



# **INFORME FINAL**

## **PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 201-2764**

### **"INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CHAPAS DE MADERA DEBOBINADA, DE CALIDAD EXPORTACIÓN "**

EMPRESA --- INFODEMA S.A. ---

INICIO    NOVIEMBRE DE 2001

TÉRMINO

NOVIEMBRE DE 2002

#### **A) RESUMEN EJECUTIVO**

La empresa está inserta en el mercado industrial-forestal nacional y participa en el segmento correspondiente a la manufactura de chapas debobinadas, terciados, placas carpinteras y aglomerados enchapados, posee capacidad para proyectar y desarrollar diversos productos de madera laminada para los rubros industriales de muebles, construcción, manufactura y en general los sectores que emplean partes y piezas de madera, de altas prestaciones.

Dentro de los productos debobinados, la compañía presenta una interesante posición en el mercado nacional e internacional con su línea de productos tulipas. Este corresponde a una sábana o lámina de espesor variable entre 1.6 hasta 3.2 mm, que se obtiene cilindrando con una cuchilla un tronco previamente tratado, sin que se produzca pérdida de material. Corresponde a un producto intermedio, destinado a la producción de terciados y piezas unidireccionales, ha sido desarrollado de manera prácticamente original a través de un esfuerzo de investigación y desarrollo de la compañía. Inicialmente el producto se fabricó con el concurso de maquinaria de antigua tecnología y estaciones de trabajo intensivas en mano de obra, posteriormente y gracias a la experiencia acumulada, la compañía emprendió el desarrollo de una línea de producción de mejor performance, que hoy se continúa empleando en el proceso productivo.

El proceso de producción de tulipas es susceptible de mejorarse o rediseñarse bajo nuevas conceptualizaciones de manufactura en los aspectos de tecnología, eficiencia y productividad. Algunas de las tecnologías de producción que actualmente se emplean ya están en el límite de obsolescencia técnica, hecho que redundará en una importante disminución de productividad, aumento de los costos de producción por reproceso e incipiente decremento de la calidad de los productos. Por otro lado, los recientes avances, a nivel mundial, en las técnicas de

debobinado y secado de láminas de madera indican que es posible introducir desarrollos y mejoras significativas en estas dos áreas de producción. Junto a esto, la empresa prevé el desarrollo de procesos de macerado de troncos altamente tecnificados, gracias al conocimiento adquirido a través de años de trabajo con especies nativas y pino radiata. Adicionalmente, el conocimiento de la operación actual le ha permitido a la empresa vislumbrar el desarrollo de nuevas formas operacionales de gran expedición, que tienden a optimizar el rendimiento de los equipos de proceso existentes con pequeñas transformaciones. Se estima que la introducción de estas nuevas tecnologías de manufactura y la modificación de algunos aspectos productivos, inducirán notables mejoras de calidad de los procesos y de los productos. Adicionalmente, se pretende producir una interesante reducción de costos de producción ligado al aumento de productividad de un sistema de producción con tecnología de punta a nivel mundial.

La empresa ha acumulado suficiente experiencia y conocimientos de ingeniería de procesos de transformación de madera para emprender el desarrollo de una línea de producción de tulipas, de gran performance y disponibilidad. Así, este proyecto planteaba el desafío de diseñar, desarrollar y caracterizar una línea de producción de tulipas, para una producción de unos 9.000 m<sup>3</sup> por año.

El interés de este proyecto se centró en desarrollar mejoras cuantitativas de proceso y aumentos de calidad de los productos. El desarrollo de esta nueva tecnología productiva comprende aspectos de diseño general, diseño industrial y diseño de procesos.

## **B) EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA**

La entrada del producto al mercado y el auge de la construcción en el país, durante los años anteriores, propició el desarrollo de nuevos productos a base de tulipas. En efecto, actualmente INFODEMA ofrece al mercado nacional e internacional sus productos: terciados, placa carpintera, chapa decorativa, pisos y matter. En el mercado nacional la demanda por estos productos ha aumentado progresivamente, como se visualiza al observar la presencia de ellos en los principales centros de venta de materiales de construcción (HOME DEPOT, CONSTRUMART, Distribuidores varios). Se sospecha que la reactivación económica que se avecina influirá positivamente sobre la demanda de los productos en cuestión. Por otro lado, en el ámbito de las exportaciones a Europa y Norteamérica, sin mayores esfuerzos por desarrollar mercados, la empresa coloca anualmente unos 4800 m<sup>3</sup> de tulipas.

Sin embargo, aun cuando el producto ha ganado prestigio y confiabilidad, la empresa estaba enfrentando una mayor demanda del producto y estimaba que era el momento de emprender una campaña de investigación y desarrollo de

tecnologías de debobinado de alta performance y rendimiento para su proceso de producción de tulipas que permitiera introducir mejoras cuantitativas a los procesos de producción. En efecto, los contactos comerciales de INFODEMA, en los mercados internacionales, le auguraban una sobredemanda de al menos el 100% de su producción actual.

