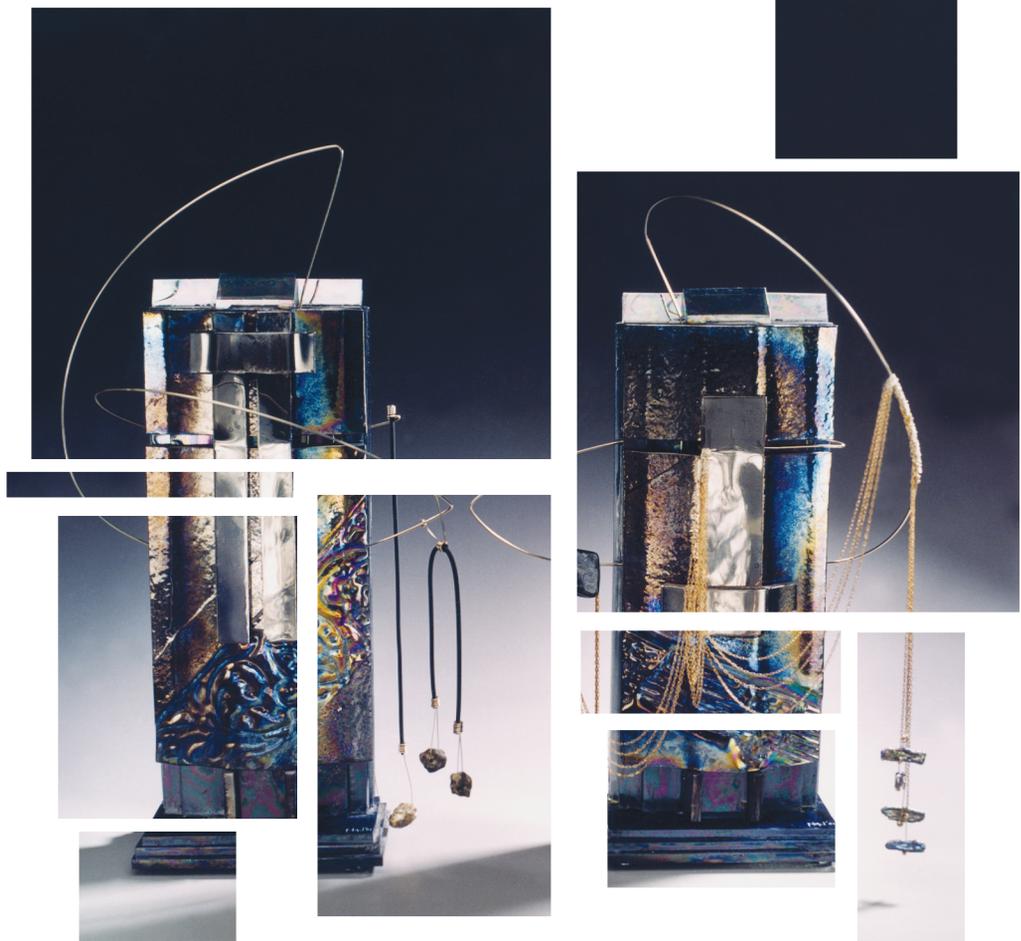


mabel waisman

# VITROFUSION

Introducción  
& Técnicas Avanzadas



**EDITORIAL DUNKEN**



Mabel Waisman comienza a relacionarse con el arte desde su temprana edad.

En la década del '60 toma clases de pintura con Juan Battle Planas y de Cerámica con Ana María Bournichon.

Al correr de los años se perfecciona en Escultura y Cerámica con Leo Tavella y Sergio Bravo y en dibujo con Aurello Macchi Y Juan Carlos Distéfano.

A comienzo de los '90 participa del seminario "Cerámica de Alta Temperatura, Grés y Porcelana. XXI Experiencia de Tecnología y Escuela Libre", Lugo, España y viaja a EE.UU. para asistir al seminario "Vidrio de fusión termodelado" a cargo de Judith LaScola en Pilchuck Glass School en Seattle.

En 1993 fue seleccionada para participar en el "Premio Invitación Becas Miró", organizado por la Fundación Joseph Llorens Artigas de Barcelona, España en conmemoración del Centenario 1893-1993 del nacimiento de Joan Miró que se realizó en el Palais de Glace en Buenos Aires. En este evento presentó una obra que combinaba cerámica con vidrio. De allí en más, su fascinación por el color, la luz, y la transparencia del vidrio lo llevaron a volcarse totalmente por ese camino.

A mediados de esa década se inicia en el diseño de joyas, estudiando con Roberto Pulverenti y Eduardo Garavaglia y viaja nuevamente a EE.UU. para perfeccionarse en técnicas de vidrio y joyería, participando de los seminarios: "Pâte de Vèrre" con Newy Fagan; "Técnicas avanzadas en vidrio dicróico, técnicas de alta joyería" con

Shirley Webster; "Técnicas avanzadas en vidrio termomoldeado" con Phil Teeny y "El vidrio, los esmaltes y la luz" a cargo de Peter McGrain en Portland, Oregon, descubriendo los secretos y técnicas más esquisitas para trabajar con el vidrio, tanto en piezas de arte como en joyería.

Fue mejorando y perfeccionando todo este bagaje de conocimientos en su atelier y posicionándose en un lugar cada vez más destacado.

Ha expuesto sus obras en muestras individuales y colectivas en varias ciudades, tanto en Argentina como en el exterior (Uruguay, EE.UU., Inglaterra, Francia, Italia, España, Portugal, Suecia, Yugoslavia, Israel, Japón, China).

Dictó conferencias de técnicas en cerámica, en vidrio, y en joyería en Argentina, Israel, España, Italia, Francia, Inglaterra y Chile.

Fue premiada por sus obras de cerámica y en vidrio tanto en Argentina como en Uruguay.

Hoy expone en forma permanente en Argentina e Inglaterra y es habitual ver el avance de sus obras en las muestras de Arteba.

Varias embajadas y universidades de todo el mundo poseen sus obras, así como también coleccionistas particulares.

A partir de 1999 dicta seminarios y cursos en su atelier y en el Ciclo de Cursos de Extensión Universitaria - Dirección de Posgrado en Artes Visuales, "Ernesto de la Cárcova" IUNA, sobre "Arte en Vitrofundición" y "El Vidrio en la Joyería Contemporánea".

*continúa en solapa de contratapa*



Material resguardado bajo derechos de autor.  
Prohibida su copia o reproducción, parcial o total.

[www.mabelwaisman.com](http://www.mabelwaisman.com)

# VITROFUSION



mabel waisman

# VITROFUSION

## INTRODUCCION & TECNICAS AVANZADAS

*Material resguardado bajo derechos de autor  
Prohibida su copia o reproducción*

[www.mabelwaisman.com](http://www.mabelwaisman.com)

Waisman, Mabel

Vitrofusión. Introducción & técnicas avanzadas.

5a ed. - Buenos Aires: Dunken, 2009.

144 p. 20x28 cm.

ISBN 978-987-02-4078-5

1. Vitrofusión. I. Título

CDD 748

**Diseño de tapa:** María Daniela Mazzola Gilio

**Ilustraciones:** Cristina Zwaig

**Fotografía de tapa:** Gustavo Lowry

**Foto Mabel Waisman:** Claudio Levinas

Toda la información que contiene este libro pertenece a mi experiencia personal.

Primera edición: Abril de 2004.

Segunda edición: Septiembre de 2004.

Tercera edición: Agosto de 2005.

Cuarta edición: Agosto de 2006.

Quinta edición: Agosto de 2009.

Impreso por Editorial Dunken

Ayacucho 357 (C1025AAG) - Capital Federal

Tel/fax: 4954-7700 / 4954-7300

E-mail: [info@dunken.com.ar](mailto:info@dunken.com.ar)

Página web: [www.dunken.com.ar](http://www.dunken.com.ar)

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723

Impreso en la Argentina

© 2009 Mabel Waisman

ISBN 987-02-0656-5

*A mis hijos, Clau y Ale.  
A mis nietos, con los que soñé Sebi & Sofie.  
A mis futuros nietos, con los que sueño.*



## AGRADECIMIENTOS

**Vanesa Abramovich**, mi joven asistente, es quien está cotidianamente cerca mío. De ella recibo además de muchísimo afecto, las más sanas críticas en el terreno profesional. Por su perseverancia y tesón este libro conocerá el mundo. Vane es una compañía inapreciable para mí.

**Cristina Zwaig**, es quien ilustra este libro. Gracias a ella mis conceptos van a resultar más claros. Tiene un espíritu muy inquieto y es dueña de algo que hace tener muchas ganas de estar a su lado: energía y buena predisposición. Gracias Cris, por inducirme por este camino con tus apuntes de clase de 2002.

**Lili Arcavi**, "amiga del alma y de casi toda mi vida" es quien se tomó el enorme trabajo de corregir y darle estilo a esta redacción. No le sobra precisamente el tiempo, sin embargo me prestó una ayuda extraordinaria.

**Mónica Adler, Susana Beatriz Giménez y Patricia Edwinski** forman el equipo de las "super-poderosas" docentes de mi estudio. Ellas me aportan toda la colaboración y el empuje que siempre hacen falta para lograr 'un poquito más'.

**Daniela Mazzola Gilio** es quien con mucha dedicación envolvió este libro para Uds. con el papel de regalo de sus tapas. Hace ya muchos años que me está ayudando en el diseño de toda mi imagen. Sabe comprenderme y manejamos la misma sensibilidad, lo cual no es poco!

Queridas colaboradoras, mi eterna gratitud por estar a mi lado y ayudarme en este camino con el cariño que siempre me han brindado y así participar juntas del nacimiento de éste, mi "muy ansiado libro".

