

3139

668.42
I 42
2002
C

PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA
INFORME FINAL

TITULO

**INNOVACIÓN EN EL ESPUMADO DE POLIMEROS DE PET
RECICLADO PARA ENVASES DE FRUTA DE EXPORTACION**

CODIGO DEL PROYECTO : N° 200-2413

ENTIDAD PATROCINADORA
CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

ENTIDAD EJECUTORA
INDUSTRIA DE ENVASES TYPACK S.A.

MARZO DE 2002.-

668.42
I 42
2002

GERENCIA FONTEC	
ENTRADA	28 MAR. 2002
TRAMITE
SALIDA

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compite con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

<u>TEMA</u>	<u>PAG.</u>
ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	01
SÍNTESIS DEL PROYECTO.....	02
RESULTADOS DEL PROYECTO.....	02
CONCLUSIONES.....	03
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	03
OBJETIVOS TÉCNICOS.....	03
TIPO DE INNOVACIÓN DESARROLLADA.....	05
METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	05
RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.....	05
BIBLIOGRAFÍA.....	06
ESTUDIOS A NIVEL LABORATORIO	06
DIAGRAMA DE FLUJO.....	09
DETALLE DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	10
CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	14
EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONOMICA DEL PROYECTO.....	15
PLAN DE TRABAJO (CARTA GANTT).....	16
RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIÓN.....	17
RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	19
CUADRO RESUMEN DE GASTOS REALES.....	20
DOCUMENTACIÓN DE RESPALDO POR GASTOS.....	23

A) RESUMEN EJECUTIVO

1.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La industria de envases Typack S.A., fue constituida el 24 de Agosto de 1984 ante el Notario público Sr.Horacio Soissa Batifoulie, titular de la sexta notaría de Santiago, e inscrita en fojas 12496, número 6866 del registro de comercio en el repertorio con el N° 72973 Santiago, 24 de agosto de 1984 y siguientes del conservador de bienes raíces de Santiago , y publicada en el diario oficial del 3 de Septiembre de 1984 en la edición N° 31.964.

El objeto de la sociedad será la fabricación, comercialización, distribución, representación, importación y exportación de toda clase de envases, productos plásticos y afines.

Actual estructura accionaria de Typack S.A. :

Empresas	Acciones	porcentaje (%)
Inversiones Trinitaria S.A.	59.381	29,84
Peter McRostie Cooper	49.484	24,86
Inversiones Proinvest S.A.	39.587	19,89
Inversiones Puyuhuapi	19.793	9,95
Inversiones PELP S.A.	19.793	9,95
Inversiones Huechuraba S.A.	9.897	4,97
Valentín Magallanes Buzeta	714	0,36
Mauricio Camus Arenas	375	0,18
TOTAL	199.024	100

Antecedentes comerciales por ventas entre 1995 y 1999 (expresadas en \$).

1995	768.399.882
1996	924.520.810
1997	915.893.471

1998 1.135.039.032
1999 1.874.988.236

Sus principales clientes son: HORTIFRUT, DOLE, CHIQUITA-ENZA, VICONTO, FRUSAN, DAVID DEL CURTO, PARMALAT, SOPROLE.

2.- SÍNTESIS DEL PROYECTO DE INNOVACION

El proyecto a desarrollar consiste en el diseño conceptual y del proceso industrial tendiente a la elaboración de envases de PET reciclado espumado especialmente orientados al mercado hortofrutícola.

El proyecto se fundamenta en la explotación del mercado nacional del PET reciclado, el cual mediante un sistema de espumado permita el desarrollo de envases con características especiales y que se destinan a al mercado de frutas de exportación de gran delicadeza y que requieren de un envase espumado. Este desarrollo permitiría sustituir otras alternativas existentes en el mercado y que no satisfagan a cabalidad los requerimientos de la agroindustria.

