

1 Introducción

Las tendencias mundiales actuales sobre la migración de la madera al plástico, además del creciente interés en reducir la deforestación, se suman a las ventajas asociadas a la reducción de costos productivos a largo plazo, la posibilidad de incrementar la ergonomía, evitar daños a personas y/o cargas con objetos filosos, entre otras ventajas de diseño que se pueden optimizar con el empleo del plástico. El pupitre plástico rotomoldeado representa un claro ejemplo de ello.

En Poliolefinas Internacionales, C.A. Polinter estamos dispuestos a colaborar y emprender nuevas iniciativas que promuevan el uso de las resinas de Polietileno, marca comercial Venelene® que producimos, en forma amistosa con el ambiente. Para ello contamos con el apoyo del equipo de Indesca quienes conjuntamente con nuestra Gerencia de Mercadeo condujeron el diseño del Pupitre Rotomoldeado.

Este proyecto ha estado enmarcado en varias etapas, donde su diseño original fue sometido a una prueba piloto que permitió optimizarlo y obtener un pupitre que se adaptó a las necesidades de los usuarios para los cuales está destinado.

El esfuerzo realizado por el equipo se vio compensado cuando el diseño del Pupitre se hizo acreedor al premio "Single Part" en la competencia internacional de diseño ("International Design Competition") de la Sociedad de Industrias Plásticas de los EE.UU. (SPI) en la exposición trianual NPE/ANTEC llevada a cabo en el año 2009, en la ciudad de Chicago.



Figura 1. Premio "Single Part" en la Competencia Internacional de Diseño, NPE/ANTEC 2009.

2 Fases del proyecto

Partiendo de la idea de sustituir los pupitres convencionales, por los elaborados en material plástico, durante el año 2006 se iniciaron las actividades asociadas al diseño para un modelo a ser fabricado bajo la técnica de procesamiento de rotomoldeo. Este trabajo continuó en el 2007-2008, donde los modelos a desarrollar debían seguir las normas COVENIN desde la 3 hasta la 5ⁱ, orientadas a usuarios de diversas edades, pesos y estaturas.

Para la fabricación del Pupitre Rotomoldeado se utilizó el Polietileno de Media Densidad (PEMD) Venelene® Grado 8407 APUV. Su prototipo inicial fue sometido a pruebas piloto en institutos educativos que definieron los pasos sucesivos para optimizar su desempeño mecánico e incluir las modificaciones sugeridas por los estudiantes.

3 Normas COVENIN 3, 4 y 5: Pupitre Rotomoldeado. Premio "Single Part".

Las medidas finales de cada modelo del Pupitre se adecuan a la Norma COVENIN 1650-89ⁱⁱ, para cumplir con sus especificaciones de uso:

- Pupitre Modelo 3: Norma COVENIN 1650-89 versión 3, para usuarios entre 128 a 140 cm de altura.
- Pupitre Modelo 4: Norma COVENIN 1650-89 versión 4, para usuarios entre 141 a 157 cm de altura.
- Pupitre Modelo 5: Norma COVENIN 1650-89 versión 5 para usuarios de estaturas iguales o mayores a 158 cm.

El modelo generalizado del pupitre se muestra en la Figura 2. En el diseño se dedicó especial atención a la ergonomía del usuario. Muestra de ello es la distancia entre el asiento y la parte inferior de la tabla (espacio para las piernas), que garantiza el confort y calidad necesarios para hacer del pupitre una verdadera innovación en diseño, manufactura y uso final.

ⁱ Los esquemas 1 y 2 consisten en sillas para infantiles y, por su parte, los modelos 3, 4 y 5 son pupitres para usuarios de hasta 1.60 m de altura.

ⁱⁱ Norma Covenin 1650-89: Mobiliario escolar. Pupitre integrado, mesa y silla.



Figura 2. Pupitre, modelo generalizado

En todos los prototipos realizados, se efectuó la validación del diseño mediante simulaciones computacionales de carga estática que permiten estudiar el desempeño de los pupitres en situaciones a las que estarán sometidos durante su vida útil.

El estado de carga se estableció como sigue (Ver Figura 3):

- Pupitre Modelo 3:
Carga en el asiento: 60 Kg.
Carga en el espaldar: 27 Kg.
Carga en la tabla: 5.5 Kg.
- Pupitre Modelo 4:
Carga en el asiento: 80 Kg.
Carga en el espaldar: 36 Kg.
Carga en la tabla: 5.5 Kg.
- Pupitre Modelo 5:
Carga en el asiento: 100 Kg.
Carga en el espaldar: 45 Kg.
Carga en la tabla: 5.5 Kg.