*Luabel Waisman*



# Índice

|               |    |
|---------------|----|
| Prólogo ..... | 15 |
|---------------|----|

## I. EL VIDRIO

|   |    |
|---|----|
| Definición .....                              | 19 |
| Diferentes versiones sobre sus orígenes ..... | 19 |
| Origen & evolución de la materia prima .....  | 20 |
| Composición química .....                     | 21 |
| Propiedades principales .....                 | 22 |
| Diferentes tipos .....                        | 22 |
| Proceso de fabricación .....                  | 24 |
| Diferentes clases .....                       | 25 |
| • Vidrio plano artesanal (Rodillo) .....      | 25 |
| • Vidrio plano flotado (Float) .....          | 25 |

## II. EL VIDRIO- SU ESTRUCTURA MOLECULAR

|   |    |
|---|----|
| Comportamiento molecular .....                | 27 |
| Calentamiento del vidrio .....                | 28 |
| Coefficiente de expansión – COE .....         | 28 |
| Stress (tensión) .....                        | 28 |
| • En el ciclo de calentamiento .....          | 29 |
| • En el enfriamiento .....                    | 29 |
| • Por incompatibilidad .....                  | 30 |
| Como comprobar el stress .....                | 30 |
| Estabilización - maduración (annealing) ..... | 31 |
| Tiempos de estabilización del vidrio .....    | 32 |
| Choque térmico .....                          | 32 |
| Capa tin .....                                | 33 |
| Desvitrificación .....                        | 34 |

## III. EL VIDRIO - TECNOLOGIA

|   |    |
|---|----|
| Modificaciones a través del calor .....           | 35 |
| • Coloración del vidrio en forma industrial ..... | 35 |
| • Fusonado o vitrofusión .....                    | 36 |
| • Prensado .....                                  | 36 |
| • Vidrio armado .....                             | 36 |
| • Vidrio estirado .....                           | 36 |
| • Esmaltes para vidrio .....                      | 37 |
| • Sustancias componentes de esmaltes .....        | 38 |
| • Efectos .....                                   | 40 |
| • Defectos de los esmaltes .....                  | 41 |
| • Óxidos .....                                    | 41 |
| • Recopilación de fórmulas para esmaltes .....    | 43 |
| • Grisallas .....                                 | 52 |
| • Fórmulas de grisallas .....                     | 52 |
| • Progresión de formulas .....                    | 55 |
| • Lustres .....                                   | 56 |

|   |    |
|---|----|
| • Aplicación de esmaltes: .....                 | 56 |
| Acabado en frío .....                           | 58 |
| 1. Esmerilado .....                             | 58 |
| 2. Grabado con ácido .....                      | 58 |
| 3. Grabado con arena .....                      | 58 |
| 4. Grabado a la rueda, tallado o biselado ..... | 59 |
| 5. Vidrio aislante .....                        | 59 |
| 6. Vidrio protector contra el sol .....         | 60 |

#### IV. TECNICAS DE TERMO-FUSION

|   |    |
|---|----|
| Diseñar con tecnología .....                      | 61 |
| Como abordar nuestra obra .....                   | 61 |
| Un taller modelo .....                            | 62 |
| Equipamiento necesario .....                      | 62 |
| Seguridad .....                                   | 63 |
| Materiales que requieren especial atención! ..... | 64 |
| Glosario de técnicas de termofusión .....         | 66 |
| • Tack-fusion .....                               | 66 |
| • Full-fusion .....                               | 66 |
| • Termo-moldeado .....                            | 67 |
| • Caída libre .....                               | 67 |
| • Relieve .....                                   | 68 |
| • Pâte de verre (pasta de vidrio) .....           | 68 |
| • Orígenes .....                                  | 68 |
| • Argy-Rousseau – técnica .....                   | 69 |
| • Pâte de verre - preparación .....               | 70 |
| • Molienda del vidrio .....                       | 70 |
| • Pâte de verre - moldes .....                    | 72 |
| • Casting .....                                   | 73 |
| • Fusión .....                                    | 74 |
| • Estabilización .....                            | 75 |
| • Limpieza .....                                  | 75 |
| • Diferentes técnicas .....                       | 75 |

#### V. MODELOS, MATRICES Y MOLDES

|  |    |
|--|----|
| Modelos .....  | 79 |
| Ejecución .....                                      | 79 |
| Matrices .....                                       | 79 |
| Diferentes tipos .....                               | 79 |
| Tipo bloque – caucho .....                           | 79 |
| Tipo guante – látex .....                            | 80 |
| Moldes .....   | 81 |
| Cóncavo (slumping) .....                             | 82 |
| Convexo-Caída libre (sagging) .....                  | 82 |
| Utilización de los diferentes tipos .....            | 83 |
| 1. Moldes de cerámica .....                          | 83 |
| 2. Moldes de acero/hierro .....                      | 83 |
| 3. Moldes de fibra cerámica .....                    | 84 |
| 4. Molde para impronta, arena+yeso+desmoldante ..... | 85 |
| 5. Moldes de yeso+cuarzo .....                       | 86 |
| 6. Molde de arena + yeso .....                       | 86 |
| 7. Molde de alginato .....                           | 86 |
| Matrices, moldes - Ejemplos prácticos .....          | 87 |

## VI. HORNOS Y HORNEADAS

|   |     |
|---|-----|
| Hornos de vidrio .....                          | 95  |
| Hornos para cerámica .....                      | 97  |
| La prueba de los "13" .....                     | 99  |
| Disposición de los elementos .....              | 99  |
| Horneadas: Programas .....                      | 100 |
| Explicación de los programas .....              | 101 |
| Primas de horneadas-Grillas .....               | 103 |
| Cuadro indicativo de horneadas .....            | 113 |
| Vidrio float .....                              | 113 |
| Vidrio spectrum .....                           | 114 |
| Vidrio bullseye .....                           | 115 |
| Notas para todas las calidades de vidrio: ..... | 116 |
| Índices .....                                   | 116 |
| El vidrio en las diferentes temperaturas .....  | 117 |
| Roturas .....                                   | 118 |
| Resolución de posibles problemas .....          | 119 |
| Disciplina científica .....                     | 119 |

## VII . GLOSARIO

|                |     |
|----------------|-----|
| Glosario ..... | 121 |
|----------------|-----|

## VIII . PREGUNTAS MAS FRECUENTES

|   |     |
|---|-----|
| Respuestas a preguntas frecuentes (FAQ) ..... | 127 |
| <i>Curriculum Vitae</i> .....                 | 133 |



# PROLOGO

## Abriendo mi cofre de tesoros....

Por éstas y muchas otras personas que confían en mí y me estimulan con sus mensajes e inquietudes es que puedo ofrecerles con muchísimo orgullo, mi 2ª edición.  
A todos Uds, muchísimas gracias.

mabel waisman – Agosto'2004

*"Mabel, me podrías decir que día y a que hora haces la presentación del libro para estar ahí, con vos. Gracias y un beso,"*

**M. O. D. B. – Buenos Aires (Argentina)**

*"Hola Mabel, bueno, muchas gracias por ser tan atenta conmigo y contestarme los mails. Sería un placer ser el primero en comprarte el libro. Lo que te pido es que me tengas al tanto cuando salga, yo te lo quiero comprar a vos así que dime de que forma lo abono. Voy a querer el que viene con las 10 preguntas. Bueno muchísimas gracias y espero poder conocerte algún día haaaaaaaaa!!! yo voy a estar por Buenos Aires el 26, 27 y 28 de mayo si me das la dirección de tu taller voy a ver si paso bueno un beso grande desde Córdoba."*

**J. M. – Córdoba (Argentina)**

*"Mabel: felicitaciones por el libro nuevo! Cuando puedas avisame donde adquirirlo y el costo. También mándame un listado de otros libros tuyos publicados."*

*Todavía sigo con la idea de hacer cursos en Buenos Aires, pero tengo miedo de viajar, el tema de la inseguridad me esta limitando bastante. De cualquier modo sigo haciendo trabajos en casa, estoy estudiando y ensayando, y no me quedo quieta. Mientras, espero que todo se calme..."*

*Te mando cariños, y que sigas teniendo el éxito que mereces por tu trabajo".*

**M. D. – Buenos Aires (Argentina)**

*"Hola Mabel, he visto que has publicado un libro sobre vitro-fusión, estoy intentando hacer algunas piezas pero soy muy novata y quisiera documentarme un poco antes de empezar. El problema es que no se donde conseguir, en Barcelona (España) algún libro o revista donde pueda orientarme un poco. ¿Donde puedo conseguir tu libro, se vende en librerías? Gracias por la información."*

*Un saludo."*

**C. – Barcelona (España)**

*"Estimada Mabel: buscando en Internet las proporciones de cuarzo y yeso para hacer el molde, encontramos muchísimas referencias hacia tu persona y tus trabajos..."*

*Estaríamos interesados en conseguir tu nuevo libro y esa es la razón principal de este mail. Vivimos en Villa Allende, a 15 Km. de Córdoba capital. Si pudieras informarnos donde acudir por el mismo te lo agradeceríamos mucho..."*

*Sin más te saludo muy cordialmente y te agradezco por adelantado.*

*Hasta pronto..."*

**N. V. – Córdoba (Argentina)**

"Estimada Mabel: tengo muchísimo interés en adquirir su libro sobre vitro-fusión, y desearía me indique como hacerlo posible. Sin más, me despido de Ud. no sin antes expresarle mi gran admiración por sus obras.

Atte."

**S. B. – Buenos Aires (Argentina)**

*"Buenas tardes: hojeando la revista cerámica encontré la propaganda de su libro sobre vitro-fusión y como he comenzado a incursionar en el tema luego de hacer cursos de vitreaux, en especial tiffany, me interesaría saber dónde o cómo puedo comprar el libro.*

*Hoy entré en su página por 1ª vez y quiero decirle que lo que vi en ella de su obra me parece fantástico.*

Muchas gracias desde ya por la atención que pueda darle a mi pedido."

**M. T. – Buenos Aires (Argentina)**

*"Mabel: desde hace varios años tengo presente su trayectoria, porque desde que lei su nombre en la revista Nueva Cerámica, me pareció magnífica su creatividad. Humildemente me dedico yo también a crear piezas de barro y hoy me encuentro atrapada por la magia del vidrio...hasta parece una fatalidad, que los que trabajamos con arcilla terminamos encantados por el vidrio ¿no?*

*Desde que me enteré que publicó su libro sobre VITROFUSION estoy ansiosa por leerlo, por eso le pregunto como podría llegar a mis manos. Por el momento no me puedo alejar de mi tierra patagónica... Pienso que quizás pudiera recibirlo contra-reembolso.*

*De cualquier manera me encanta enviarle un gran abrazo desde Cipolletti, Río Negro."*

**A. R. D. de A. – Río Negro (Argentina)**

*"Mabel: Estoy interesado en contar con tu libro "Técnica y secretos, todo sobre vitro-fusión. Quisiera saber el costo y forma de pago (giro postal, transferencia, etc.) Soy de la ciudad de Paraná.*

*Gracias."*

**E. G. – Entre Ríos (Argentina)**

*"Hola, soy ceramista y quisiera incursionar en el vidrio, algo estudié en la Escuela de Cerámica de Mar del Plata, la cual amo. En este momento vivo en Israel y quisiera saber si puedo conseguir aquí tu libro (en español) o tengo que esperar que alguien viaje. Te felicito por tu obra y espero tener la misma satisfacción tuya."*

**L. C. R. – Ranaana (Israel)**

*"Querida amiga: pudieras ver la cara de alegría que tengo. Tengo en mis manos el libro, gracias por tu ayuda. Lo recibí esta mañana y recién lo estoy hojeando. Demás esta decirte que es una joya. El lenguaje claro y técnicamente conciso es muy apropiado para principiantes del vidrio incluso para conocedores del mismo.*

*Gracias de nuevo por sacar tiempo para contestar mis inquietudes. Estoy desarrollando las 10 preguntas que me invitaste a hacer, para que tengas una idea de lo que busco dentro del vidrio.*

*Te felicito por tan buen trabajo. Si algún día quieres dar un curso de vidrio en la isla déjame saber yo puedo conseguirte la matricula y el taller para el mismo, incluso si solo quieres venir de viaje de vacaciones o lo que quieras, no vaciles en avisarme aquí tienes donde quedarte.*

