70	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 24-4	ACS680T244	800	15.000	1,41	0,37	67	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 30-4	ACS680T304	800	18.300	1,63	0,55	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 34-4	ACS680T344	800	21.500	2,20	0,75	69	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 45-4	ACS680T454	800	27.600	3,20	1,10	71	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 24-6	ACS680T246	800	15.100	1,41	0,37	69	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 30-6	ACS680T306	800	18.800	2,20	0,75	70	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 34-6	ACS680T346	800	26.500	3,20	1,10	71	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 45-6	ACS680T456	800	29.900	4,30	1,50	72	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 24-12	ACS680T241	800	12.400	2,80	1,10	64	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 34-12	ACS680T341	800	20.400	3,80	1,50	68	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 40-12	ACS680T401	800	24.800	5,80	2,20	70	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-800T 45-12	ACS680T451	800	28.500	7,10	3,00	71	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 24-3	ACS690T243	900	21.400	1,63	0,55	69	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 30-3	ACS690T303	900	25.100	2,20	0,75	71	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 34-3	ACS690T343	900	28.600	3,20	1,10	73	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 40-3	ACS690T403	900	33.200	4,30	1,50	75	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 45-3	ACS690T453	900	36.500	5,50	2,20	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 24-4	ACS690T244	900	21.500	1,63	0,55	73	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 30-4	ACS690T304	900	30.600	3,20	1,10	75	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 40-4	ACS690T404	900	35.400	4,30	1,50	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 45-4	ACS690T454	900	39.300	5,50	2,20	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 24-6	ACS690T246	900	21.600	2,20	0,75	75	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 30-6	ACS690T306	900	26.800	3,20	1,10	76	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 34-6	ACS690T346	900	32.000	4,30	1,50	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 40-6	ACS690T406	900	37.700	5,50	2,20	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 45-6	ACS690T456	900	42.600	5,80	3,00	79	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 30-12	ACS690T301	900	23.800	5,50	2,20	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 34-12	ACS690T341	900	29.000	7,10	3,00	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 40-12	ACS690T401	900	35.000	9,40	4,00	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-900T 45-12	ACS690T451	900	40.500	12,90	5,50	79	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 24-3	ACS610T243	1.000	29.200	2,20	0,75	75	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 30-3	ACS610T303	1.000	34.300	3,20	1,10	76	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 34-3	ACS610T343	1.000	39.100	4,30	1,50	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 40-3	ACS610T403	1.000	45.500	5,50	2,20	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 24-4	ACS610T244	1.000	29.500	3,20	1,10	75	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 30-4	ACS610T304	1.000	35.700	4,30	1,50	76	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 34-4	ACS610T344	1.000	41.900	5,50	2,20	77	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 40-4	ACS610T404	1.000	48.400	5,80	3,00	78	*	*	*	*	*	*	
AXIAN SOLID 6-1000T 45-4	ACS610T454	1.000	53.000	9,50	4,00	81	*	*	*	*	*	*	



							ACCESORIOS/ACCESSORIES ACCESSOIRES/ ZUBEHÖR				
		Ømm	m <sup>3</sup> /h	A	Kw	dB(A)	R	RA	PS	PG	BOX
AXIAN SOLID 6-1000T 24-6	ACS610T246	1.000	29.700	3,20	1,10	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-6	ACS610T306	1.000	36.700	5,50	2,20	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-6	ACS610T346	1.000	43.900	5,80	3,00	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-6	ACS610T406	1.000	51.600	9,50	4,00	80	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-6	ACS610T456	1.000	57.400	12,80	5,50	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 24-12	ACS610T241	1.000	24.000	7,10	3,00	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-12	ACS610T301	1.000	32.700	9,40	4,00	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-12	ACS610T341	1.000	40.000	12,90	5,50	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-12	ACS610T401	1.000	48.400	15,90	7,50	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-12	ACS610T451	1.000	55.600	22,90	11,00	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-3	ACS612T243	1.250	44.000	5,50	2,20	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-3	ACS612T303	1.250	67.300	5,80	3,00	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-3	ACS612T343	1.250	76.600	12,80	5,50	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-3	ACS612T403	1.250	89.000	17,00	7,50	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-3	ACS612T453	1.250	97.800	24,60	11,00	83	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-4	ACS612T244	1.250	45.000	5,80	3,00	81	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-4	ACS612T304	1.250	70.000	9,50	4,00	82	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-4	ACS612T344	1.250	81.900	12,80	5,50	83	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-4	ACS612T454	1.250	105.400	24,60	11,00	84	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-6	ACS612T246	1.250	46.000	5,80	3,00	83	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-6	ACS612T306	1.250	71.700	12,80	5,50	84	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-6	ACS612T346	1.250	85.900	17,00	7,50	85	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-6	ACS612T406	1.250	101.000	24,60	11,00	86	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-6	ACS612T456	1.250	114.200	33,00	15,00	87	•	•	•	•	•