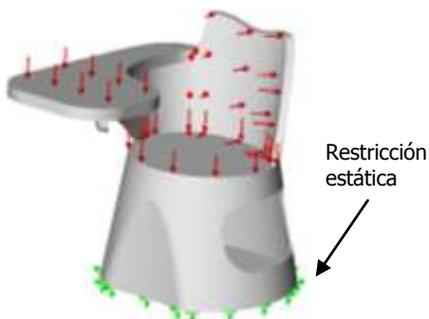


Figura 3. Estado gráfico de cargas aplicadas en la tabla, asiento y espaldar (en color rojo).

El material empleado fue PEMD grado Venelene® 8407 APUV. Dentro de los parámetros de simulación se estableció un espesor de pared de 5mm, lo que permitió estimar el peso final del pupitre. Entre los resultados más importantes se encuentran:

- Pupitre Modelo 3: con un peso 5 Kg, el máximo desplazamiento por cargas fue de 18 mm, el esfuerzo máximo fue de 9 MPa, con un factor de seguridad (FS)ⁱⁱⁱ de 3.1.
- Pupitre Modelo 4: con un peso de 6 Kg, el máximo desplazamiento fue de 16 mm, el esfuerzo máximo fue de 6 MPa, con un FS de 4.5.
- Pupitre Modelo 5: con un peso de 8 Kg, el máximo desplazamiento fue de 28 mm, el esfuerzo máximo fue de 7 MPa, con un FS de 3.9.

Estos resultados, permitieron realizar los primeros prototipos a escala real, para ser evaluados por una población de estudiantes, mediante encuestas de satisfacción.

3.1.1 Seguridad y confort del diseño.

Para verificar la seguridad de los modelos diseñados se efectuaron simulaciones de impacto por caída de un bloque de concreto (de 500 Kg) sobre el pupitre. Esta simulación pretende recrear una situación de catástrofe natural (terremoto) que pudiese poner en riesgo la vida de los usuarios. Los resultados de las simulaciones se muestran en la Figura 4.

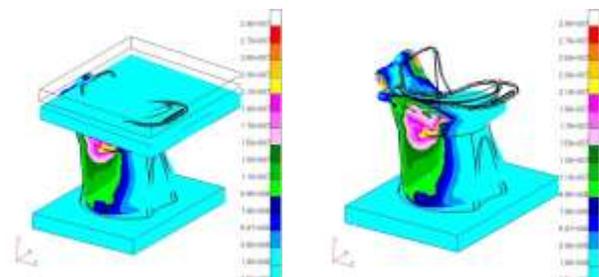


Figura 4. Simulación de impacto con un bloque de 500 Kg.

ⁱⁱⁱ FS indica el número por el cual hay que multiplicar la carga aplicada para que se presente una falla, en este caso, la falla se presenta al aplicar 186 Kg (3,1 x 60 Kg)

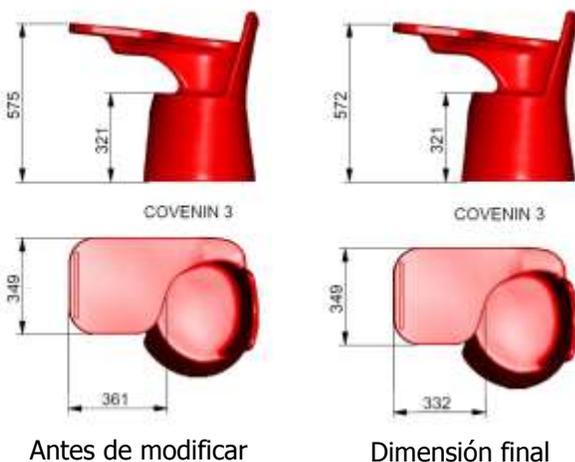
Las simulaciones indicaron que, luego de este impacto, la estructura del pupitre no colapsa, alcanzando deformaciones de hasta 12 cm, pero dejando un espacio de 52 cm entre la placa y el suelo, lo que incrementa las posibilidades de supervivencia del usuario ante este escenario.

3.1.2 Encuestas de satisfacción y optimización final de los modelos.

Se realizó una encuesta a los alumnos de la E.T.C. Dr. Manuel Dagnino (Maracaibo), institución a la cual se donaron 40 pupitres que están siendo utilizados en un salón de clase de octavo grado. Los resultados obtenidos indican que:

- ✓ 83% opina estar de acuerdo con el cambio de los pupitres actuales por los de plástico, debido a que ofrecen un mayor confort.
- ✓ 78% les pareció más cómodo escribir en el pupitre plástico
- ✓ 96% de los estudiantes encontró mucho más comfortable la postura.
- ✓ 83% manifestó que el pupitre plástico es más seguro y menos ruidoso.