*Bueno esto no se acaba aquí pues es claro que tendrás que ser mi tutora.*

*Me despido, en la biblioteca me espera tu libro.*

*Cuidate. Te seguiré molestando..... Mabel Waisman muchas gracias!*

*Abrazos."*

**F. G. – S. J. de Puerto Rico (Puerto Rico)**

*"Hola Mabel, muchas gracias por tu rápida respuesta.*

*Si puedes, averíguame lo del envío porque estoy bastante interesada en el libro.*

*¿Es a nivel de técnica, no?*

*Pensaba hacer un curso de termo-formado en la Fundación Centro del Vidrio de Barcelona pero la han cerrado.*

*¿No pensarás hacer un viaje a Barcelona para dar algún taller, verdad?*

*Tus alumnos argentinos hablan muy bien de ti. Espero tu respuesta.*

*Gracias por todo."*

**S. – Barcelona (España)**

*"Querida Mabel: Le escribo desde Catamarca porque desearía saber el precio de su libro "Vitrificación, Introducción y Técnicas Avanzadas", debido a que un amigo mío viaja la semana que viene para allí y quisiera entregárselo. Desde ya muchísimas gracias."*

**M. P. – Catamarca (Argentina)**

*"Me gustaría saber si puedes enviarme el libro hasta aquí en Perú y sobre todo cuánto cuesta.*

*Saludos,"*

**J. C. – Perú**

*"Hola!!! Vivo en Colombia y quisiera saber si acá es posible conseguir el libro.*

*Gracias."*

**E. M. – Colombia**

*"Mabel, estuve en tu lindo país y pude adquirir tu super libro. Gracias por tu respuesta.*

*Hasta la próxima."*

**L. B.**

*"Hola, soy una aficionada al fusing y creo que su libro me puede aportar conocimientos nuevos, desearía información como conseguir su libro, así como precio del mismo y forma de envío. Le escribo desde España.*

*Espero sus noticias."*

**L. G<sup>a</sup>.R. – Orense (España)**

*"Hola; les escribo desde Campana – Buenos Aires. Hace poco que estoy incursionando en técnicas de vidrio. Me interesa mucho el libro de Mabel, la admiro mucho y me encantan sus trabajos, pero no lo encuentro en ningún lado, podrían por favor decirme como obtenerlo y si existe la posibilidad de envío a mi domicilio?*

*Desde ya agradezco vuestra atención y vuestro tiempo."*

**C. Z. – Buenos Aires (Argentina)**

*"Hola: mi nombre es Isabel Suárez, soy de Caracas, Venezuela y estoy super interesada en su libro. No se si lo distribuyen aquí en el país. Mucho les sabría agradecer me den esta información. Yo trabajo el vidrio, pero acá no consigo ningún tipo de literatura y mucho menos alguna escuela del vidrio.*

*De antemano les doy las gracias por la atención prestada."*

**I. S. – Caracas (Venezuela)**

*“Querida Mabel: sentimientos ambivalentes acompañan mi lectura de tu mail. Me alegra que puedas estar de lleno conectada con tu obra, que lamentablemente conozco tan brevemente.*

*Siento la pérdida que significa para mí, como alumna, este cambio de circunstancia.*

*No obstante, considero que tengo en vos un referente muy fuerte y tu enseñaje honesto y claro me hizo tejer un vínculo interior maestra-discípula, que no se otorga desde la intención sino que crece espontáneamente y que me acompañará en la tarea. Por lo tanto, estaré en tus seminarios y guía....*

*Te mando un fuerte abrazo lleno de cariño y gratitud por lo que me has brindado.”*

**R. B. – Buenos Aires (Argentina)**

*“Estoy interesado en el libro de vitro-fusión, me dedico a la joyería y deseo aprender la técnica. Agradezco la oportunidad de conseguir dicho libro y tus consejos.*

*Atentamente.”*

**S. R. – Guadalajara, Jalisco (México)**

*“Estimada Mabel: me da mucho gusto poder escribirte y saludarte, te deseo muchos éxitos, eres la mejor que conozco en el tema del vidrio fusionado y complace poder contactarme contigo y a la vez molesto tu atención para pedirte por favor me entregues alguna dirección en Santiago de Chile porque quiero comprar tu libro.*

*Me despido de usted cordialmente. Atte.”*

**L. C. – Santiago de Chile (Chile)**

## EL VIDRIO – DEFINICION

Producto inorgánico obtenido por fusión, que ha sido enfriado hasta adquirir un estado rígido sin ninguna cristalización en su interior.

## DIFERENTES VERSIONES SOBRE SUS ORIGENES

Muchos autores de la antigüedad escribieron acerca del vidrio. Plinio el Viejo (23-79 d.C.), por ejemplo, narró en su Historia Natural que el descubrimiento de ese material tuvo lugar en Siria, cuando unos mercaderes, probablemente en ruta hacia Egipto, preparaban su comida al lado del río Belus, en Fenicia.

Al no encontrar piedras para colocar sus ollas, pusieron trozos de natrón<sup>1</sup> que llevaban como carga, y a la mañana siguiente vieron cómo las piedras se habían fundido y su reacción con la arena había producido un material brillante, vítreo, similar a una piedra artificial. Tal fue, en síntesis, una versión del origen del vidrio.



Estrabón (58 a.C.-25 d.C.), por su parte, en su Geografía describe con admiración un sarcófago de vidrio, y asegura que en un punto localizado entre Tolemaida y Tiro se extraía la arena apropiada para el vidrio. El griego Herodoto (484-410 a.C.), considerado como el “Padre de la Historia”, relata la manera en que los etíopes embalsamaban a sus muertos para colocarlos en sarcófagos de vidrio.

Eliano, escritor griego del siglo III, narra las condiciones en que Jerges, el hijo de Darío, descubrió el cuerpo de un jefe asirio en un ataúd de vidrio.

Salomón, en sus Proverbios, condenó al que miraba el vino a través de un vaso de vidrio, y también en el Antiguo Testamento se lo menciona en la Historia de Job: “No se compara el cristal al oro,

<sup>1</sup> Ver glosario

ni se lo cambia por vasija de oro fino". Estas alusiones fueron muy posteriores a la época en que comenzó a fabricarse el vidrio, y en su mayoría fueron transmitidas oralmente de generación en generación antes de perpetuarse por escrito.

No olvidemos también que dichos testimonios constituyen la versión de los vencedores, lo cual les otorga un cierto grado de duda en cuanto a su veracidad. Igualmente cuestionables son las investigaciones históricas del siglo XIX sobre el mundo antiguo, ya que en ellas prevalece una visión romántica y poco científica acerca de los orígenes de la cultura occidental.

Inevitablemente entonces, las investigaciones relacionadas con la antigüedad conllevan el problema de la calidad de la información aportada por las fuentes. Entre los textos arriba mencionados, resalta por su importancia la Historia Natural de Plinio el Viejo, escrita en el Siglo I de la era Cristiana, donde se ofrecen claras evidencias acerca de la región geográfica en la que pudo haber sido descubierto el vidrio y sobre la manera accidental en que esto sucedió.

Si bien los aspectos físicos pueden suscitar dudas, en lo que respecta a la información sobre los fenicios existen verdades indiscutibles. Por un lado, ellos fueron los comerciantes por excelencia de la época, ya que al carecer de recursos naturales en sus tierras, buscaron en el comercio otra forma de supervivencia. Inclusive pedían permiso a los egipcios para comprar y vender libremente en sus costas, llevando después los productos de ese imperio a los puertos de todo el Mediterráneo.

Los fenicios no sólo intercambiaban objetos en sus viajes, sino que también propagaban la ciencia, los conocimientos y costumbres de todo el mundo entonces conocido. Muchos eran los productos que comercializaban, entre ellos el natrón.

Este material era sumamente apreciado porque se empleaba tanto para el aseo de los dientes como para el baño. Además, al ser disuelto en agua funcionaba como desengrasante, por lo que se utilizaba para limpiar la loza. Los egipcios, por su parte, lo utilizaban habitualmente en el proceso de momificación. Los artesanos fenicios eran famosos en todo el Mediterráneo por imitar casi a la perfección con dichos materiales, las piedras preciosas y semipreciosas.

## ORIGEN & EVOLUCION DE LA MATERIA PRIMA

Para el estudio de los orígenes del vidrio, tenemos que remontarnos hasta el cuarto o quinto milenio anteriores a Cristo, y al área geográfica que va desde Egipto hasta la cuenca mesopotámica, donde aparecieron por primera vez las sociedades sedentarias. Allí, a raíz del descubrimiento de las técnicas de utilización de los metales, se imitaron rápidamente en cerámica objetos similares a los elaborados en metal. Este hecho derivó en el descubrimiento de barnices alcalinos, que junto con la frita<sup>2</sup> de plomo fueron las sustancias más empleadas para impermeabilizar los recipientes de arcilla. La producción más antigua de este tipo de vasos o recipientes, tuvo lugar en Egipto. De allí se deriva la decoración de los ladrillos y la confección de artesanías de composición vítrea (conocida como faiensa<sup>3</sup> egipcia).

<sup>2</sup> ver glosario

<sup>3</sup> ver glosario

El vidrio surgió posteriormente como resultado de las experiencias adquiridas con el procesamiento de los metales, ya que para esos menesteres se requería la construcción de hornos capaces de alcanzar altas temperaturas y la experimentación con fórmulas minerales. Las capas de vidrio que cubrían las joyas, amuletos de composición vítrea, vasos de cerámica y ladrillos, son las manifestaciones más antiguas que existen sobre el aprovechamiento del vidrio.

## COMPOSICION QUIMICA

Las tres materias primas principales para la composición del vidrio son:

1. **Arena**                                dióxido de silicio (entre 69% y 78%)
2. **Carbonato de sodio**        óxido de sodio (entre 11% y 20%)
3. **Piedra caliza**                    óxido de calcio (entre 6% y 17%)

**1. Arena:** es el componente principal del vidrio y la materia vitrificante por excelencia. Aumenta las resistencias elástica y eléctrica y también su dureza. Debe ser "arena cuarzosa", de grano fino y pobre en hierro.

**2. Carbonato de sodio:** es el principal fundente de la mezcla.

- 1 No se volatiliza
- 2 No produce gases
- 3 Aumenta la fusibilidad
- 4 Inicia la combinación de los vitrificantes con las bases
- 5 Aumenta el rango de trabajo del vidrio

**3. Piedra Caliza:** se utiliza para proveer la cal que es imprescindible para endurecer el vidrio, aumenta sus resistencias mecánicas y elásticas. En exceso aumenta la tendencia a la desvitrificación.

## OTROS AGREGADOS

**Ácido Bórico:** disminuye el COE<sup>4</sup> -coeficiente de expansión- aumentando así la resistencia térmica. Hace al vidrio más brillante y actúa en sentido opuesto a la desvitrificación. Se lo usa para fabricar vidrios *Pirex*.

**Alúmina:** otorga dureza. Disminuye la tendencia a la cristalización y aumenta la resistencia química.

**Óxido de plomo:** Se utiliza para cristales, vidrios ópticos y vidrios especiales. Los óxidos de plomo aumentan la refracción dando brillo y sonoridad.

**Pigmentos minerales:** Para colorear los vidrios se utilizan pigmentos minerales porque los pigmentos orgánicos se descompondrían a causa del calentamiento al que se verían sometidos.

