

NOTA DE INVESTIGACIÓN

PROTOCOLO DE MEJORA CONTINUA PARA INCREMENTAR LA CALIDAD EN EL ESTUFADO DE MADERA

CONTINUOUS IMPROVEMENT PROTOCOL TO INCREASE THE QUALITY OF WOOD DRYING

Juan Quintanar Olguín¹, Martha Elena Fuentes López¹ y Rogelio Flores Velázquez¹

RESUMEN

Un método de secado muestra su efectividad a través de la coincidencia entre el contenido de humedad final y el deseado, siempre en relación con el uso que tendrá el producto terminado; es decir, constituye un eslabón esencial del procesamiento de la madera y el primer valor agregado aplicado en la cadena productiva. En el presente trabajo se describe un protocolo para optimizar el rendimiento de los recursos humanos y materiales disponibles para el secado de madera en estufa, proceso en el que, de manera "tradicional", se introduce la madera aserrada al equipo y se aplican los programas de secado especificados por el fabricante. El procedimiento planteado se basa en los siguientes criterios fundamentales: apilado, operación de la estufa y programa de secado. Los trabajadores involucrados evaluaron el desarrollo de los cambios propuestos (mejora continua) en distintos tiempos, con la valoración de las variables definidas y en diferentes periodos. La modificación de las variables se advirtió desde la segunda medición. Se generaron inconformidades laborales, ya que el trabajo se torna más lento al demandar mayor cuidado, y como se paga por lo que se hace, no existe conveniencia económica para los operarios que regresan a trabajar a la forma tradicional. Se propone crear una política de control de calidad en la que se recompense a los operarios a medida que aporten mejoras al proceso de secado.

Palabras clave: Calidad incremental, calidad de secado, operación de la estufa, proceso de mejora, política de control, secado de madera.

ABSTRACT

A drying method proves its effectiveness as there is a coincidence between the final moisture content and what is expected, always related to the use that the final product will have; that is, it is an essential link in wood processing and the first added value which is applied to the productive chain. In the actual paper is described a protocol to optimize the performance of human resources and materials available for kiln wood drying, a process that is performed in a "traditional" way: lumber is placed in the kiln and drying is accomplished by using the programs specified by the manufacturer of the equipment. proposed protocol is based on three fundamental criteria: stacking, operation of the kiln and drying program. The workers that got involved performed an assessment of the development of the changes that were proposed (continuous improvement), at different times, with the evaluation of the variables that were defined at different moments. The modification of variables was detected ever since the second measurement was made. Labor uneasiness emerged as tasks become slower as they must be made more carefully, and, as payment responds for what is made, there is no economic advantage for workers that return to their traditional ways. It is proposed to create a quality control policy in which workers are rewarded as they report improvements to the drying process.

Key words: Incremental quality, drying quality, kiln operation, improvement process, control policy, wood drying.

Fecha de recepción: 3 de enero de 2012

Fecha de aceptación: 8 de septiembre 2012

¹ Campo Experimental San Martinito, CIR-Golfo Centro. INIFAP. Correo-e: quintanar.juan@inifap.gob.mx

La creciente competitividad y globalización de los mercados ha originado que la calidad se convierta en una condición necesaria para la propia subsistencia de las empresas, la cual es determinada por la capacidad para satisfacer las demandas de las partes interesadas: clientes, internos y externos; accionistas; personal de la empresa; proveedores y subcontratistas; o el entorno social.

Estos requerimientos son cambiantes y elevan el nivel de exigencia en los procedimientos de transformación e industrialización. Ante tal perspectiva, las organizaciones deben mejorar, de forma continua, su capacidad para identificar, entender y desarrollar sus productos, así como determinar aquellos elementos más débiles del proceso y optimizarlos (Velasco, 2008). El inicio de un proceso de mejora consiste en conocer con exactitud su situación actual. Así, cualquier avance se convierte en un estándar por superar con nuevos planes para su mejoramiento (Marín-García *et al.*, 2008).