Esto permitirá ampliar los usos de material de desecho en una forma mas noble y dar mayor valor agregado a estas materias primas que se exportan a valores que cubren solo el transporte, permitiendo además solucionar problemas medioambientales tales como:

- Reducción de contaminantes producto de la incineración del PET
- Ahorro energético
- Medio ambiente limpio de contaminantes inventariables
- Desarrollo d un producto reciclable.

3.- RESULTADOS DEL PROYECTO

Durante las etapas de extrusión y espumado se detectaron algunos problemas para eliminar la humedad del PET, tal como se detalló en el informe de avance 01/2001 de Septiembre de 2001, los que luego de termoformado el envase provocaron debilidad en las paredes de éste dificultando el manipuleo al contener la fruta en su interior, rompiéndose muchos de ellos.

Este problema se agravó aun mas cuando la fruta envasada se puso en frío rigidizando el envase y aumentando su fragilidad haciendo prácticamente imposible el tomar un envase pues se rompían con mucha facilidad.

4.- CONCLUSIONES

A la vista de los antecedentes mencionados y habiendo agotado los medios factibles de emplear para la solución de los problemas dados, es que concluimos que en tanto no podamos encontrar un medio para evitar el excesivo debilitamiento del material al espumarse, no se puede aplicar como embalaje para el mercado agroindustrial.

B) EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA

1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto desarrollado se fundamentó en la necesidad de ampliar los usos del PET de desecho otorgando un mayor valor agregado a estos materiales y de paso solucionando algunos problemas medioambientales tales como:

- Mantenimiento de un medioambiente limpio de contaminantes
- Reducción de las emisiones contaminantes producto de la incineración de los plásticos PET sobrantes y que no se pueden importar.
- Ahorro energético proveniente por un lado de lo innecesario de producir materia prima que es reemplazada por el PET reciclado, y por otro lado de la reducción en las tasas de incineración.
- Desarrollo de un producto 100 % reciclable.
- Cumplimiento con las normativas de reciclaje mínimo imperantes en los países desarrollados.

2.- OBJETIVOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

Los principales objetivos técnicos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este proyecto, son los siguientes:

- Realizar una selección de procedimientos para la obtención y purificación del PET a reciclar en función de las características físico-químicas del aditivo químico (espumante) a evaluar.
- Analizar diferentes compuestos químicos espumantes para seleccionar el que mejor se adecúe a las condiciones de operación de la Empresa.

- Evaluación de las características que presenta el PET reciclado espumado en comparación al poliestireno espumado, PP, y ABS en relación a:
 1. Cumplimiento de normas (nacionales y extranjeras).
 2. Evaluación de diagramas de flujo productivo.
 3. Análisis de costos operativos.
 4. Lay out de las instalaciones.
 5. Comportamiento físico químico en el proceso.

- Estudiar la necesidad de combinaciones con otras materias primas o mezclas para satisfacer los distintos requerimientos impuestos por la industria de empaques plásticos.
- Diseño y desarrollo de matrices y moldes de prueba que permitan evaluar limitaciones en el espesor y tamaño de lámina.
- Diseño de una línea de proceso que sea técnicamente factible de escalar industrialmente.
- Fabricación de prototipos de envases (bandejas y clamshell)
- Evaluación de los prototipos en fábrica y en terreno.

Es importante destacar que el nuevo producto que se pretende desarrollar, actualmente no cuenta con una línea nacional de producción industrial.

El abastecimiento actual de este tipo de envases , se hace con alternativas comerciales que técnicamente no cumplen con todos los requerimientos de la fruta.

De acuerdo a lo señalado la Empresa tiene una ventaja comparativa ya que sería la primera en proveer al mercado nacional de envases de PET para pomáceas, satisfaciendo los requerimientos del mercado, lo cual le permitiría liderarlo al ser el pionero en esta tecnología.

Otras ventajas comparativas son su menor precio de introducción, debido al bajo costo por ahorro y valor de adquisición de la materia prima y del punto de vista técnico se espera un mejor comportamiento con la fruta en relación a las alternativas vigentes.