- 1 Verde            Óxido de níquel  
                         Óxido de cromo
- 2 Azul             Óxido de cobre  
                         Óxido de cobalto

<sup>4</sup> ver glosario

- |   |          |   |
|---|----------|---|
| 3 | Negro    | Dióxido de manganeso                          |
| 4 | Amarillo | Sulfuro de cadmio                             |
| 5 | Violeta  | Dióxido de manganeso                          |
| 6 | Ámbar    | Sulfuro ferroso                               |
| 7 | Opalina  | Espato-flúor + feldespatos<br>Fosfato cálcico |

**Descartes de vidrio:** se agregan a la fabricación para recuperar vidrios rotos o imperfectos en un 10% y un 70% en peso. Es un reciclaje.

**Decolorantes:** para eliminar el color verdoso por el contenido de óxido de hierro se agregan decolorantes, como dióxido de manganeso.

## PROPIEDADES PRINCIPALES

- 1 no posee punto de fusión definido
- 2 es transparente
- 3 es mal conductor de la electricidad en frío
- 4 tiene baja conductividad térmica
- 5 es resistente a los agentes atmosféricos
- 6 bastante inerte a reactivos químicos (sólo lo ataca el ácido fluorhídrico)
- 7 tiene una dureza variable entre 4 y 8 de la **Escala MOHS** (Escala de dureza): 1) talco, 2) yeso, 3) calcita, 4) fluorita, 5) apatito, 6) ortosa, 7) cuarzo, 8) topacio, 9) corindón, y 10) diamante.

Por ej: El vidrio puede ser marcado a partir del cuarzo, el topacio, el corindón y el diamante porque todos ellos tienen mayor dureza que aquél.

## DIFERENTES TIPOS

El vidrio es clasificado en base a los componentes químicos que se le agregan, estableciéndose entonces tres tipos:

- 1 vidrio sódico-cálcico
- 2 vidrio de boro-silicato
- 3 vidrio óptico/cristal de plomo.

### 1. Vidrio sódico-cálcico:

Está formado por sílice, sodio y calcio principalmente. La sílice es parte de la materia prima básica, el sodio baja el punto de fusión y el calcio le provee la estabilidad química. Sin el calcio el vidrio sería soluble hasta en agua y prácticamente no serviría para nada.

Este tipo de vidrio es el que se funde con mayor facilidad y el más económico. Por esto, la mayor parte del vidrio incoloro y transparente tiene esta composición. Es muy utilizado para la fabricación de ventanas, tanto las más grandes como las más pequeñas, variando solamente el espesor de las mismas.

La resistencia química del vidrio sódico-cálcico se ha mejorado en los últimos años al aumentar la proporción de sílice, porque ésta es poco reactiva, por lo que al aplicar un choque térmico, se aumenta su dureza. Se llama choque térmico al enfrentamiento de dos temperaturas diferentes.

Cuando el material se enfría y retorna rápidamente al tamaño inicial corre peligro de quebrarse, por lo que debemos hacerlo regresar lentamente y a temperatura ambiente.

## 2. Vidrio de boro-silicato:

Descubierto en 1912, es un tipo de vidrio que posee un COE muy bajo, por lo cual tiene alta resistencia al choque térmico provocado por los cambios bruscos de temperatura, pero no tan alta como la del vidrio de sílice puro.

Después de la sílice, su principal componente es el óxido de boro. Es prácticamente inerte, más difícil de fundir y de trabajar.

El valor de su coeficiente es de 0,000.005 centímetros por grado centígrado. Esto quiere decir que por cada grado centígrado que aumenta la temperatura, el vidrio se agranda 0,000.005 centímetros.

Actualmente, el vidrio de boro-silicato se utiliza como material de laboratorio y en la fabricación de los utensilios de cocina llamados refractarios, los cuales son fabricados por las firmas *Pirex* y *Corning*. Estos objetos no se hacen de vidrio de sílice puro ya que deberían alcanzarse temperaturas de 1650°C para hacerlo, lo cual complica su manufactura.

## 3. Vidrio óptico:

En el mismo se sustituye el óxido de calcio por óxido de plomo. Es igual de transparente que el vidrio sódico-cálcico, pero mucho más denso, con lo cual tiene mayor poder de refracción y de dispersión. Se puede trabajar mejor que aquél porque funde a temperaturas más bajas.

Su COE es muy elevado, lo cual quiere decir que se expande mucho cuando se aumenta la temperatura y por lo tanto no tiene gran resistencia al choque térmico. Posee excelentes propiedades aislantes, que se aprovechan cuando se emplea por ejemplo en la construcción de radares.

Absorbe considerablemente los rayos ultravioletas y los rayos X, y por eso se utiliza en forma de láminas para ventanas o escudos protectores

Los vidrios ópticos dispersan la luz de todos los colores. En su elaboración se utiliza el vidrio de plomo.

Son excelentes lentes para cámaras fotográficas porque con una corrección mínima dispersan la luz y la enfocan de manera uniforme en el plano de la película. Si no fuera así, unos colores serían más intensos que otros en una fotografía, y no se lograrían imágenes tan reales.

El vidrio de plomo también tiene una proporción de potasio. El potasio hace que el material sea más quebradizo, pero el plomo resuelve el problema. Este tipo de vidrio, con estas propiedades tan peculiares, fue descubierto cuando se trataba de resolver el problema de la fragilidad del vidrio con potasio.

## PROCESO DE FABRICACION

Se lo obtiene por la fusión de carbonato de sodio, piedra caliza y arena, mezclados mecánicamente y según el vidrio que se desee obtener, agregándole otros componentes. Este proceso se realiza en hornos de fusión e involucra al vidrio en sus tres estados:

- 1 líquido (masa fundida)
- 2 viscoso (para el moldeo)
- 3 rígido o quebradizo (después del enfriamiento)

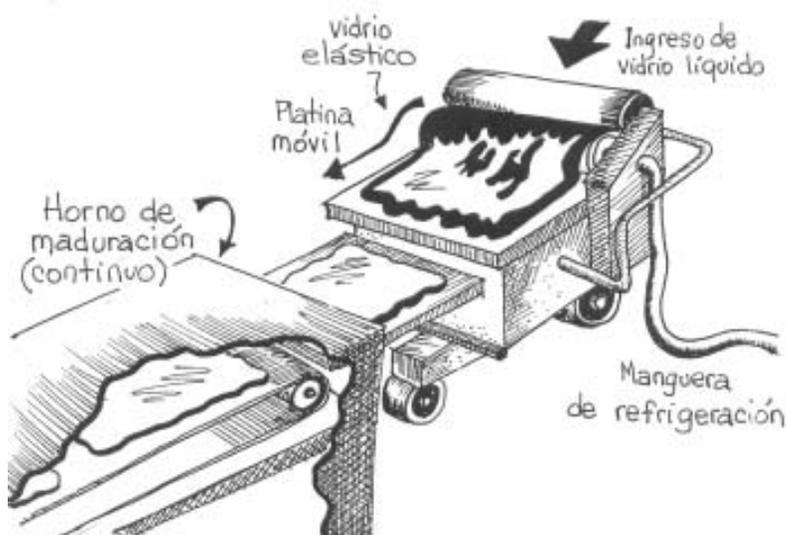
Para su fabricación pueden utilizarse dos tipos diferentes de hornos, de cubeta (un solo tipo de vidrio en grandes cantidades) o de crisol (varias clases de vidrios simultáneamente en pequeñas cantidades)

## DIFERENTES CLASES

### Vidrio plano artesanal (rodillo)

Es denominado también vidrio artístico. Se elabora laminando la masa de vidrio fundido entre dos cilindros de cromo-níquel de diferente diámetro y enfriados interiormente, obteniéndose vidrio plano (ya sea liso o grabado).

Es trabajado en diferentes crisoles para obtener variedad de colores. Se vuelcan las diferentes calidades de vidrios en el rodillo y, posteriormente al proceso de enfriado, pasa por una prueba de compatibilidad para garantizar la misma (sólo para el caso de los vidrios importados *Bullseye, Uroboros*).



### Vidrio plano flotado (float)

Es el vidrio comúnmente llamado vidrio de ventana.

Se obtiene por medio de una lámina continua de vidrio de más de 3mts de ancho que emerge por rebalse de un tanque de fusión continuo (1500°C) y que flota a lo largo de una pileta que contiene estaño en estado de fusión.

Es durante este proceso en que la superficie del vidrio que entra en contacto con el estaño, sufre modificaciones físico-químicas permanentes y se contamina con una capa invisible del mismo (denominada: capa tin<sup>5</sup>).

Estas modificaciones a su vez afectan el COE, y la reacción de los fundentes y colorantes.

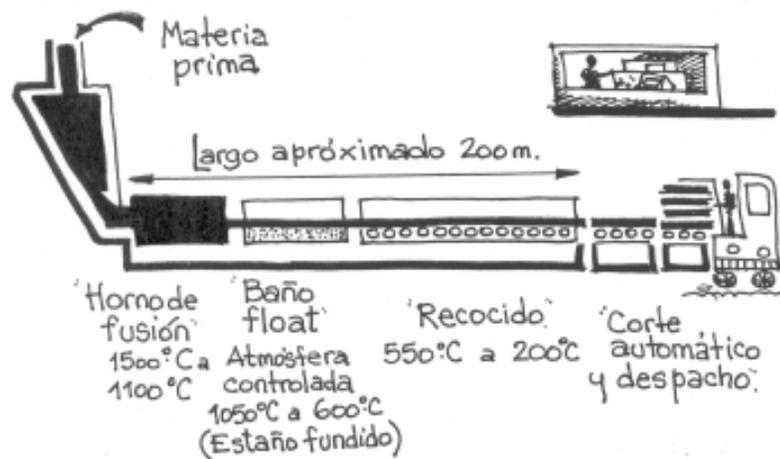
El vidrio permanece flotando sobre el líquido en un ambiente con atmósfera y temperatura controladas durante el tiempo suficiente como para eliminar irregularidades y lograr superficies planas y paralelas. Dado que la superficie del estaño es plana, la del vidrio también lo es.

<sup>5</sup> ver glosario

Este es el momento de darle espesor. En el mercado están a la venta en: 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 10mm, 20mm.

Posteriormente, la placa de vidrio es gradualmente enfriada mientras sigue descansando sobre metal líquido hasta que su superficie esté lo suficientemente endurecida como para ingresar en la etapa de recocido, sin que los rodillos transportadores marquen la superficie inferior del vidrio. El producto así obtenido tiene sus caras brillantes, pulidas a fuego y no requiere de procesos posteriores.

Cada operación de fabricación es conducida y controlada por computadoras a fin de lograr una mayor eficiencia en el proceso.



## EL VIDRIO-SU ESTRUCTURA MOLECULAR

El vidrio es un material sintético, hecho por el hombre. Todo lo que le suceda es más fácil de comprender si antes entendemos su estructura molecular.

La estructura del vidrio consiste en un orden o patrón de moléculas. Su estructura molecular es diferente a la mayoría de los otros materiales como por ej: los metales. El vidrio posee moléculas agrupadas en racimos, lo que le permite su estructura vítrea/amorfa.