El secado forma parte de una serie de procesos que participan en la transformación de la madera (Álvarez y Fernández-Golfín, 1992) y, como cada uno de ellos, es determinante en la calidad del producto final: madera con un contenido de humedad específico. Un método de secado muestra su efectividad a través de la coincidencia entre el contenido de humedad final y el deseado, siempre en relación con el uso que tendrá el producto (Pratt, 1986). Así, el secado se convierte en un eslabón fundamental del procesamiento de la madera, y en el primer valor agregado aplicado en la cadena productiva; además, representa una opción para mejorar la calidad de los derivados de dicha materia prima.

En la actualidad, aun cuando varias industrias forestales se han esforzado en comprar equipo especializado para secar madera, no lo emplean o no optimizan su uso, lo que al final provoca pérdidas económicas y la creencia generalizada de su inutilidad. Así mismo, como la calidad del secado comienza por una elección adecuada de los equipos (Quintanar *et al.*, 2009) y del material que se va a secar, el resultado de la operación depende, en gran medida, de la conducción del proceso (Boone *et al.*, 1991). Lo anterior, ha originado una situación problemática urgente de resolver, donde el uso de la estufa y el proceso mismo deben ser revalorados.

A pesar de que el secado de madera en estufa es uno de los "cuellos de botella" en la transformación de esta materia prima, no se le otorga la importancia requerida y se realiza de modo tradicional: se introducen las tablas a la estufa y se aplican los programas generales especificados por el fabricante del equipo. Con ello se ocasiona una desclasificación en el material estufado de hasta 20% del volumen procesado y, a su vez, en el origen de que su uso se considere no rentable, aun cuando el mercado exige madera con contenidos de humedad específicos.

The increasing competitiveness and globalization of the markets has provoked that quality becomes a necessary condition for companies survival itself, which is determined by the ability to satisfy the requirements of the involved parties: clients, internal and external; actionists; company's personnel; suppliers and subcontractor; or the social milieu.

These requirements are changing and the rise the degree of demand in the transformation and industrialization processes. In the face of such a perspective, organizations must improve continuously, their ability to detect, understand and develop their products, as well as to determine those weaker elements and optimize them (Velasco, 2008). The start of an improvement process is to know exactly its present situation. Therefore, any advance becomes a standard to be overcome with new planes for its improvement (Marín-García *et al.*, 2008).

Drying is part of a series of processes that are involved in the transformation of wood (Álvarez and Fernández-Golfín, 1992), and as each one of them, it is mandatory for the final quality of the product: wood with a specific moisture content. One drying method shows its effectiveness through the coincidence between the final moisture content and the expected one, always in regard to the use that the product will have (Pratt, 1986). Thus, drying becomes a basic link in wood processing, and in the first added value that is applied in the productive chain; in addition, it means an option to improve the quality of the by-products of such raw material.

At present, even when forest industries have put their effort on buying specialized equipment for wood drying, they do not use it or optimize their use, which, at the end, causes economic losses and the generalized belief that they are useless. Also, as the quality of drying starts by the right choice of equipments (Quintanar *et al.*, 2009) and of the material that will be dried, the result of the operation depends, greatly, on the direction of the process (Boone *et al.*, 1991). This has provoked a problematic situation that is urgent to solve, where the use of the kiln and the process itself must be revalued.

In spite of the fact that wood kiln drying is one of the bottle necks in the transformation of raw material, it is not given the required importance to it and it is made in the traditional way: boards are put into the kiln and the general programs formulated by the manufacturer of the equipment are followed. In this way declassification of the kilned material up to 20% of the processed volume is caused, as well as in the origin of which use is considered not a yield, even if the market demands wood with specific moisture contents.