3.- TIPO DE INNOVACIÓN DESARROLLADA

La innovación consiste en desarrollar la tecnología de espumado químico del PET reciclado.

La mayor importancia de ésta radica en que sustituirá la tecnología actual de espumado de polímeros que requiere de maquinarias y procesos complejos y caros. Con esto se posibilita el desarrollo de productos que en la actualidad no tienen viabilidad económica.

C) METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

La estructura básica de la metodología usada en las distintas etapas del proyecto es la siguiente:

1. Recopilación de antecedentes.
2. Estudio a nivel de laboratorio.
3. Producción piloto.
4. Evaluación técnico económica del proyecto.

1.- RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

La recopilación de antecedentes se inicia al realizar las primeras comparaciones técnicas entre los materiales espumados o de pulpa de papel que ya se encuentran en el mercado, versus el pet reciclado. En esta etapa se revisaron los costos de producción de uno y otro material, las ventajas que presenta cada uno de ellos para contener en forma segura la fruta mas delicada para exportación y la capacidad para cumplir con las especificaciones técnicas de los embalajes fruteros, tales como: limpieza, rigidez, resistencia a la tracción, color amortiguación a los golpes, etc.

Una vez verificada la factibilidad técnica y económica de producir pet espumado, se comenzó a reunir información acerca de los agentes espumantes y su posible compatibilidad con el pet reciclado, se revisaron las cartillas

técnicas de los diferentes productos y se analizaron artículos publicados acerca del tema en la bibliografía técnica disponible.

BIBLIOGRAFÍA

- H.L. Garrett, D.A.Krueger, E.J. Wilson. “A study of the surfaces and internal carácter of structural foam molding using light microscopy and surface profiling microscope” , (1997) págs. 33 – 51.
- H.L. Garrett, D.A.Krueger, E.J. Wilson. “Factors affecting surface splay and sub-surface voids in structural foam molding” (1987) pág 62.
- Michael E. Reedy. “Chemical Foam Assist” Reedy internacional corporation (RIC), Structural foam molding tecnology.
- Currie, Larry: “challenge of building an injection mold” (1995), págs. 2-5.
- Kumar, Vippin. “Microcellular polymers : Novel materials for the 21 st century”, “celular polymers”, (1992) págs. 1-7.
- Wessling, M. Et. Al., “Carbón dioxide foming of glassy polymers” Journal of applied polymer science Vol 53 (1994) pags. 1947-1512.
- SAFOAM “Product selection”, Manual del fabricante.

Con la información reunida se comenzaron las pruebas en máquina realizando las correcciones de proceso que fueron necesarias según el comportamiento del material en la extrusora, también se hicieron algunas modificaciones en la máquina empleada para las pruebas de modo de hacer el proceso mas eficiente. Con los datos de proceso obtenidos se revisaron las alternativas de equipos y maquinarias disponibles en mercado buscando las que se acomoden a las exigencias de esta innovación técnica, de tal modo se consiguió montar una línea de proceso para la extrusión con inyección de gas CO2 para espumar el pet reciclado.

2.- ESTUDIOS A NIVEL DE LABORATORIO.

Con la asesoría del Sr. Graiham Chang, experto en termoplásticos, comenzaron las pruebas a nivel de laboratorio. En esta fase se determinaron las dosificaciones de todos los componentes de la mezcla y la forma de aplicación de los agentes espumantes analizados al proceso de extrusión.

También se realizaron ensayos a los distintos materiales previo a su incorporación a la mezcla para determinar sus características :

Densidad

Viscosidad intrínseca

Índice de fluidez

Higroscopía

Todos estos análisis se realizaron según lo dispuesto en las normas de calidad internacionales A.S.T.M, y están referidas al material en estado sólido bajo la apariencia de gránulos, pellets o escamas.

Una vez extruída la lámina se realizaron algunos ensayos mecánicos para verificar que dicha lámina cumpla con los requerimientos de la empresa frutera, en especial lo relacionado con resistencia, elasticidad y permeabilidad.