El vidrio es descripto como un líquido super-frío, lo que significa que su estructura molecular es la misma tanto a baja como a alta temperatura.

## COMPORTAMIENTO MOLECULAR

Durante el período de calentamiento, los átomos se mueven de arriba hacia abajo. A medida que se aumenta la temperatura este movimiento se hace más pronunciado, y el material comienza a expandirse. Así, aún cuando regrese a su tamaño inicial al enfriarse, no se produce ninguna rotura porque no hay gran diferencia entre la dimensión original y la expandida, gracias al proceso de maduración del vidrio.

A los referidos movimientos entre los átomos se los llama vibraciones. Esta característica es medible y se la conoce como COE "coeficiente de dilatación calorífico".

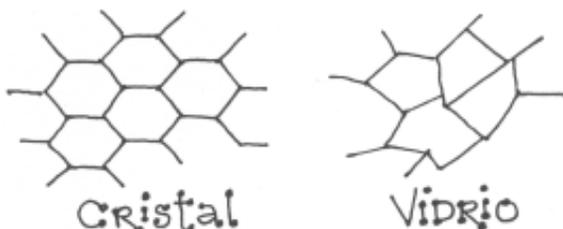
El vidrio con mayor proporción de sílice es más resistente al choque térmico ya que la sílice tiende a mantener sus dimensiones cuando se calienta y la distancia entre sus moléculas resulta suficiente para acomodar este movimiento. La expansión es pequeña y, por lo tanto, la resistencia al choque térmico es grande.

Cuando se trabaja con 'caída libre', el estiramiento del vidrio se produce sobre un vacío, y es factible que el calentamiento de la parte apoyada en la placa resulte diferente a las de las otras partes de la lámina.

El vidrio cuyo stress proviene de una horneada previa, es más vulnerable al choque térmico.

Cuando el vidrio está en su estado líquido no hay stress, sino una tensión superficial que es la que le otorga esa consistencia viscosa, como de miel.

Por lo tanto, un vidrio stressado puede exponerse nuevamente al calor sin inconvenientes, a menos que esté previamente fracturado. El calor remediará el stress al quedar nuevamente las moléculas en situación de acomodarse según sus patrones regulares.



## CALENTAMIENTO DEL VIDRIO

La energía producida por el calor va por dentro de las moléculas causándoles una vibración rápida que hace que se separen unas de otras, en otras palabras, la sustancia se expande. Cuando esto sucede, las uniones o ligazones entre las moléculas se vuelven más frágiles y débiles hasta que llegan a superponerse una sobre otra y la sustancia puede fluir, correr, ya que está derretida.

En la mayoría de los materiales, (Ej: el metal), el punto de fusión ocurre repentinamente a una temperatura particular. En cambio, cuando el vidrio se calienta, se produce un ablandamiento paulatino y a la inversa al enfriarse. Así, la pieza de vidrio con el calor se expande y por el contrario, se contrae al enfriarse.

## COEFICIENTE DE EXPANSION – COE

El coeficiente de expansión es la medida que define el grado de expansión o contracción que un material sufre al exponerse al frío o al calor. A menor coeficiente de expansión mayor es la resistencia a un cambio brusco de temperatura.

El COE es determinado en un laboratorio de análisis y sólo determina el radio de expansión entre la temperatura del medio ambiente hasta 300°C. Cada vidrio tiene su propio valor de expansión.

Que dos vidrios tengan el mismo COE no significa que sean compatibles. Para determinar su compatibilidad se debe tener en cuenta la gama de expansiones en el proceso de fusión.

El COE puede ser alterado durante su manufactura si se introduce otro químico en el vidrio en estado líquido, por ej: colorantes, fundentes o cambios en la cocción misma. Por lo tanto necesitamos hacer un test posterior para comprobar nuevamente su COE y su compatibilidad con otros vidrios.

Por este motivo sugiero que si no nos resulta posible efectuar un análisis de compatibilidad para cada fusión, se utilicen vidrios que sean compatibles entre sí o bien que sean de una misma placa.



## STRESS (tensión)

El stress en el vidrio se produce muy fácilmente, y es un motivo de preocupación para quienes lo trabajamos.

Debemos prestar atención al stress a lo largo de 4 instancias: el ciclo de calentamiento, el estadio de fluidez, el ciclo de enfriamiento y el análisis de la compatibilidad.

El stress puede ser el resultado de diversos factores. Toda hoja de vidrio contiene un bajo porcentaje de stress presentado bajo la forma de una tensión superficial y, al marcarlo con un cutter (cortante para vidrio), nos servimos de la liberación de ese stress a lo largo de la línea de debilitamiento o rajadura, para fracturar el vidrio. Si el vidrio tiene mucho stress o el stress es demasiado desparejo, la fractura se va a

producir no sólo a través de la marca provocada sino también a lo largo de algunas líneas nuevas. (Ej. vitreas c/rayaduras)

Se genera stress en el vidrio cuando las moléculas están fuera de su lugar respecto del patrón típico habitual. Comienza así una irregular lucha de fuerzas entre las moléculas dando origen a lo que llamamos stress en el material.

## STRESS EN EL CICLO DE CALENTAMIENTO

Se produce cuando algunas áreas del vidrio se calientan más rápido que otras. Si el stress resulta demasiado grande, el vidrio se va a fracturar. Si el vidrio en cambio es calentado en forma pareja, se puede calentar rápidamente sin inconvenientes.

1. El stress comienza en el interior de la lámina (cuando se usa horno de vidrio)
2. Comienza en los bordes (en caso de horno de cerámica)
3. Debido a un calentamiento desparejo si el espesor del vidrio varía por la superposición de desiguales láminas de vidrio
4. Porque las láminas superiores están aislando las capas inferiores.

Cuando se trabaja con 'caída libre', el estiramiento del vidrio se produce sobre un vacío, y es factible que el calentamiento de la parte apoyada en la placa resulte diferente a las de las otras partes de la lámina.

El vidrio cuyo stress proviene de una horneada previa, es más vulnerable al choque térmico.

Cuando el vidrio está en su estado líquido no hay stress, sino una tensión superficial que es la que le otorga esa consistencia viscosa, como de miel.

Por lo tanto, un vidrio stressado puede exponerse nuevamente al calor sin inconvenientes, a menos que esté previamente fracturado. El calor remediará el stress al quedar nuevamente las moléculas en situación de acomodarse según sus patrones regulares.

## STRESS EN EL ENFRIAMIENTO

Se produce cuando el vidrio es enfriado rápidamente sin respetar su ciclo. Sólo podrá remediarse volviendo a llevar al vidrio a su estado fluido. Este stress, como el del ciclo de calentamiento, puede causar cuarteaduras en el vidrio. Por otra parte, si el stress permanece contenido en el vidrio (aún sin quebrarse), tornará la pieza vulnerable a cualquier futuro stress externo adicional.

Hay una temperatura crítica durante el enfriamiento, en la cual las moléculas necesitan estar un tiempo para reorganizarse y reestablecer sus vínculos dentro de patrones regulares: es el llamado "punto de templado" o "estabilización", el que si no se respeta como es debido produce una estabilización inadecuada. El tiempo que debe ser mantenido en esa temperatura depende del espesor y tamaño de ese vidrio en particular.

## STRESS POR INCOMPATIBILIDAD

No hay estabilización/ maduración que pueda disminuir o eliminar el stress causado por la incompatibilidad entre dos o más vidrios.

Las moléculas migran entre los dos vidrios y establecen ligazones moleculares entre las dos superficies sólo si los mismos son compatibles.

Al tener diferentes COE, se van a contraer a diferentes valores y el stress va a permanecer en la capa intermedia, generando la expulsión de alguno de estos vidrios. Esto va a causar una fractura posibilitando así la liberación del stress, o bien el mismo permanecerá por un tiempo más o menos largo contenido dentro del vidrio produciendo en algún momento su rotura 'espontánea'.

## COMO COMPROBAR EL STRESS

Para evaluar si una muestra o una fusión contiene stress se expone el vidrio a la luz a través de un filtro polarizador. Debemos tener en cuenta que el stress sólo puede ser visto o 'leído' en vidrios transparentes por lo que es inútil exponer a la luz vidrios de color.

El celuloide polarizador se compra en casas de venta de artículos para iluminación en cine<sup>6</sup>.

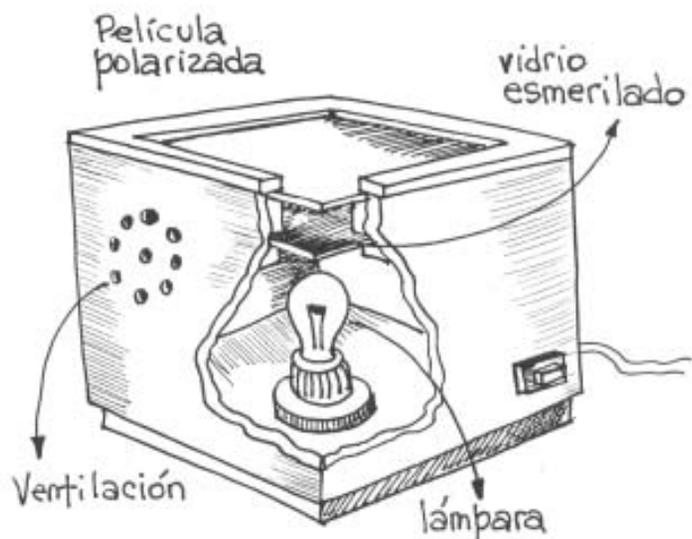
Aconsejo comprar una tira de solo 10cm x 40cm (ancho del rollo). Se corta la misma por la mitad obteniendo dos pedazos de 20cm x 10cm, suficientes para leer cualquier tamaño de vidrio.

Armamos una caja de luz y ubicamos sobre ella un pedazo de celuloide en forma horizontal. Luego se coloca la pieza cuidando de no rayar el filtro y sostenemos la otra mitad del celuloide en forma vertical en cruz y plana. De esta manera podemos empezar a comprobar la presencia o no del stress.

El stress situado en las esquinas corresponde al producido por falta de maduración; el que rodea una superposición de vidrios corresponde al stress por incompatibilidad.

De todas formas el vidrio que compramos contiene siempre una mínima cantidad de stress que se libera al cortar el mismo.

Se puede decir que un vidrio fusionado está correcto cuando solamente contiene un 10% de halos de stress, referidos al total del tamaño del vidrio.



<sup>6</sup> ver glosario - Paraná Luz



## ESTABILIZACION - MADURACION (annealing)

Es inevitable atravesar por este proceso, el que consiste en permanecer el tiempo necesario para que las moléculas se acomoden y asienten y regresen nuevamente a un estado molecular idéntico al que tenían antes de llevar el vidrio a la fusión.

La maduración o estabilización, se lleva a cabo en el momento en que las moléculas ya están ubicadas de acuerdo al patrón que les corresponde y en la temperatura y duración indicadas para esa calidad particular de vidrio.

Su duración estaría determinada por el espesor y por el tamaño del vidrio.