Some of the most outstanding problems in Mexico of the kilning process are described as follows:

Algunos de los problemas más destacados del proceso de estufado en México se anotan a continuación:

- El apilado no se efectúa de manera correcta, dado que se utilizan separadores de espesores irregulares, los cuales son colocados sin seguir una sola línea vertical, lo que produce deformaciones en la madera estufada.
- La operación de las estufas solo se basa en generar calefacción, sin desarrollar la aplicación correcta de las variables de operación; es decir, se opera el equipo, pero no se supervisa el proceso, situación que genera una subutilización de la capacidad de la estufa y, en consecuencia, pérdidas económicas.
- No existe control sobre el proceso de secado, ya que la mayoría de las estufas son automáticas; por lo tanto, solo se vigila el curso de la temperatura marcada por los sensores y se desconoce el comportamiento real de los parámetros de secado.
- No existe un método de control de calidad de secado. Se "seca" la madera y, dado que no existen reclamos, se supone que esta tiene el contenido de humedad correcto.

Los consumidores, no tienen claridad en la calidad que debe tener una madera para determinado uso. Las normas existentes basan su grados de clasificación en la apariencia externa y tienen una buena aceptación en el comercio; sin embargo, en relación con la calidad de secado no hay normas (Quintanar *et al.*, 2009).

Con base en la variedad de parámetros conjugados para establecer la calidad del proceso de secado en estufa (Nolan *et al.*, 2003), los objetivos de este estudio fueron desarrollar y documentar un proyecto de mejora continua, a fin de optimizar el rendimiento de los recursos humanos y materiales disponibles mediante la aplicación de una herramienta para valorarla, a partir de una actividad constante de aplicación progresiva de pequeños cambios.

La estrategia general de mejora continua en el proceso de secado se basó en el principio de satisfacción del cliente (orientación al cliente), un comprador (cliente externo), o un compañero de trabajo que realiza una etapa anterior o posterior en la línea de producción (cliente interno) (Formento *et al.*, 2007). La metodología se desarrolló y aplicó en las estufas del centro de secado de Ixtlán de Juárez, Oaxaca (Quintanar, 2009).

Un protocolo es una forma común de hacer las cosas *ad hoc*; esto es, para una ocasión concreta y para la que ha demostrado su eficacia. Los pasos para definir la mejora continua en el proceso de secado de la madera se representan en el diagrama de flujo de la Figura 1. Se parte de la definición del problema, la mala calidad de secado, se continúa con la identificación y

- Stacking is not made in the right way, as dividers of different thickness are used, which are placed without following a single vertical line, which produces malformation in the kilned dried wood.
- Kiln operation is only based on the generation of heat, without developing the right application of the variables of operation; that is, the equipment is operated but the process is not supervised, a situation that provokes an underuse of the kiln capacity and, consequently, economic losses.
- There is no control upon the drying process, since most kilns are automatic; therefore, only the path of the temperature recorded by the sensors is watched and the real behavior of the drying parameters.
- There are no control methods for drying quality. Lumber is dried and if there are no claims, it is supposed to have the right moisture content.

Consumers do not have a clear idea on the quality that lumber must have for a particular use. The prevailing regulations base their level of classification in the external look and their good commercial acceptance; however, in regard to drying quality, there are no regulations (Quintanar *et al.*, 2009).

Starting from the variety of the joint parameters to establish the quality of the kiln drying process (Nolan *et al.*, 2003), the aims of this study were to develop and document a project of continuous improvement, in order to optimize the yield of human and material available resources through a tool to assess it from a constant activity of progressive application of small changes.

The general strategy of continuous improvement in the drying process is based on the principle of client satisfaction (customer focus), a purchaser (external client), or a work partner that accomplishes a previous or later stage in the production line (internal client) (Formento *et al.*, 2007). The methodology was developed and tested in the kilns of the drying center of Ixtlán de Juárez, Oaxaca state (Quintanar, 2009).

A protocol is a regular form to do things *ad hoc*; that is, for a particular occasion and for which its efficiency has been proved. The steps to define continuous improvement in the lumber drying process is shown in the flux diagram in Figure 1.

The starting point is the definition of the problem, the poor quality of drying, it is followed with identification and ranking of the causes and a solution is defined, which is established and confirmed by the results as an action that generates partial solutions.