Estos ensayos son :

- 2.- Transmitancia al calor
- 3.- Grado de transmisión de vapor de agua.
- 4.- Permeabilidad al gas (CO₂ y O₂).
- 5.- Resistencia a la tracción.
- 6.- Resistencia a la compresión.
- 7.- Resistencia a la propagación del arranque.
- 8.- Elongación plástica.
- 9.- Elongación de ruptura.
- 10.-Módulo de elasticidad.
- 11.-Resistencia al impacto izod, y su variación con la temperatura.
- 12.-Resistencia al rasgado.

Una vez que se obtuvo una lámina que cumpliera cabalmente con las exigencias dadas, se fabricó la necesaria para el termoformado de 10.000 envases tipo clamshell y bandejas para realizar pruebas tendientes a determinar algún factor de potenciamiento, o de pérdida que pudiese ocurrir en las características de los distintos componentes del material reciclado espumado. Las pruebas de laboratorio a las que fueron sometidos estos envases son:

- 1.- Resistencia a la tracción.

- 3.- Resistencia al rasgado.

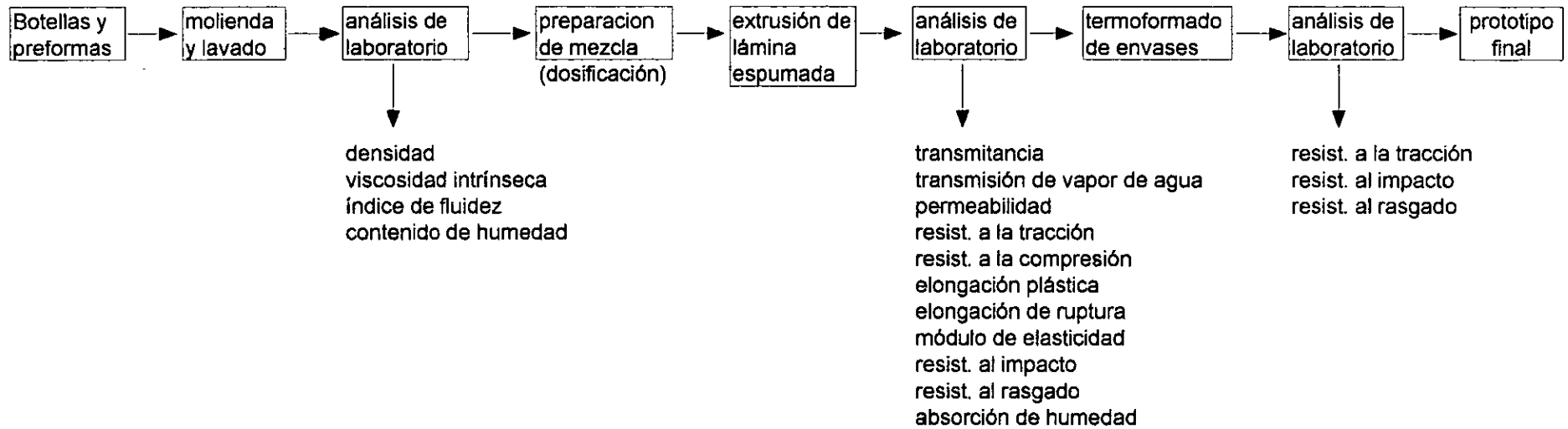
Paralelamente se compararon los valores obtenidos con los valores típicos de otros plásticos espumados que se encuentran en el mercado, de manera de corroborar la validez práctica de estos valores y asegurar que estos envases cumplan con los requerimientos técnicos solicitados.

Para un mejor entendimiento del proceso realizado se incluye un flujograma de éste (fig 1) indicando el momento en que se realizan los análisis de laboratorio. También se detallan a continuación cada uno de los ensayos realizados.