Para comprobar con precisión la temperatura de un tipo de vidrio se coloca una varilla del mismo de 20cm x 2cm en arcilla cruda y con una leve inclinación hacia adelante. Es conveniente ubicarla en un ángulo visible del horno con la inclinación hacia el costado para poder controlarla a través de la mirilla.



560/580



Se comienza a observar a partir de 540°. A los 560° se mantiene la temperatura por aproximadamente tres horas. Si pasado ese lapso la varilla apenas dobló la punta, estaríamos frente a la temperatura correcta de mantenimiento de ese vidrio. Si no bajó, es porque la temperatura de maduración debe ser un poco mayor a 580°C. Descartamos por supuesto, que el pirómetro del horno esté correctamente calibrado.

Estas consideraciones se toman con el vidrio float cuyo rango de estabilización varía de 560° a 580° dependiendo también del espesor. En los otros vidrios el punto de maduración ya está especificado de origen.

## TIEMPOS DE ESTABILIZACION DEL VIDRIO

| ESPESOR: | ESTABILIZACION |
|----------|----------------|
| 12 mm.   | 1 hs.          |
| 19 mm.   | 1.5 hs.        |
| 25 mm.   | 2 hs.          |
| 38 mm.   | 3 hs.          |
| 50 mm.   | 4 hs.          |
| 60 mm.   | 5 hs.          |
| 75 mm.   | 6 hs.          |
| 100 mm.  | 8 hs.          |
| 150 mm.  | 12 hs.         |
| 200 mm.  | 16 hs.         |

## CHOQUE TERMICO

Se llama choque térmico al enfrentamiento de dos temperaturas diferentes, lo cual provoca el colapso del material.

Imaginemos que las moléculas están formadas por pelotas (los átomos) unidas por resortes (los enlaces) que se estiran y contraen. Al aumentar la temperatura, lo que estamos haciendo es aumentar la energía térmica que se traduce en que los resortes de las moléculas se contraigan y se estiren más y a mayor velocidad. Al hacerlo necesitan un lugar más amplio para que el material pueda expandirse.



Si ahora lo ponemos en agua fría, la energía térmica disminuye y los resortes vuelven a tener su lugar original, por lo que ya no necesitan más espacio para moverse. Si el vidrio se enfría paulatinamente llega a sus dimensiones originales sin que se produzca ninguna rotura. Cuando el material regresa rápidamente a su tamaño inicial es seguro que se fractura.

## CAPA TIN

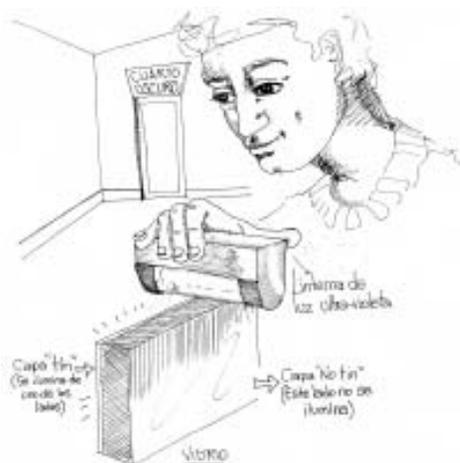
En el proceso de fabricación actual, el vidrio es vertido en estado de fluidez a flotar (float) en cubas con estaño en estado fluido para lograr precisamente esa propiedad particular de transparencia sin deformaciones al solidificarse, generando así una superficie plana casi perfecta. Es durante este proceso que el vidrio al entrar en contacto con el metal, produce modificaciones fisico-químicas permanentes y se contamina con una capa invisible de estaño. Esta capa es fácilmente detectable a través de una tímida iridiscencia en uno de los bordes del canto del vidrio.

Las modificaciones fisico-químicas antedichas, afectan el COE (tornándolo ligeramente inferior), y también su reacción con los fundentes y algunos colorantes que utilizamos.

Esto que podría parecer un problema en realidad no lo es, y podemos servirnos de la capa tin para evitar que el vidrio se pegue a la placa del horno. Asimismo, esa cara tiene menor COE por lo cual puede ser utilizada cuando la situación así lo requiera.

Cuando el vidrio es esmaltado sin tener en cuenta su capa tin, luego de su horneado podría mostrar una variación en el color aplicado, debido a la reacción producida por los elementos metálicos de los esmaltes con la capa contaminada (tin).

Podemos verla ingresando en un cuarto oscuro con una linterna de luz ultra-violeta colocada en forma perpendicular a la pieza que queremos observar. Otra forma de detectarla es haciendo correr una gota de agua por la superficie previamente lavada con detergente y secada del vidrio: si la misma sigue su curso sin deformarse indicaría que estamos frente a la capa **NO tin**. Ahora probamos con la otra cara y hacemos lo mismo. Deberíamos notar que la gota en lugar de fluir se desvía: en este caso estamos frente a la capa **tin**.



## DESVITRIFICACION

Si partimos de que Vitrus = vidrio, desvitrificación es = no-vidrio.

Es la cristalización, separación y agrupamiento de cristales en la superficie.

Hay temperaturas críticas que favorecen su aparición, si se mantiene el vidrio en ellas por un tiempo prolongado.

Se observa una película en la superficie, la elasticidad del vidrio desaparece y la desvitrificación trabaja penetrando en el mismo. Algunos vidrios son más propensos a sufrirla. (Ej. *Spectrum*).

# EL VIDRIO - TECNOLOGIA

## MODIFICACIONES A TRAVES DEL CALOR

### Coloración del vidrio en forma industrial

Los tres tipos de vidrio químicamente diferentes pueden adquirir color fácilmente si se les añaden impurezas de metales a las mezclas utilizadas. Esto no afecta ninguna de sus otras propiedades.

En la antigüedad, el vidrio estaba inevitablemente coloreado por las impurezas que de manera natural contienen las arcillas y por la contaminación en los crisoles de fusión. El primer vidrio relativamente incoloro se obtuvo a principios de la era cristiana, en Roma, pero el primero que realmente no tuvo color no se logró sino hasta el siglo X en Venecia.

Las investigaciones en los últimos 50 años acerca de cómo colorear el vidrio han sido de mucha importancia, ya que no sólo se persiguieron fines artísticos y ornamentales, sino también científicos, como por ejemplo, la elaboración de filtros y lentes de color para los sistemas de señales de transportes, que exigen un control muy riguroso de la transmisión de la luz a través del vidrio en todo su espectro.

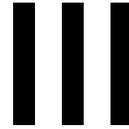
Existen principalmente tres formas de darle color al vidrio.

1. Una es por medio de los colores de solución, donde el color se produce porque el óxido metálico presente absorbe la luz de la región visible del espectro, y deja pasar la que corresponde a algunos colores, que son los que se ven. De esta forma el cobre absorbe la luz con longitudes de onda que pertenecen a todos los colores. Obtenemos el color rojo rubí, cuando el cobre está en atmósfera reductora (sin oxígeno) y el verde, cuando está en estado de oxidación completa.

El cobalto siempre absorbe la luz con todas las longitudes de onda menos la que produce el color azul, y así, de la misma manera, el vanadio, el manganeso, el titanio, el cromo, el hierro y el níquel producen sus propios colores.

2. La segunda forma de darle color es por medio de una dispersión coloidal. Esta consiste en partículas ultramicroscópicas suspendidas en el vidrio, que reflejan o dispersan selectivamente los rayos de luz de un color. Por ejemplo, el selenio combinado con sulfuro de cadmio produce partículas en el vidrio que dispersan toda la luz, menos la de color rojo. Aquí el color depende de la concentración y el tamaño de las partículas, no tanto del elemento por el que están formadas. El color rubí se puede producir con oro y cobre en su estado elemental, o por selenio y sulfuros en solución.

Cuando el cobre se calienta con la sílice a temperaturas muy altas se deposita en forma de escamas y produce también el color rubí.



3. Tercera forma de darle color al vidrio. Con esta técnica se puede producir el vidrio opaco, porque las escamas que se forman dentro de él provocan que la luz se refracte en el interior del vidrio, quitándole transparencia. También se forma un tipo de vidrio alabastro, que es como un mármol translúcido, generalmente con visos de colores. Las estructuras internas que se forman para producir estos efectos son poco conocidas, pero esto no impide que se utilicen en aparatos de iluminación, de luz difusa y en artículos de ornamentación.

¿Qué le pasa a la luz cuando atraviesa un vidrio rojo? La luz que se ve salir es del mismo color que el vidrio.

La luz blanca está formada por todos los colores del arco iris. Cuando esa luz atraviesa el vidrio rojo, todos los colores se quedaron en él. El vidrio rojo absorbe todos los colores y sólo deja pasar al rojo. En cambio si se manda un rayo de luz blanca a través de un vidrio transparente de suficiente espesor, lo que se observa es su separación en todos los colores del arco-iris.

## Fusionado o vitrofusión<sup>7</sup>

Es la unión de dos o más vidrios por medio de la temperatura. Los vidrios pueden ser de diferentes colores y/o espesores, siempre y cuando tengan un COE térmico similar, capaz de permitir su fusión en una sola placa.

## Prensado

Esta técnica, conocida ya en Alejandría, se perfecciona en el siglo XIX en los Estados Unidos. Actualmente la industria vidriera prensa los vidrios con aire comprimido y el artista sólo interviene en el diseño del molde.

## Vidrio armado

Este proceso consiste en laminar una colada de vidrio sobre la cual se coloca una malla metálica, después se deja caer una segunda colada y se vuelve a laminar.

Se deben utilizar metales que tengan COE iguales al del vidrio, así aumenta la resistencia al impacto y se evita el desprendimiento de astillas en caso de rotura.

## Vidrio estirado

Para esta modalidad se requiere de un soplete con oxígeno y gas, mediante el cual se logra que el vidrio adquiera la temperatura necesaria para estirarlo, fusionarlo, modelarlo y soplarlo.

Es común utilizar esta técnica con tubos de ensayo, probetas, etc.

<sup>7</sup> ver glosario



## ESMALTES para VIDRIO

Son aquellos formados con polvo de cristal de plomo de color finamente molido y aglutinado con agua, trementina, goma arábica, miel, acrílico o vinagre. El agua produce el mismo efecto alcanzado con las pinturas a la acuarela. La trementina otorga una consistencia muy espesa, como de miel, sin que por ello pierda su transparencia. El vinagre brinda una capacidad de secado rápido y ayuda (una vez seco), a que se pueda trasladar o mover una placa de vidrio sin que el esmalte se resienta. También se puede agregar vidrio molido para conseguir una textura de pintura al óleo.

Muchos colores de esmaltes se ven afectados al aplicarse sobre la capa tin de un vidrio float.

Por eso se coloca siempre la capa tin para abajo y al superponer dos vidrios también mantenemos las dos capas tin para abajo.

Los esmaltes se aplican antes de la fusión o bien luego de alguna horneada persiguiendo un efecto especial. Según su composición, los esmaltes rojos se utilizan a temperaturas no muy altas para poder preservar su color.

El espesor adecuado para la capa de esmalte es de 1mm. Se debe considerar que al aplicarlo en realidad estamos agregando una nueva capa de vidrio al vidrio, que bien podría resultar incompatible.