Los principales objetivos técnicos alcanzados en este desarrollo son los siguientes:

- Revisar, analizar y estudiar las más modernas tecnologías de producción de que son aplicables para la producción de chapas debobinadas de pino radiata y maderas autóctonas, con espesores entre 1.6 y 3.2 mm.
- Desarrollar un programa de investigación y desarrollo tecnológico, para obtener procedimientos de macerado de troncos, debobinado y secado de chapa, que proporcionen máximo aprovechamiento de la materia prima y la más alta calidad de los productos finales, compatibles con las exigencias de los mercados de exportación.
- Desarrollar un programa de investigación de tecnologías operacionales, que contribuya a optimizar el empleo de los recursos productivos y a una drástica reducción de los costos variables de producción.
- Desarrollar nuevas tecnologías y equipamientos para la producción industrial de chapas debobinadas.

### **C) METODOLOGÍA Y PROGRAMA DE TRABAJO**

La metodología de investigación y de desarrollo propuesta en este proyecto de Innovación Tecnológica es la siguiente:

#### **a. Establecimiento del concepto de diseño optimizado de la línea de producción de tulipas y de su lay-out**

Comprende la revisión y síntesis de los problemas de diseño, de operación y de calidad de los productos, que hasta el momento ha exhibido la línea de producción actual. Especial atención se dedica a los problemas de operatividad y problemática de mantenimiento. Para ello se contempla efectuar una revisión crítica de los procesos y operaciones en la línea de producción tomando en cuenta los balances energía y de flujo de materiales. En esta etapa se cuantifican las pérdidas de materia prima, la eficiencia de las operaciones en cada estación, el tiempo total de ciclo y el rechazo de productos. Sobre esta base, se definen variables de solución para diseñar los aspectos específicos de desarrollo. En esta etapa se recurre a catálogos de equipos, se efectúan revisiones bibliográficas y se desarrolla una visita técnica a un centro europeo de producción de tulipas.

#### **b. Diseño y evaluación de tecnologías y procesos optimizados de producción de tulipas, que comprende el diseño, estudio y caracterización**

experimental de los procesos unitarios en la línea. Incluye el análisis, diseño y simulación de nuevas tecnologías y políticas operacionales aplicables a cada subproceso. Las técnicas a emplear comprenden el diseño y desarrollo, a nivel prototipo, de dichas unidades optimizadas y su evaluación experimental.

Para la operación de macerado se diseñan y evalúan programas de carga diamétrica y por especies. La técnica para definir las muestras a ensayar requiere el análisis de la distribución diamétrica y la identificación estadística de las especies en cada muestra. Los parámetros evaluados son la cantidad de carga admitida, el tiempo de residencia y la penetración de temperatura y humedad. Estos últimos se evaluaron mediante sensores de temperatura y humedad estratégicamente insertados en trozos seleccionados. Para introducir innovaciones en la operación de debobinado se diseñaron y evaluaron programas de coordinación de carga y de clasificación de tulipas en verde. Los programas de coordinación de carga consideraron la operación con cargas diamétricas estadísticamente conocidas para cada especie procesada. Se exploró la posibilidad de disminuir los tiempos de debobinado por efecto de acortar los tiempos de manipulación, de cambio de herramientas, de corte y de transferencia. Para la clasificación en verde se exploró la introducción de transfer mecánicos y neumáticos con sensores ópticos y de humedad. Se persigue obtener un sistema de clasificación de alta confiabilidad y bajo tiempo de ciclo.

En secado, se evaluó la conveniencia y oportunidad de introducir nuevas tecnologías a base de intercambiadores de calor de alta eficiencia (de contacto vapor-gas y/o de tecnología infraroja) y su efecto sobre la operación de secado final en horno. La tecnología de calefacción se seleccionó evaluando programas de secado para cada especie a procesar. Estas evaluaciones incluyeron la determinación de tiempos de residencia, la eventual necesidad de humectación durante el secado, la administración de energía para calefacción, la administración del flujo de aire de secado y el estado de esfuerzos residuales de las láminas secas. Las variables a controlar son: la humedad de entrada y de salida, el consumo de vapor, la velocidad de proceso y la productividad alcanzada.

*Esta fase del desarrollo condujo a una nueva tecnología optimizada de la línea de producción de tulipas.*

- c. **Producción y caracterización de los componentes integrantes de la línea, preensamblaje y pruebas en vacío.** En esta fase del proyecto se materializaron las estaciones de proceso con la introducción de las innovaciones antes señaladas y se procedió al preensamblaje de la línea optimizada de producción de tulipas. Se analizaron las condiciones de montaje y de las conexiones entre unidades, alimentaciones de servicios requeridos, operatividad de los sistemas de control y operabilidad desde la perspectiva del

hombre. Aquí se condujeron pruebas de funcionamiento en vacío y se efectuaron las correcciones pertinentes.