DIAGRAMA DE FLUJO

(Fig. Nº 1)

INICIO



DETALLE DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.

a) Índice de fluidez:

Este análisis se encuentra en normas A.S.T.M. bajo el número D-1238-94a, es el más común de los ensayos practicados a los materiales termoplásticos y el resultado está directamente relacionado con el peso molecular del polímero, con su estructura morfológica y con la homogeneidad del largo de las moléculas, todas estas características indicadoras de las propiedades mecánicas y físicas que poseerá el envase plástico una vez terminado.

Este ensayo se realiza al material antes de ser extruido y para ejecutarlo es necesario un plastómetro, que es un instrumento que consiste basicamente en un cilindro vertical dispuesto dentro de un medio que puede ser calentado a través de una resistencia eléctrica hasta una temperatura específica y ser controlado con una exactitud de ± 0.2 °C. Este cilindro posee en su parte inferior una abertura normada (2,0955 mm.) y dentro de él calza un pistón al que en su parte superior se le acopla un peso determinado por la norma. Para determinar el índice de fluidez se coloca dentro del cilindro calentado a 250°C, una porción (5Grs.) del material a ensayar y se introduce el pistón por la boca superior con el peso determinado (2,16 Kgs.) de tal manera que ejerza presión sobre el material fundido y éste comience a fluir a través del orificio inferior del cilindro. Se toman varias muestras en un tiempo determinado y se pesan, expresando el valor promedio obtenido, en gramos / 10 minutos.

b) Resistencia al impacto :

Este ensayo lleva el número D-256-93a de las normas A.S.T.M. y se practica a la lámina extruida para comprobar la resistencia que opone a ser perforada por un cilindro estandarizado por medio de un golpe con una fuerza determinada. este análisis nos da una idea de la resistencia que poseerá el envase que se termoforme con la lámina ensayada.

Para efectuar el análisis se corta una probeta circular de la lámina y se fija en la mordaza del instrumento de modo que no queden pliegues y se aprieta con los tornillos de fijación. Una vez fijada la probeta se levanta el brazo metálico, en cuyo extremo lleva el cilindro de un diámetro estándar, y se fija en la posición en que el brazo metálico queda en forma horizontal, se pone la escala graduada en 0 y se acciona el mecanismo que suelta el brazo, éste realiza una trayectoria circular por caída libre y el cilindro impacta a la probeta provocando la rotura de ésta, se anota el valor indicado en la escala graduada y se repite el ensayo 5 veces sacando probetas de diferentes zonas de la lámina, el resultado es el promedio de todos los valores obtenidos relacionados con el espesor de la probeta.

c) Resistencia al rasgado :

Consiste en tomar una probeta rectangular con dimensiones dadas de la lámina a ensayar se fija en las mordazas del instrumento y se le practica un corte inicial para guiar el rasgado, luego por medio de una fuerza determinada se rasga la probeta tomándose la lectura en la escala graduada del testeador. Se realizan 5 mediciones en el sentido longitudinal y 5 en el sentido transversal, siendo los valores informados los promedios de cada grupo.

d) Determinación de la absorción de humedad :

Lleva la denominación A.S.T.M. 570-81 y sirve para determinar la humedad que es capaz de absorber el material molido o la lámina extruída.

Para determinar humedad del material molido se toma una muestra (20 grs) del material y se introduce en el determinador de humedad, el cual cuenta con una balanza de alta precisión (0,00001 grs), luego esta muestra es sometida a luz infrarroja a una temperatura de 110 °C por el tiempo que sea necesario hasta quedar completamente seca. Por diferencia de peso el instrumento arroja el valor de la humedad que contiene el material, expresado en ppm (partes por millón).

Este valor es sumamente importante pues la cantidad de humedad contenida en el material a extruir no debe exceder ciertos límites, ya que el exceso de humedad provoca problemas de extrusión y reduce considerablemente las propiedades mecánicas de la lámina obtenida.