Se puede enriquecer un esmalte comercial agregándole óxidos y pigmentos, mica, limadura de bronce, cobre etc.

Si el vidrio que tenemos previsto utilizar no va a exponerse a ninguna transformación, se deben usar "esmaltes de baja temperatura" (550°C). En este caso, si se pintaran por ej. copas o vasos, no se corre ningún riesgo de deformación.

Los esmaltes se clasifican en:

opacos, translúcidos y transparentes - brillantes y satinados.



## SUSTANCIAS COMPONENTES DE ESMALTES

1. FUNDENTES
2. REFRACTARIAS
3. OPACIFICANTES
4. COLORANTES

### 1. FUNDENTES

Son aquellos materiales que bajan el punto de fusión de los procesos térmicos en los que intervienen, de modo que el esmalte comience su trabajo erosionando la superficie antes del punto más alto de horneado. Por su intermedio realzan, modifican y ponen de manifiesto el colorante.

- **Óxido de plomo:** Minio. Otorga elevado brillo.
- **Bórax:** Borato de Sodio, funde a los 600°C. Ofrece esmaltes claros y duros. Los esmaltes hechos a base de bórax se los denomina "borácicos", no contienen plomo. Incrementa

el burbujeo del esmalte. En superficie no es compatible, se cuarteo y desprende del vidrio. Bórax + Cobre = Turquesa. Flux Plúmbico + Cobre = Verde

- **Carbonato de Sodio:** Alcalino. Sal sódica del ácido carbónico.
- **Carbonato de Potasio:** tiene propiedades alcalinas. Sal potásica del ácido carbónico.
- **Carbonato de Calcio:** Sal cálcica del ácido carbónico. Disminuye la coloración amarilla con los fundentes plúmbicos. Puede producir cristalizaciones.
- **Óxido de Zinc:** en elevados porcentajes cristaliza, como así junto al Titanio y al Calcio. Modifica los colores.

## 2. REFRACTARIAS

Las sustancias refractarias son un material que tiene elevada resistencia a las temperaturas. Comparando con la definición de **fundentes** podemos decir que **refractarios** son aquellos materiales que elevan el punto de fusión de los procesos térmicos en los que intervienen. Un material puede ser **fundente** o **refractario** en relación directa a la temperatura a que es sometido y también en función de los otros componentes.

- **Cuarzo:** Vitrificante universal, insoluble en agua. Se agrega a los esmaltes que tienen tendencia a cuartearse en porcentajes según lo requiera.
- **Feldespato:** Es un componente alcalino de Sodio y Potasio, insoluble. Actúa como **refractario** a bajas temperaturas.
- **Alúmina:** Óxido de aluminio.

## 3. OPACIFICANTES

Agregados a la composición de la fórmula en porcentajes previstos, impiden que el esmalte deje pasar la luz.

- **Óxido de Estaño:** Se obtienen esmaltes blancos en un 10% a un 15%.
- **Óxido de Zirconio:** Se obtienen esmaltes blancos. Silicato de Zirconio. Agregando Óxido de Zinc da acabados mate.
- **Óxido de Titanio:** Esmaltes blanco-amarillentos con base plúmbica y con base alcalina.

## 4. COLORANTES

Otorgan el color a cualquier preparación de una fórmula. Se clasifican por óxidos metálicos (Cobre, Cobalto y Manganeso) y pigmentos B/C<sup>8</sup>.

Algunos óxidos producen cristalizaciones en bajos porcentajes, según la composición del esmalte y la temperatura.

- **Bióxido de Manganeso:** es el más común de los óxidos de Manganeso utilizados y tiene un punto de fusión relativa-

<sup>8</sup> ver glosario

mente bajo. No actúa como fundente en bajas temperaturas. Su tendencia a burbujear se debe a que se descompone ya en bajas temperaturas desprendiendo oxígeno que es el gas que en este caso produce burbujas. Lo mismo sucede con el óxido de cobalto.

Se lo puede estabilizar calcinándolo previamente a su uso a 940°C/950°C.

Con esmaltes que contengan suficiente plomo (más del 30%) produce colores **morados y/o pardos**.

Con esmaltes alcalinos produce tonos **rosados y/o violáceos**, según el porcentaje agregado.

- **Óxido de Cobalto:** cubre la gama de los **azules profundos**. Según la temperatura y composición de la fórmula metaliza con un 3%. Celestes con 0.1% a 0.6%. Agregado a fundentes alcalinos, la tonalidad es **azul violáceo**. Puede sustituirse por el carbonato de cobalto para los tonos más claros por la poca concentración de elemento colorante y para mejorar la dispersión del color.
- **Óxido de Cobre:** Obtenemos el **turquesa**. Con un porcentaje de 5% a 8% metaliza. En combinación con un flux plúmbico el resultado es **turquesa verdoso**. Agregado a un fundente alcalino, **turquesa azulado**.
- **Óxido de Cromo:** de característico color **verde**. Parte de los **amarillos** con bajos porcentajes. Según la composición del esmalte se satura. Al 5% en esmaltes de alto plomo da coloración **rojiza** a no más de 820°C.
- **Bicromato de Potasio:** compuesto de Cromo en combinación con Potasio. El Cromo aporta el color y el Potasio el fundente. Da tonos **naranjas, verdes y amarillos**. Tiene un bajo punto de fusión. Según la temperatura y composición del esmalte, contamina con su color a todo lo que esté a su alrededor.
- **Óxido de Níquel:** es **gris-verdoso** muy claro con un 5% de flux plúmbico. La saturación de su color la alcanza con casi un 10%.
- **Carbonatos:** son las sales del Ácido Carbónico. Tienen menor poder colorante.
- **Pigmentos:** pueden ser utilizados bajo las mismas consignas que los óxidos. Con ellos se consiguen colores específicos.

## EFECTOS

Según el proyecto que vayamos a preparar, podemos aplicar diferentes efectos:

1. Mezclando mal los componentes
2. Trabajando los esmaltes húmedos con esponja
3. Aplicando los esmaltes con trementina y luego con agua (marmolado)
4. Espolvoreando sobre superficie limpia o sobre un color seco

5. Esgrafiando
6. Pulverizando el esmalte con aerógrafo sobre una superficie ya horneada
7. Aplicando arena, cuarzo o feldespato en húmedo
8. Aplicando limadura de bronce, cobre, alambre o mica

## DEFECTOS DE LOS ESMALTES

Los defectos pueden transformarse en efectos cuando en lugar de surgir espontáneamente, así lo predeterminamos.

### ▪ Cuarteamiento

Se produce por un Esmalte no compatible en su dilatación con el vidrio sobre el que fue aplicado

1. aumentar el cuarzo
2. introducir ácido bórico
3. disminuir flux o reemplazarlo

### ▪ Burbujas

Se producen cuando no se consiguió expulsar el vapor atrapado entre los vidrios al no completarse adecuadamente el ciclo de temperatura.

1. demasiadas sales, carbonato de calcio
2. capa gruesa de óxido de manganeso y/o cobalto, carbonatos, etc.

### ▪ Superficie Mate

Se produce por:

1. mala molienda
2. impurezas, sulfatos
3. desvitrificación por agentes opacificantes

## ÓXIDOS

### Cobre - Cu

Oxido blando.

Baja el punto de fusión según la temperatura y composición del esmalte.

0,1 al 0,5% + flux para vidrio: colores muy pálidos

### Manganeso - Mg

Emite gases (oxígeno) y produce burbujas.

2 al 4% + flux para vidrio.

### Cobalto - Co

Emite gases (oxígeno) y produce burbujas.

0,1 al 2% + flux para vidrio.

**Hierro – Fe**

5 al 20% + flux para vidrio

**Cromo – Cr**

0,1al 8% + flux para vidrio

**Níquel – Ni**

1 al 10% + flux para vidrio

**Estaño – Sn**

1 al 8% + flux para vidrio

**Circonio – Zi**

3 al 10% + flux para vidrio

**Zinc – Zn**

5 al 15% + flux para vidrio

**Titanio – Ti**

1 al 3% + flux para vidrio

## RECOPIACION DE FORMULAS PARA ESMALTES

### 780°C a 800°C

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 1) naranja amarillento  | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs bicromato de potasio |
| 2) morado               | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1.5 grs bióxido manganeso  |
| 3) verde seco           | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>4 grs óxido de níquel      |
| 4) turquesa c/burbujas  | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>4 grs óxido de cobre negro |
| 5) turquesa             | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de cobre negro |
| 6) blanco lechoso       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs pigmento lila        |
| 7) amarillo             | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>7 grs cromato de plomo     |
| 8) azul celeste         | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs óxido de cobalto     |
| 9) amarillo limón       | 30 grs BÓRAX<br>5 grs bicromato de potasio         |
| 10) morado medio        | 30 grs BÓRAX<br>2 grs bióxido de Mg                |
| 11) verde seco          | 30 grs BÓRAX<br>5 grs óxido de níquel              |
| 12) turquesa fuerte     | 30 grs BÓRAX<br>4 grs de óxido de cobre ng         |
| 13) blanco y lila       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>7 grs de pigmento lila     |
| 14) amarillo medio      | 30 grs BÓRAX<br>8 grs cromato de plomo             |
| 15) azul cobalto oscuro | 30 grs BÓRAX<br>1 grs óxido de cobalto             |
| 16) amarillo/naranja    | 30 grs MINIO<br>10 grs cromato de plomo            |
| 17) amarillo/naranja    | 30 grs MINIO<br>20 grs bicromato de potasio        |
| 18) amarillo c/naranja  | 30 grs MINIO<br>15 grs cromato de plomo            |
| 19) amarillo            | 30 grs MINIO<br>15 grs bicromato de potasio        |