The development of the protocol that is stated is based on the following basic criteria: stacking, operation of the kiln and drying program, through monitoring and assessment (continuous

jerarquización de las causas y se define una solución, la cual es implantada y confirmada por los resultados como una acción que genera soluciones parciales.

El desarrollo del protocolo planteado se basa en los siguientes criterios fundamentales: apilado, operación de la estufa y programa de secado, mediante el seguimiento y

improvement) of the diverse variables that build up each criterion (Table 1); the measurement of the behavior of their performance was achieved by grading with the values formulated by the workers that were involved in the process.

Each variable has three levels of value: 1) less than 50%, it is well processed; 2) up to 75%, it is well processed, and 3) 100%,

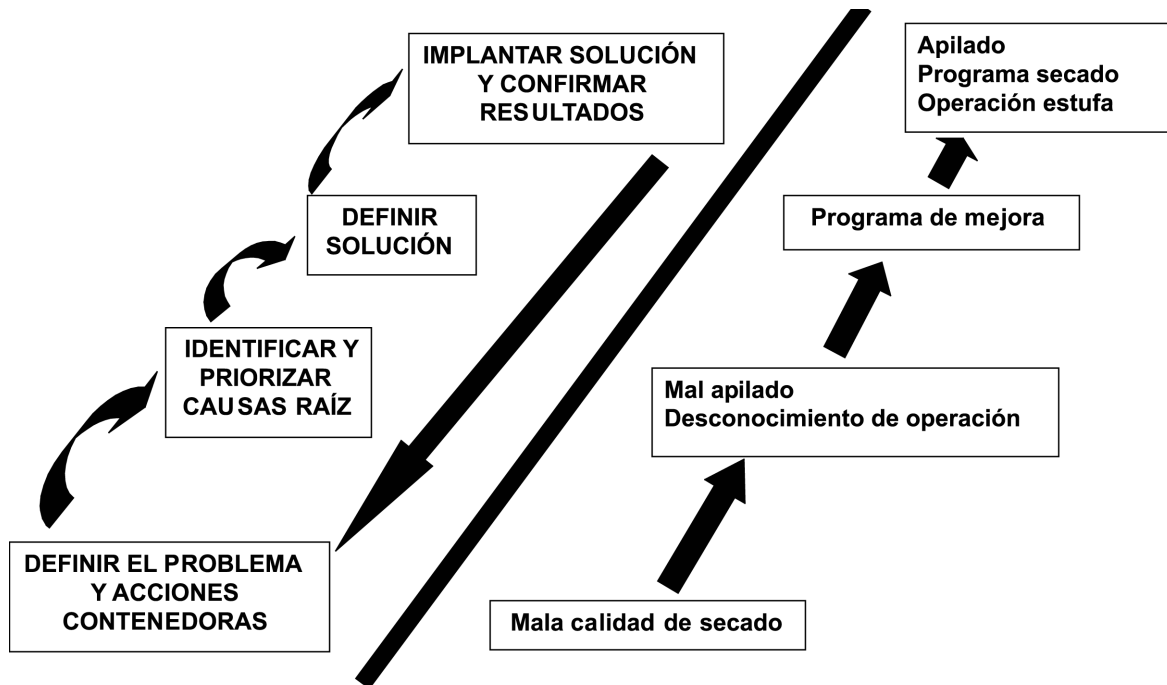


Figura 1. Diagrama de flujo del protocolo de mejora continua en estufado de madera.
Figure1. Flux diagram of the continuous improvement protocol in lumber kiln drying.

evaluación (mejora continua) de las diversas variables que conforman cada criterio (Cuadro 1); la medición de la evolución de su desempeño se obtuvo mediante la calificación con los valores originados por los trabajadores involucrados en el proceso.