400V 50 Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min<sup>-1</sup>) Ø 710 - 1.250 mm

							ACCESORIOS / ACCESSORIES ACCESSOIRES / ZUBEHÖR				
		Ømm	m <sup>3</sup> /h	A	Kw	dB(A)	R	RA	PS	PG	BOX
AXIAN SOLID 8-710T 24-3	ACS871T243	710	10.800	0,75	0,12	58	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 30-3	ACS871T303	710	12.100	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 34-3	ACS871T343	710	13.300	1,18	0,25	60	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-3	ACS871T453	710	15.800	1,70	0,37	61	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 24-4	ACS871T244	710	10.900	1,05	0,18	59	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 30-4	ACS871T304	710	12.700	1,13	0,25	60	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 40-4	ACS871T404	710	15.700	1,60	0,37	60	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-4	ACS871T454	710	17.200	1,70	0,55	61	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 24-6	ACS871T246	710	11.000	1,13	0,25	63	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 34-6	ACS871T346	710	15.200	1,60	0,37	64	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 40-6	ACS871T406	710	17.100	1,70	0,55	65	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-6	ACS871T456	710	18.700	2,25	0,75	66	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-3	ACS880T243	800	12.500	1,05	0,18	65	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 30-3	ACS880T303	800	14.700	1,12	0,25	66	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-3	ACS880T343	800	16.700	1,60	0,37	66	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-3	ACS880T453	800	21.400	1,70	0,55	67	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-4	ACS880T244	800	12.600	1,05	0,18	68	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-4	ACS880T343	800	17.900	1,60	0,37	69	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-4	ACS880T404	800	20.700	1,70	0,55	70	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-4	ACS880T454	800	23.000	2,25	0,75	70	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-6	ACS880T246	800	12.700	1,13	0,25	67	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 30-6	ACS880T306	800	15.700	1,60	0,37	68	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-6	ACS880T346	800	18.800	1,70	0,55	69	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-6	ACS880T406	800	22.000	2,25	0,75	69	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-6	ACS880T456	800	25.000	3,60	1,10	70	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-3	ACS890T243	900	17.800	1,30	0,25	70	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-3	ACS890T303	900	20.900	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-3	ACS890T343	900	23.800	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-3	ACS890T403	900	27.700	2,25	0,75	73	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-3	ACS890T453	900	30.400	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-4	ACS890T244	900	18.000	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-4	ACS890T304	900	21.800	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-4	ACS890T344	900	25.500	2,25	0,75	73	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-4	ACS890T404	900	29.500	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-4	ACS890T454	900	32.800	4,70	1,50	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-6	ACS890T246	900	18.100	1,60	0,37	71	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-6	ACS890T306	900	22.300	2,25	0,75	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-6	ACS890T346	900	29.700	3,60	1,10	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-6	ACS890T456	900	35.500	4,70	1,50	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-3	ACS810T243	1.000	24.600	1,70	0,55	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 30-3	ACS810T303	1.000	28.700	2,25	0,75	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-3	ACS810T343	1.000	32.600	3,60	1,10	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-3	ACS810T403	1.000	38.000	4,70	1,50	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-3	ACS810T453	1.000	41.800	6,00	2,20	77	•	•	•	•	•





400V 50 Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min<sup>-1</sup>) Ø 710 - 1.250 mm

							ACCESORIOS / ACCESSORIES ACCESSOIRES / ZUBEHÖR				
		Ømm	m3/h	A	Kw	dB(A)	R	RA	PS	PG	BOX
AXIAN SOLID 8-1000T 24-4	ACS810T244	1.000	24.700	1,70	0,55	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-4	ACS810T344	1.000	35.000	3,60	1,10	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-4	ACS810T404	1.000	38.000	4,70	1,50	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-4	ACS810T454	1.000	45.000	6,00	2,20	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-6	ACS810T246	1.000	24.800	2,25	0,75	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 30-6	ACS810T306	1.000	30.600	3,60	1,10	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-6	ACS810T346	1.000	36.600	4,70	1,50	77	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-6	ACS810T406	1.000	43.100	6,00	2,20	78	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-6	ACS810T456	1.000	48.700	8,10	3,00	79	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-3	ACS812T243	1.250	47.000	4,70	1,50	71	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-3	ACS812T303	1.250	56.000	6,00	2,20	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-3	ACS812T343	1.250	63.800	8,10	3,00	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-3	ACS812T403	1.250	74.100	10,40	4,00	73	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-3	ACS812T453	1.250	81.500	14,00	5,50	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-4	ACS812T244	1.250	47.800	4,70	1,50	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-4	ACS812T304	1.250	58.300	8,10	3,00	73	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-4	ACS812T344	1.250	68.200	10,40	4,00	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-4	ACS812T404	1.250	79.000	14,00	5,50	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-4	ACS812T454	1.250	87.800	19,00	7,50	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-6	ACS812T246	1.250	48.600	6,00	2,20	72	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-6	ACS812T306	1.250	59.600	10,40	4,00	74	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-6	ACS812T346	1.250	71.600	14,00	5,50	75	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-6	ACS812T406	1.250	84.100	19,00	7,50	76	•	•	•	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-6	ACS812T456	1.250	95.200	26,00	11,00	78	•	•	•	•	•