Para determinar la absorción de humedad de la lámina, se corta un disco de un diámetro determinado por la norma y se mide su peso y su espesor, previo a esto la probeta debe ser acondicionada a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a 50 % de humedad relativa por un lapso de tiempo (24 Hrs.), una vez realizadas las mediciones se sumerge la probeta en agua destilada a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se mantiene allí por 24 horas, transcurridas las cuales se repiten las mediciones efectuadas y por diferencia se obtiene la cantidad de agua absorbida por la probeta expresando el valor en porcentaje (%).

e) Determinación de la densidad aparente :

Norma A.S.T.M. D-792-91; Consiste en pesar una muestra (x Grs.) del material y luego, sumergirla en agua para determinar su volumen (en Cm^3). La densidad se expresa en Grs/Cm^3 y es un valor que es necesario tomar en cuenta antes de la extrusión ya que es vital para el manejo de las presiones constantes dentro del extrusor y para conseguir un espesor homogéneo.

f) Determinación de la temperatura de deflexión bajo carga :

Norma A.S.T.M. D-648. Consiste en someter a una probeta rígida fabricada con el material y apoyada solo en sus extremos, con dimensiones dadas, bajo condiciones de temperatura y de humedad relativa controladas, a una fuerza ejercida por un pistón con una carga (P) fija, el cual es controlado por un micrómetro de contacto que mide cualquier desplazamiento que éste tenga a consecuencia de una deformación que ocurra en la probeta. El inicio del ensayo es a 23°C , desde allí se comienza a aumentar la temperatura hasta provocar una deformación permanente en la probeta.

Este análisis se realiza para determinar la temperatura máxima a la que puede estar expuesto un envase sin sufrir deformaciones que puedan afectar su eficiencia y su resultado se expresa en °C.

h) Dureza Rockwell : (A.S.T.M. D-785-93).

Este ensayo se realiza por medio de un testeador de dureza y consiste básicamente en exponer una probeta sólida y rígida del material, con dimensiones mínimas especificadas en la norma, a la penetración gradual de una bolita de acero de un diámetro estándar y bajo una carga determinada, realizando luego la lectura del valor obtenido en la pantalla del testeador, expresado en unidades Rockwell.

i) Contracción en el molde : (A.S.T.M. D-955-89).

Consiste en medir las dimensiones de un molde determinado que puede ser una barra o un disco, para luego, por medio de inyección y a una temperatura, presión y tiempo determinado, se moldea la pieza en el plástico a ensayar y una vez solidificada se realizan nuevas mediciones determinando el encogimiento que tuvo la pieza moldeada expresando el valor en mm/mm.

Este análisis es importante de realizar para darle las dimensiones exactas al molde de termoformado de modo que la pieza final quede conforme al diseño.

j) Resistencia a la tracción : (A.S.T.M. D-638).

Para practicar este ensayo es necesario contar con un dinamómetro, que es un aparato que consiste en dos mordazas (una fija y otra móvil) separadas a una distancia dada y dispuestas en sentido vertical. Por medio de una fuerza motriz la mordaza móvil inferior se va separando a una velocidad constante provocando una tensión en la probeta colocada en las mordazas y dicha tensión se va registrando en una escala graduada y simultáneamente en un gráfico fuerza - deformación.

Para realizar el ensayo de tracción se fija la probeta de dimensiones dadas en las mordazas y se pone en marcha el dinamómetro, la probeta es tensionada hasta romperse y allí se pueden realizar las siguientes mediciones :

Tensión de ruptura : es la resistencia máxima que soportó la probeta antes de romperse y su valor queda expresado en Gramos-fuerza.

Elongación de ruptura : Es el estiramiento máximo que sufre la probeta hasta el momento de romperse y su valor queda expresado en porcentaje (%).

Módulo de elasticidad : Es el área bajo la curva fuerza-deformación desde el punto cero hasta el punto en que la probeta continua deformándose y la fuerza se mantiene constante (punto de fluencia).

Elongación plástica : Es el estiramiento de la probeta desde la partida hasta el punto de fluencia.