Cada variable tiene tres niveles de valor: 1) menos de 50%, está bien procesado; 2) hasta 75%, está bien procesado; y 3) 100% cumple la especificación de bien procesado. La primera medida se realizó por medio de la aplicación de una encuesta estructurada con base en los criterios y variables descritos en el Cuadro 1, en un día normal de trabajo y se miden nuevamente estas variables, pero en diferentes periodos, después de realizar algunos ajustes. El proceso de mejora continua inició con una capacitación *in situ*, en la que se definieron las variables críticas que requerían atención inmediata, para generar los pequeños cambios en las prácticas de trabajo.

it satisfies the specification of well processed. The first measure was made with the aid of a survey structured upon the basis of the criteria and variables described in Table 1, in a regular working day and variables were measured once more, but at different times, after some adjustments were made. The continuous improvement process started with an *in situ* training, in which the key variables that demanded immediate attention were defined, to generate the small changes in the work practices.

The results of the initial assessment of how drying was performed are shown in Figure 2. In all the variables related with stacking existed more than 50% of misalignment or wrong doing; while those linked with the criterion of the drying program are performed, in general, in the correct way since the beginning.

From the results accomplished, training was specifically focused on the stacking criterion as it was the most crucial (low valuation) and important in obtaining quality dry lumber. Improvements in the processing of dividers in particular were promoted, which reflected in the second measurement, when 75% levels were achieved, in some variables related to this criterion and the technical specifications for the dividers were satisfied.



Cuadro 1. Criterios y variables utilizadas en el protocolo de mejora continua para secar madera.
Table 1. Criteria and variables used in the protocol of continuous improvement to dry lumber.

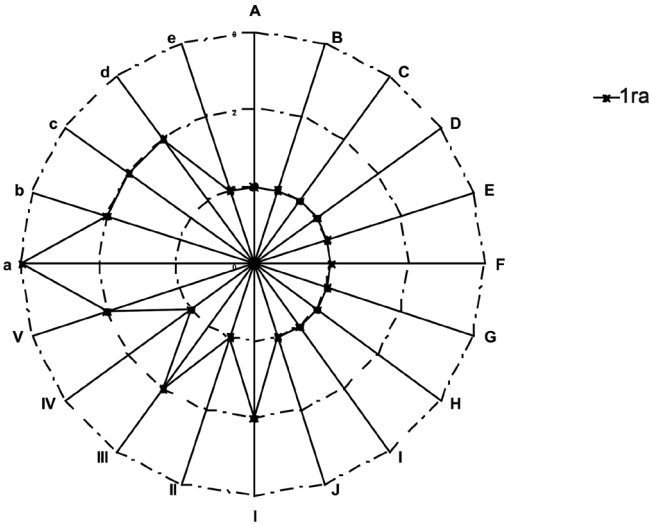
Criterios	Variables
Apilado	Uniformidad en las medidas del separador; separadores derechos; alineación de separadores; equidistancia entre separadores; ubicación final de separadores; uniformidad de travesaños; alineación de travesaños inferiores, apilado de diferentes grosores y apilado de madera con diferentes largos de tablas a secar.
Operación de la estufa	Mantenimiento al sistema de inyección de calor; calibración de la velocidad del aire; mantenimiento al sistema de humidificación; calibración de los sensores de temperatura; calibración del dispositivo de control de humedad relativa.
Programa de secado	Ubicación de los sensores de humedad en las tablas muestra; seguimiento del programa de secado; inspección de condiciones de la madera al inicio del proceso; determinación del programa de secado; determinación y aplicación de acondicionamiento (enfriamiento).

Los resultados de la valoración inicial de cómo se efectuaba el secado se muestran en la Figura 2. En todas las variables relacionadas con el apilado existía más de 50% de desajuste o mal proceso; mientras que, las vinculadas con el criterio de programa de secado en general se realizan de forma correcta desde el inicio.

Con base en los resultados, la capacitación se enfocó de manera específica al criterio del apilado, por ser el más crítico (baja valoración) y por su importancia en la obtención de madera secada con calidad. Se promovieron mejoras específicamente en el procesamiento de los separadores, las cuales fueron atendidas, lo que se reflejó en la segunda medición, cuando se alcanzaron niveles de 75%, en algunas de las variables relacionadas con este criterio, y se cumplieron las especificaciones técnicas para separadores.