Algunas recomendaciones efectuadas sobre los modelos COVENIN 3 y 4 apuntaron a mejorar las tablas superiores de los pupitres; por esta razón se incluyeron cambios dimensionales proporcionales al tamaño de los pupitres y orientados a mejorar su ergonomía y su aspecto estético. Las dimensiones iniciales y finales de cada modelo se muestran en las figuras 5 y 6.



Antes de modificar Dimensión final
Figura 5. Dimensiones del Modelo 3 antes y después de modificar.

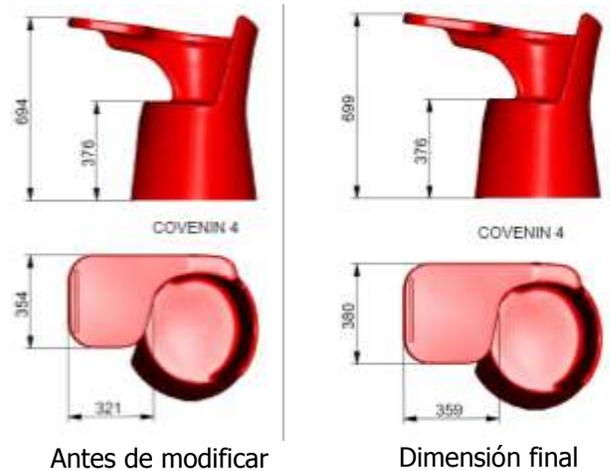


Figura 6. Dimensiones del Modelo 4 antes y después de modificar.

Los educadores, por su parte, expresaron estar de acuerdo con la sustitución de los pupitres, debido a su ergonomía y seguridad; coinciden con los estudiantes en que los pupitres plásticos, debido a su diseño ergonómico orientado a la adecuada postura para escribir, benefician la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.

4 Pupitres Plásticos: Innovación, Confort y en Armonía con el Ambiente.

Sin duda alguna, este tipo de diseño vanguardista permite vislumbrar las potenciales ventajas que ofrece el plástico en diversas aplicaciones de interés mundial. En Venezuela, la sustitución de pupitres de madera por los de plástico representaría un avance tecnológico y de liderazgo. Las tendencias actuales en la ergonomía, el confort y la seguridad de los usuarios son la meta común a seguir, motivo por el cual el pupitre plástico es la mejor opción a elegir para las instituciones educativas.

Finalmente el pupitre plástico, elaborado en polietileno, es un aliado importante en la conservación del ambiente. Su uso no sólo reduce la tala indiscriminada de nuestros bosques y el empleo de los componentes metálicos, sino que al finalizar su vida útil, puede molerse y el material obtenido emplearse para la fabricación de nuevos productos o formar parte, en un porcentaje, en la elaboración de nuevos pupitres.

BOLETÍN TÉCNICO

NUEVOS PRODUCTOS: PUPITRES ROTOMOLDEADOS



5 Referencias bibliográficas

1. Bohórquez, Joel. "Pupitres Rotomoldeados – Modelos Covenin 1 y 2", Proyecto PLT-P-0207-07-03, Indesca, 2007.
2. Bohórquez, Joel; & Linares, Jesús. "Desarrollo de Pupitres Rotomoldeados - Covenin 3 al 5", Proyecto PLT-P-0208-02-01, Indesca, 2008.
3. Bohórquez, Joel. "Desarrollo de Pupitres Rotomoldeados - Covenin 3 al 5", Proyecto PLT-P-0209-02-01, Indesca, 2009.
4. Equipo editorial de Tecnología del Plástico, "Suplemento de Rotomoldeo", citado el 6 de julio de 2010
<http://www.plastico.com/magazine/TPSupplementROTO09.pdf>.

Este Boletín fue elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER), con el apoyo de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA), en Caracas- Venezuela, en octubre 2010 y revisado en febrero 2017.

Si desea hacer algún comentario o sugerencia, agradecemos escriba a la Gerencia de Mercadeo a la dirección electrónica: info@polinter.com.ve, la cual pueden acceder a través de nuestra página web www.polinter.com.ve o de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C.A. (<http://www.coramer.com>).

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y variables de los procesos de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad.

Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene®.