La resistencia a la tracción y sus valores asociados (elongación y elasticidad) es uno de los ensayos mecánicos mas importantes, y en el caso de las probetas de pet espumado se han detectado valores por debajo de lo esperado.

3.- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Considerando todos los antecedentes recopilados en las etapas anteriores y teniendo en cuenta las pruebas de laboratorio practicadas a los envases de prueba, se desarrolló la ingeniería básica y de detalle para la construcción de matrices de termoformado y corte para realizar la fabricación de 50.000 envases (clamshell y bandejas) de PET reciclado espumado, los cuales fueron probados en terreno

En esta etapa fué necesario trabajar en conjunto con las empresas fabricantes de matrices, para el diseño óptimo, considerando aspectos de temperatura, tipos de material para matrices y su comportamiento en calor, sistemas de

refrigeración de matriz existentes, presión de vacío para el termoformado, elección del material para fabricar cuchillos de corte, etc.

En esta etapa se realizó el diseño de la red de controles a realizar en cada etapa del proceso productivo para asegurar que las variables de éste se encuentren bajo control y que los prototipos sean de la calidad esperada y cumplan con las exigencias solicitadas. Basicamente los controles que se realizan son:

- Análisis de la materia prima
- Chequeo de las variables de operación del equipo extrusor.
- Control de dosificación agente espumante
- Controles a lámina extruida.
- Verificación de variables en termoformado.
- Control dimensional de los envases.
- Análisis mecánicos a los envases.

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONOMICA DEL PROYECTO

En esta etapa se hicieron las primeras pruebas a nivel industrial con frutas pomáceas, directamente en diversos packing de la industria frutera. Las bandejas y clamshell prototipo fueron probadas en condiciones reales de manipuleo y baja temperatura, agravándose aquí los problemas de pérdida de resistencia detectados previamente en los ensayos de laboratorio que fueron informados en el informe de avance 01/2001 de Septiembre 2001.

Debido a estos problemas de resistencia, al cargar la bandeja con la fruta y levantarla, un 50 % de éstas se rompen y la fruta se cae. Este porcentaje aumenta al estar la bandeja dentro de las camaras de frío, ya que se aumenta la fragilidad con la baja temperatura.

Debido a los problemas mencionados se debieron interrumpir las pruebas de terreno y dejar el proyecto detenido en este punto.

PLAN DE TRABAJO EJECUTADO (CARTA GANTT)

MESES

ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
RECOPILACION ANTECEDENTES	X												1
PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO		X	X	X									3
DESARROLLO DEL PROTOTIPO					X	X							2
INGENIERÍA BASICA					X								1
INGENIERIA DE DETALLE						X							1
EVALUACION DEL PROTOTIPO							X	X	X	X	X	X	6
EVALUACION DISEÑO							X	X					2
PRUEBAS EN TERRENO							X	X	X	X	X		5
EVALUACION FUNCIONAL									X				1
APLICACIÓN DE LA INNOVACION													0
CONCLUSIONES												X	1

D) RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIÓN

Tal como se informó en el capítulo anterior, a contar de las pruebas en terreno se comenzaron a presentar graves problemas de resistencia en las bandejas de prototipo, acrecentados por la baja temperatura a que es almacenada la fruta en los packing fruteros. Esta baja de temperatura debilita en forma excesiva la bandeja al acercarse mucho a la resina plástica a su temperatura de transición vítrea, que es la temperatura a la cual un plástico pasa de un estado gomoso y flexible, a otro frágil y quebradizo, haciéndose más crítica esta condición, cuanto más baja la temperatura.

Si a lo anterior le sumamos el espumado a que fue sometida la resina llenándola de burbujas de aire, la resistencia se reduce a niveles tales que no es capaz de resistir el peso de la fruta haciendo colapsar la bandeja.

Por tanto se concluye el presente proyecto con la inaplicabilidad de la innovación a los fines programados por debilitamiento excesivo del material espumado.

E) ANEXOS

1.- RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS (N°1)

2.- RESUMEN DE GASTOS REALES (N°2)