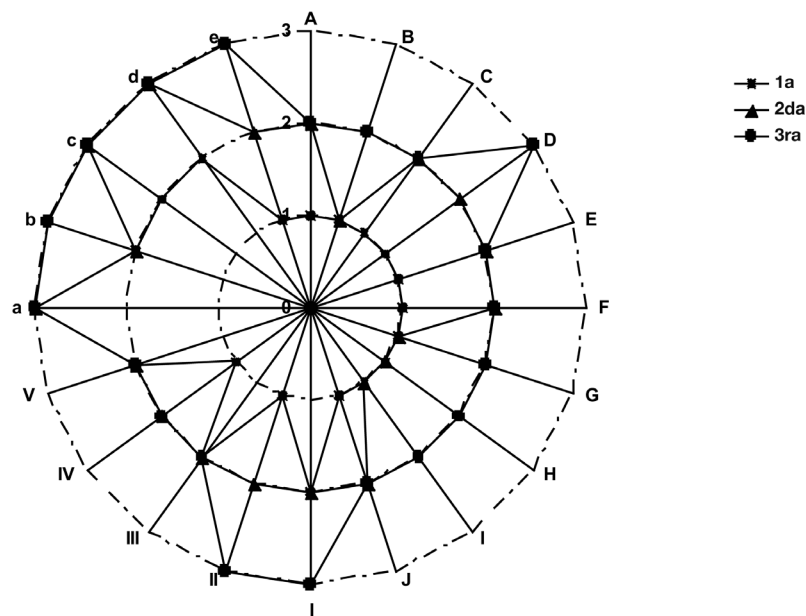
Los resultados muestran que durante la tercera valoración, solo en el caso de la distancia entre separadores, del criterio de apilado, se cumplió al 100% con las especificaciones técnicas. Así, quedan como áreas de oportunidad para su mejora del resto de las variables, la cual debe ser continua, aún cuando sea una a la vez hasta alcanzar 100% en todas las variables (Figura 3). Para los criterios de operación de la estufa y programa de secado, los operarios entienden la necesidad de mejorar, dado el impacto visible que tienen en los costos de secado, la mala operación o la aplicación de un mal programa de trabajo.

En el mejoramiento de algunas medidas propuestas para el criterio de apilado es necesaria la participación del gerente de planta, con la finalidad de que autorice la utilización de madera en buenas condiciones para la elaboración de los separadores, ya que en la actualidad sólo se emplean desperdicio o recortes. Por lo tanto, los directivos deben estar convencidos de la importancia de optimizar los recursos para mejorar la calidad del proceso de secado y del producto final.



Criterio: apilado: A = Uniformidad medida separador; B = Separador derecho uniforme; C = Alineación separadores; D = Distancia entre separadores; E = Ubicación final separador; F = Uniformidad travesaños; G = Alineación travesaños inferiores; H = Travesaños derechos; I = Apilado diferentes grosores; J = Apilado madera diferentes largos. Criterio operación de la estufa: I= Mantenimiento sistema de inyección de calor; II= Calibración de velocidad de aire; III = Mantenimiento sistema humidificación; IV= Calibración sensores de temperatura; V= Calibración dispositivo control de humedad relativa. Criterio programa de secado: a = Ubicación de los sensores de humedad en tablas muestras; b = Seguimiento del programa de secado; c= Inspección de condiciones iniciales de la madera al iniciar proceso d= Determinación del programa de secado; e= Determinación y aplicación de etapa acondicionamiento (enfriamiento).
Stacking criterion: A = Uniform measures of dividers; B = Uniform straight dividers; C = Alignment of dividers; D = Distance between dividers; E = Final placing of dividers; F = Uniform crossbeams; G = Lower crossbeam alignment; H = Straight crossbeams; I = Stacking of different thicknesses; J = Stacking of lumber with different board lengths to be dried. Kiln operation criterion: I= Maintenance of the heat injection system; II= Air speed calibration; III = Maintenance of the moisturizing system; IV= Temperature sensor calibration; V= Calibration of the relative humidity control device. Drying program criterion: a = Location of the moisture sensors in the sample boards; b = Monitoring of the drying program; c= Inspection of the state of lumber at the beginning of the process; d= Definition of the drying program; e= Determination and application of the conditioning (cooling) stage.