Ver curvas en serie PIROS BOX/ For performance curves refer to serie PIROS BOX  
Voir courbes en série PIROS BOX/ Für Kennlinien siehe in Serie PIROS BOX (Pg. 163)

POSIBLES ACCESORIOS / OPTIONAL ACCESSORIES / ACCESSOIRES EN OPTION / ZUBEHÖR (Pag. 113)

(R) REGULADOR / SPEED CONTROLLER / RÉGULATEUR DE VITESSE / DREHZAHLEGLER

(RA) REJAS DE PROTECCION / PROTECTION GRID / GRILLES DE PROTECTION / SCHUTZGITTER

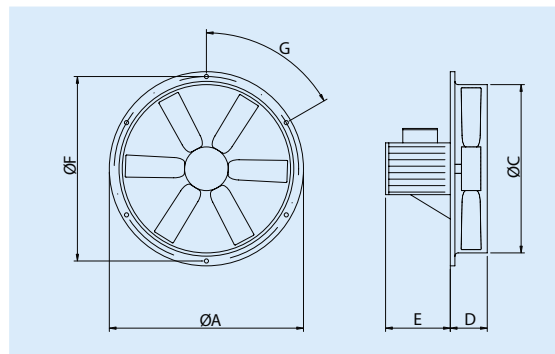
(PS) PROTECCION POSTERIOR / EXTERIOR GRID / PROTECTIONS POSTÉRIEURES /  
SCHUTZABDECKUNG SAUGSEITIG

(PG) PERSIANA DE GRAVEDAD / BACKDRAUGHT SHUTTER / VOLETS DE GRAVITÉ / JALOUSIEN,  
SELBSTSCHLIEßEND

(BOX) CAJA INSONORIZADA / NOISE INSOLATED BOX / CAISSON ISOLATION ACOUSTIQUE /  
SCHALLISOLIERTE BOX



Dimensiones (mm) y peso (kg) / Dimensions (mm) and weight (kg)  
Dimensions (mm) et poids (kg) / Abmessungen (mm) und Gewicht (kg)



	ØA	ØC	D	E	ØF	G(°)	Kg
<b>450</b>	528	458	120	160	508	8 x 45	15
<b>560</b>	638	568	120	170	618	12 x 30	18
<b>630</b>	710	640	150	215	690	12 x 30	20
<b>710</b>	790	720	150	215	770	12 x 30	24
<b>800</b>	890	810	170	220	870	16 x 22,5	50
<b>900</b>	990	910	170	300	970	16 x 22,5	80
<b>1000</b>	1090	1010	190	360	1070	16 x 22,5	90
<b>1250</b>	1368	1268	220	442	1320	16 x 22,5	100

## SERIE DN-109TH



**Visualiza temperatura y humedad relativa  
con una única sonda.  
De 57mm, 1 o 2 caras de visualización.**

### **Campo de aplicación.**

El campo de aplicación de estos visualizadores es muy amplio en todo tipo de aplicaciones industriales, funcionando como termómetro, higrometro o ambas magnitudes. La sonda de temperatura y humedad esta alojada en un soporte que proporciona una protección IP-67 y facilita el montaje en cualquier posición.

### **Características.**

Display 7 segmentos rojo.  
Altura carácter 57mm.  
Distancia de lectura aprox. 30 metros.  
2 caras de visualización.  
Símbolos ( ° ) y ( % )  
Protección visualizador DN-109TH: IP41  
Protección sonda temperatura y humedad: IP67

### **Sonda de temperatura:**

Termómetro: Precisión +/- 0,5°C a 25°C  
Resolución 0,1°C  
Margen de operación. -20°C a 85°C

### **Sonda de humedad:**

Higrometro: Precisión +/-3,5% entre 30% y 70%  
Resolución 1%  
Margen de operación: 0% a 99%

Sr. Guillermo

El precio del visualizador DN-109/STH es de 415' - €.

El plazo de entrega en estos momentos para una unidad es inmediato. Le adjunto el manual de funcionamiento.

Para pedidos debe enviar un fax a:

TETRALEC S.L.

FAX: 938.466.659

Indicando todos sus datos.

Muy atentamente.

Josep M<sup>a</sup> Bisbe

TETRALEC S.L.

[josepm@lartet.com](mailto:josepm@lartet.com)

TF. 938.464.828