- d. **Evaluaciones de performance de la línea, pruebas de funcionamiento real y caracterización de los productos.** Comprendió la instalación y montaje de la línea en su emplazamiento definitivo para efectuar pruebas de producción en condiciones reales. Involucró la determinación de capacidad y el análisis de comportamiento de las unidades de proceso y la evaluación de la performance global de la línea.

Las variables independientes son la cantidad y tipo de carga admitida a proceso, el número de campañas a realizar por día y el tipo de materia prima a emplear. Las variables que se controlaron fueron el flujo de materias en las diferentes estaciones, el consumo de potencia y el comportamiento global de las unidades, la tasa de producción y la calidad de las tulipas, la generación de excedentes a reciclar, y el comportamiento y performance global de la línea.

Las evaluaciones de calidad de los productos obtenidos se condujeron mediante análisis de humedad final de secado, apariencia global y nivel de esfuerzo residual.

El programa de trabajo de este proyecto consistió de las siguientes actividades:

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PLAZO meses	ACT PREVIA
1	Estudio y diseño conceptual de la línea de producción de tulipas.	Estudio bibliográfico, lay-out, balances de masa y energía, análisis de la operación anterior. Planeamiento y realización de gira técnica a Europa	1	
2	Diseño de procesos y estaciones optimizadas.	Cálculo y simulación de operación de equipos y unidades, generación de planos, listas de materiales y memorias de cálculo.	2	1
3	Diseño de detalles y de sistemas auxiliares.	Especificaciones de sistemas de control y de fuerza, diseño estructural, diseño de detalles para montaje.	1	2
4	Programa de pruebas de procesos optimizados.	Diseño de cargas, análisis diamétrico, estadística de especies por carga, pruebas de macerado. Pruebas de debobinado, análisis de operaciones de carga, pruebas de clasificación en verde. Pruebas de secado. Análisis de operaciones de carga y descarga, análisis de performance de secado con dos tecnologías diferentes, análisis de esfuerzos residuales.	3	3
5	Programa de producción y especificaciones de inspección y control de calidad.	Cronograma de fabricación y montaje, especificaciones de procesos de producción, especificaciones de control de calidad y recepción de equipos y componentes.	1	4
6	Adquisición de materiales y equipos.	Emisión de órdenes de compra, inspección y recepción de materiales y componentes.	3	4,5

7	Producción de las unidades y componentes integrantes.	Fabricación, contratación de servicios externos de fabricación, inspección y control de calidad final.	2	6
8	Caracterización de las unidades producidas y preensamblaje de la línea.	Estudios de consumo de potencia y velocidad en vacío, análisis de capacidad de los equipos, ensamblaje de la planta, análisis de problemas de montaje, premontaje de servicios y análisis de prestaciones.	1	7
9	Pruebas de producción y de funcionamiento real.	Ejecución de obras, montaje, pruebas en vacío, pruebas con carga y obtención de registros de operación (velocidad, flujo, potencias, producción), análisis de comportamiento real.	2	8
10	Evaluaciones y caracterización de la línea y de los productos obtenidos.	Evaluaciones de producción para las campañas realizadas, obtención de rendimientos, obtención del costo de operación, obtención de curvas de rendimiento vs velocidad. Análisis de calidad de productos.	2	9
11	Síntesis y correcciones.	Generación de manuales de mantenimiento, generación de manuales de operación y de productos.	1	10

## D) RESULTADOS

Los resultados del proyecto se informan en el anexo Informe Técnico adjunto.

## E) IMPACTOS DEL PROYECTO

- Aumento de la productividad y de la producción global de la empresa, con la posibilidad de enfrentar la demanda de diversos tipos de productos a base de tulipas de pino o de madera nativa. La empresa apuesta a un aumento de producción de al menos un 50% gracias a que la tecnología desarrollada permite un trabajo de gran continuidad productiva.
- Disminución sustancial de los costos directos de producción al incorporar tecnologías que optimizan el empleo de la materia prima, reducción de la intervención de operadores y reducción del rechazo de producción por minimización de los defectos de proceso.
- Sustancial aumento de la calidad de los productos gracias al desarrollo e introducción de nuevas y mejoradas tecnologías macerado y secado.
- Desarrollo de nuevos productos y servicios, aumentando la capacidad de oferta de la industria a otros productos similares o a otros mercados. El proceso productivo, por ser de alta flexibilidad, permite el procesamiento de pino y madera nativa.