Figura 2. Valoración inicial del proceso de estufado de la madera.
Figure 2. Initial assessment of lumber kiln drying.



Criterio apilado: A = Uniformidad medida separador; B = Separador derecho uniforme; C = Alineación separadores; D = Distancia entre separadores; E = Ubicación final separador; F = Uniformidad travesaños; G = Alineación travesaños inferiores; H = Travesaños derechos; I = Apilado diferentes grosores; J = Apilado madera diferentes largos. Criterio operación de la estufa: I= Mantenimiento sistema de inyección de calor; II= Calibración de velocidad de aire; III = Mantenimiento sistema humidificación; IV= Calibración sensores de temperatura; V= Calibración dispositivo control de humedad relativa. Criterio programa de secado: a = Ubicación de los sensores de humedad en tablas muestras; b = Seguimiento del programa de secado; c= Inspección de condiciones iniciales de la madera al iniciar proceso d= Determinación del programa de secado; e= Determinación y aplicación de etapa acondicionamiento (enfriamiento).

Stacking criterion: A = Uniform measures of dividers; B = Uniform straight dividers; C = Alignment of dividers; D = Distance between dividers; E = Final placing of dividers; F = Uniform crossbeams; G = Lower crossbeam alignment; H = Straight crossbeams; I = Stacking of different thicknesses; J = Stacking of lumber with different board lengths. Kiln operation criterion: I= Maintenance of the heat injection system; II= Air speed calibration; III = Maintenance of the moisturizing system; IV= Temperature sensor calibration; V= Calibration of the relative humidity control device. Drying program criterion: a = Location of the moisture sensors in the sample boards; b = Monitoring of the drying program; c = Inspection of the state of lumber at the beginning of the process; d = Definition of the drying program; e = Determination and application of the conditioning (cooling) stage.

Figura 3. Resultados de mejora continua aplicada al proceso de estufado de madera.

Figure 3. Results of the continuous improvement applied to the process of kiln-dried lumber.

El resultado de la aplicación del protocolo y, pese a que se mejoraron algunas variables, se generó inconformidad laboral, debido a que el trabajo, al demandar más cuidado, se torna más lento, y como se paga por lo que se realiza, no existe ninguna ventaja económica para los empleados, razón por la que intentan regresar a su forma tradicional de operar, lo que coincide con lo citado por Hughes (2006). Así mismo, acorde con García-Sabater y Marín-García (2009) es urgente el desarrollo de una política de calidad en la que se recompense a los trabajadores, a medida que aporten mejoras al proceso de secado.

La aplicación del protocolo de mejora continua genera resultados que incrementan la calidad del proceso de secado y optimizan el uso de los recursos humanos y materiales.

Results show that during the third assessment only in the case of the distance between dividers from the stacking criterion, 100% was accomplished with technical specifications. Thus, opportunity areas rise for improvement from the rest of the variables, which should be continuous, even when it might be one at a time until 100% is reached in all variables (Figure 3) For the kiln operation criteria and drying program, operators understand the need to improve, from the visible impact that the wrong-doing or the application of a wrong working plan have upon the costs of drying.

In the improvement of some of the proposed measures for the stacking criterion it is necessary to include the participation of the chairman of the factory, in order to have his authorization to use lumber in good state for making dividers, as only waste

El empleo del protocolo permite detectar variables críticas del proceso de secado en estufa, que mediante mejoras progresivas, redundan en aumentos de la calidad del proceso de secado. Además crear una política de incentivos para los trabajadores, acorde con el aporte que realicen a la mejora del proceso. ▮

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al fondo sectorial CONAFOR-CONACYT por el apoyo financiero al proyecto CONAFOR-2006-420008 "Desarrollo tecnológico para la optimización de los procesos de secado de madera de encino en el estado de Oaxaca" y a la empresa forestal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, por permitir el uso de sus instalaciones industriales y el tiempo de su personal operativo.

REFERENCIAS

- Álvarez N., H. y S. Fernández-Golfín. 1992. Fundamentos teóricos del secado de la madera. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid, España. 193 p.
- Boone, R. S., M. R. Milota, J. D. Danielson and D. W. Huber. 1991. Improve lumber drying program. Quality drying of hardwood lumber: Guidebook-Checklist. Gen. Tech. Rep. FPL-IMP-GTR-2. Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI. USA. 56 p.
- Formento, H., N. Braidot y J. Pittaluga. 2007. El proceso de mejora continua en PYMES Argentinas: Investigaciones y modelos posibles. Universidad Nacional de General Sarmiento. Ebook. 1ª edición. Buenos Aires, Argentina. 72 p.
- García-Sabater, J. J. y J. A. Marín-García. 2009. Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: Un estudio cualitativo en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana. *Intangible Capital* 5 (2): 183-209.
- Hughes, S. 2006. La contextualización y el consenso de buenas prácticas para la mejora continua de convivencia. *Revista Digital Práctica Docente*. (3):1-8.
- Marín-García, J. A., M. Pardo-del-Val y T. Bonavia. 2008. Análisis de programas de mejora continua. Un estudio longitudinal en una empresa industrial. *Gest. Prod., São Carlos* 15 (3):433-447.
- Nolan, G., T. Innes, A. Redman and R. McGavin. 2003. Australian hardwood drying best practice manual. Forest & Wood Products Research and Development Corporation. Victoria, Australia. 490 p.
- Pratt, H. G. 1986. Timber drying manual. Building Research Station. Garston, UK. 115 p.
- Quintanar O., J., M. E. Fuentes L. y R. Flores V. 2009. Manual para el secado en estufa de madera de encinos de Oaxaca. Campo Experimental San Martinito. INIFAP. CIRGOC. Folleto Técnico No. 50. Puebla, Pue. México. 70 p.
- Quintanar O., J. 2009. Capacitación y mejora continua en el proceso de secado en estufa de madera en el estado de Oaxaca. Informe de proyecto. Fondo sectorial CONAFOR-CONACY 2006-COI-6091. Tlahuapán, Pue. México. 19 p.
- Velasco G., Y. S. 2008. Evaluación del desempeño como parte de la mejora continua de un sistema de gestión de la calidad. Trabajo recepcional (Monografía). Maestría en Gestión de la Calidad. Facultad de Contaduría y Administración. Universidad Veracruzana. Coatzacoalcas, Ver. México. 89 p.

material or cuttings are used at present. Therefore, chairmen must be convinced of the importance to optimize resources to improve the quality of the drying process and of the final product.

The result of the application of the protocol, and in spite of having improved some variables, labor uneasiness emerged as tasks become slower since they must be made more carefully, and, as payment responds for what is made, there is no economic advantage for workers, so they get back to their traditional ways to do things, a behavior that is coincidental to what Hughes (2006) quotes. Also, according to García-Sabater and Marín-García (2009) it is urgent to develop a quality policy in which workers are rewarded, in so far as they make contributions to the drying process.

The application of the protocol of continuous improvement produces results that increase the quality of the drying process and optimize the use of human and material resources.

The use of the protocol makes it possible to detect crucial variables of the kiln drying process, which through progressive improvements, result on increments of the quality of the drying process. Also, to create a policy of incentives for workers, in agreement to the contribution that they make to the improvement in progress. ▮

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the CONAFOR-CONACYT sector fund for their financial support provided to the CONAFOR-2006-420008 project entitled "Desarrollo tecnológico para la optimización de los procesos de secado de madera de encino en el estado de Oaxaca" and to the forest company of Ixtlán de Juárez, Oaxaca, for allowing the use of their industrial facilities and the time of their operation personnel.

End of the English version



Los árboles de pino y oyamel, como pacientes centinelas, resguardan a los individuos de *Pseudotsuga*. Ejido Paso Nacional, municipio Tlachichuca, Puebla (Vidal Guerra de la Cruz).