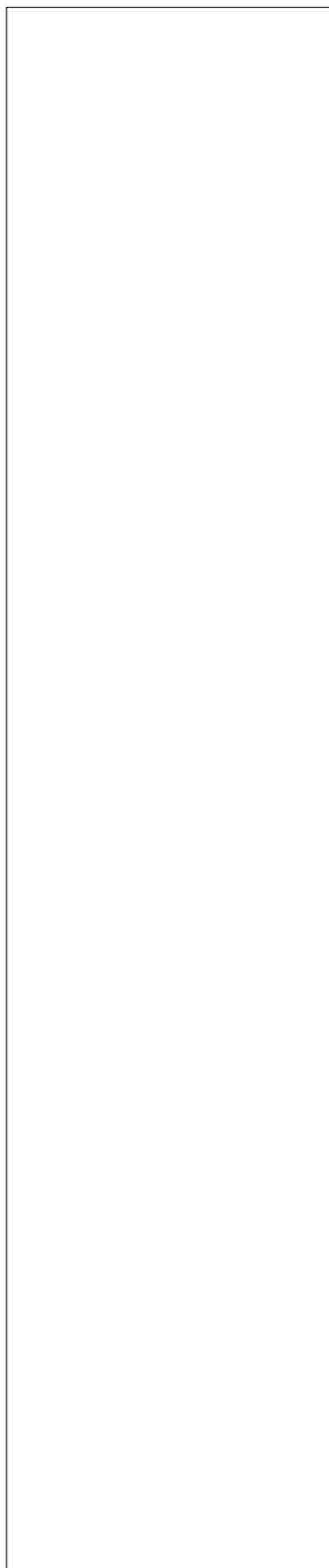


|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 20) azul                           | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs óxido de cobalto<br>1 grs óxido de cobre ng                         |
| 21) turquesa fuerte                | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs óxido de cobalto<br>3 grs óxido de cobre                            |
| 22) verde claro                    | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs óxido de cobre<br>2 grs cromato de plomo                            |
| 23) amarillo limón                 | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1.5 grs cromato de plomo<br>1.5 grs pigmento gris 3706 <sup>9</sup>       |
| 24) amarillo caramelo              | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs cromato de plomo<br>1 grs de minio                                  |
| 25) ámbar oscuro                   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs bióxido de Manganeseo<br>4 grs de cromato de plomo                  |
| 26) morado oscuro                  | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs bióxido de Manganeseo   |
| 27) azul cobalto                   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs óxido de Cobalto  |
| 28) azul cobalto claro             | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs carb de cobalto   |
| 29) verde pasto                    | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs óxido de cromo  |
| 30) blanco opalina                 | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3.5 grs silic de zirconio   |
| 31) azul opalina                   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silic de zirconio<br>1 grs óxido de cobalto<br>1 grs óxido de cobre |
| 32) ámbar                          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs bicro de potasio<br>1 grs óxido de manganeso                        |
| 33) celeste/turquesa claro opalina | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silic de zirconio<br>1 grs óxido de cobre                           |
| 34) celeste turquesa medio opalina | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silic de zirconio<br>3 grs óxido de cobre                           |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 35) morado opalina         | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silic de zirconio<br>2 grs óxido de Manganeseo                                  |
| 36) verde                  | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs bicro de potasio<br>2 grs óxido de cobre  |
| 37) turquesa               | 5 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs minio<br>3 grs carbonato de cobre   |
| 38) violeta y celeste      | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs pigmento violeta   |
| 39) violeta oscuro         | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>30 grs pigmento violeta   |
| 40) amarillo sucio         | 3 grs FLUX p/VIDRIO<br>12 grs bicromato de potasio  |
| 41) pardo verdoso          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs bicromato de potasio<br>15 grs bióxido de Manganeseo<br>10 grs óxido de hierro |
| 42) marrón hierro          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>15 grs óxido de hierro  |
| 43) negro azulado          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs óxido de cobalto<br>15 grs Bióxido manganeso<br>0,6 grs bicromato de potasio   |
| 44) verde inglés           | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>12 grs óxido de cromo   |
| 45) verde oscuro c/manchas | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>15 grs óxido de cromo<br>12 grs bicromato de potasio                                  |
| 46) marrón africano        | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>15 grs bióxido manganeso<br>3 grs óxido de estaño                                     |
| 47) amarillo/naranja       | 60 grs minio<br>7 grs cuarzo<br>10 grs caolín<br>4 grs óxido de cromo<br>1 grs bentonita                      |
| 48) rosa opalina           | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs pig rubí  |
| 49) rosa mediano opalina   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs pig rubí   |

|  |                           |  |
|--|---------------------------|--|
|  | 50) rosa fuerte opalina   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>15 grs pig rubí  |
|  | 51) morado                | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>6 grs pig rubí<br>2 grs Bióxido manganeso                                |
|  | 52) violáceo claro        | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs pig berenjena  |
|  | 53) violáceo claro        | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>6 grs pig berenjena  |
|  | 54) violáceo claro neutro | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs pig púrpura<br>3 grs pig berenjena                                 |
|  | 55) verde esmeralda       | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>4 grs óxido de cobre  |
|  | 56) violáceo neutro       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs pig rosa<br>1 grs Bióxido manganeso<br>1 grs carbonato cobalto    |
|  | 57) violáceo medio        | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>6 grs pig rosa<br>1 grs bióxido manganeso<br>1 grs carbonato cobalto     |
|  | 58) violáceo brillante    | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs pig rosa<br>1 grs bióxido manganeso<br>1 grs carbonato cobalto     |
|  | 59) lila                  | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>6 grs pig lila   |
|  | 60) violeta oscuro        | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>0,5 grs pig rubi<br>0,5 grs bióxido manganeso<br>1 grs carbonato cobalto |
|  | 61) amarillo              | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>15 grs Cromato de plomo   |
|  | 62) blanco                | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>10 grs óxido de zirconio   |
|  | 63) verde palta           | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>4 grs pigmento verde palta   |
|  | 64) champagne             | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>12 grs rosa  |
|  | 65) morado medio          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>4 grs rosa<br>1 grs óxido de manganeso                                   |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 66) morado claro opalina | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs silicato de zirconio<br>0,5 grs óxido de manganeso                        |
| 67) celeste opalina      | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silicato de zirconio<br>0,5 grs óxido de cobre                            |
| 68) opalina blanca       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs silicato de zirconio  |
| 69) opalina blanca       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs óxido de zinc   |
| 70) opalina blanca       | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs óxido de titanio  |
| 71) opalina blanca suave | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>1 grs silicato de zirconio  |
| 72) azul                 | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs óxido de cobalto<br>1 grs óxido de cobre                                  |
| 73) azul                 | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>1 grs óxido de cobalto   |
| 74) amarillo             | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>30 grs bicromato de potasio  |
| 75) naranja              | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>2 grs óxido de cromo   |
| 76) marrón morado        | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>4 grs bióxido manganeso  |
| 77) marrón tostado       | 30 grs Minio (espolvoreado)<br>8 grs óxido de hierro  |
| 78) opalina turquesa     | 12 grs FLUX P/VIDRIO<br>3 grs silicato de zirconio<br>1 grs carbonato de cobre                          |
| 79) turquesa metálico    | 10 grs FLUX P/VIDRIO<br>2 grs carbonato de cobre<br>1 grs óxido de hierro<br>1 grs silicato de zirconio |
| 80) marrón               | 12 grs FLUX P/VIDRIO<br>1 grs cromato de plomo<br>1 grs permang. de potasio                             |
| 81) marrón metálico      | 10 grs FLUX P/VIDRIO<br>3 grs cromato de plomo<br>1,5 grs permang de potasio                            |
| 82) marrón africano      | 10 grs FLUX P/VIDRIO<br>2 grs permang de potasio  |



|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 83) marrón chocolate            | 12 grs FLUX P/VIDRIO<br>2 grs cromato de plomo<br>3 grs permang de potasio                                |
| 84) verde petróleo              | 8 grs FLUX P/VIDRIO<br>1grs óxido de cobalto<br>1 grs cromato de plomo                                    |
| 85) azul profundo               | 8 grs FLUX P/VIDRIO<br>1,5 grs óxido de cobalto<br>1grs óxido de manganeso                                |
| 86) opalina verde petróleo      | 30 grs FLUX P/VIDRIO<br>1,5 grs óxido de manganeso<br>5 grs óxido de hierro                               |
| 87) opalina morada              | 30 grs FLUX P/VIDRIO<br>3 grs óxido de manganeso<br>3 grs silicato de zirconio                            |
| 88) verde pasto                 | 30 grs FLUX P/VIDRIO<br>3 grs óxido de cobre<br>3 grs cromato de plomo                                    |
| 89) marrón chocolate metálico   | 8 grs FLUX P/VIDRIO<br>4 grs permang de potasio<br>4 grs silicato de zirconio                             |
| 90) azul muy profundo           | 10 grs FLUX P/VIDRIO<br>2 grs carbonato de cobalto<br>1 grs óxido de hierro<br>1 grs silicato de zirconio |
| 91) verde petróleo metálico     | 6 grs FLUX P/VIDRIO<br>3 grs óxido de cobre<br>3 grs óxido de hierro                                      |
| 92) azul muy oscuro             | 40 grs FLUX Q68 <sup>9</sup><br>0,5 grs óxido de cobalto  |
| 93) verde oliva- naranja        | 40 grs FLUX Q68<br>0,5 grs óxido de cromo   |
| 94) verde oscuro - verde oliva  | 40 grs FLUX Q68<br>1 grs óxido de cobre   |
| 95) verde oliva oscuro- lacre   | 40 grs FLUX Q68<br>1 grs óxido de cromo<br>1 grs óxido de cobre   |
| 96) opalina turquesa            | 40 grs FLUX Q68<br>6 grs pig. celeste   |
| 97) marrón rojizo               | 40 grs FLUX Q68<br>2 grs pig. marrón oscuro   |
| 98) opal blanca - marrón rojizo | 40 grs FLUX Q68<br>2.5 grs pig. rubi  |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 99) ocre                 | 40 grs FLUX Q68<br>1 grs pig. amarillo/naranja  |
| 100) tostado             | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>0.5 grs óxido de manganeso<br>1 grs óxido de titanio           |
| 101) turquesa            | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>0.5 grs óxido de cobre   |
| 102) azul cobalto        | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>0.5 grs óxido de cobalto<br>1 grs óxido de titanio             |
| 103) celeste turquesa    | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>0.5 grs carbonato de cobalto<br>1 grs óxido de zinc            |
| 104) verde oliva mediano | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>0.5 grs óxido de cromo<br>1 grs óxido de titanio               |
| 105) amarillo            | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs cromato de plomo<br>1 grs minio<br>10 grs óxido de zinc |
| 106) azul                | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>2 grs óxido de cobalto<br>5 grs talco                         |
| 107) verde musgo         | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs óxido de níquel<br>5 grs carbonato de bario             |
| 108) turquesa            | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>3 grs carbonato de cobre<br>5 grs carbonato de bario          |
| 109) verde oliva claro   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de zinc<br>3 grs óxido de níquel                  |
| 110) verde oliva         | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>9 grs óxido de zinc<br>3 grs óxido de níquel                  |
| 111) verde oliva medio   | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de titanio<br>6 grs óxido de níquel               |
| 112) celeste cobalto     | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de titanio<br>1 grs óxido de cobalto              |
| 113) verde hoja          | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de zinc<br>6 grs óxido de níquel                  |

|  |                                   |   |
|--|-----------------------------------|---|
|  | 114) agua                         | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>5 grs óxido de zinc<br>1 grs óxido de cobalto           |
|  | 115) turquesa                     | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs carbonato de bario<br>3 grs óxido de cobre       |
|  | 116) verde agua                   | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de titanio<br>3 grs óxido de cobre         |
|  | 117) turquesa azulado             | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de zinc<br>3 grs óxido de cobre            |
|  | 118) amarillo limón               | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs carbonato de bario<br>5 grs bicromato de potasio |
|  | 119) ocre verdoso                 | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de titanio<br>5 grs bicromato de potasio   |
|  | 120) amarillo/naranja             | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de zinc<br>5 grs bicromato de potasio      |
|  | 121) morado opalina muy claro     | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs carbonato de bario<br>2 grs bióxido manganeso    |
|  | 122) beige claro                  | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de titanio<br>2 grs bióxido manganeso      |
|  | 123) gris transparente            | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de zinc<br>2 grs bióxido manganeso         |
|  | 124) azul cobalto                 | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs carbonato de bario<br>1 grs óxido de cobalto     |
|  | 125) celeste grisáceo             | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de titanio<br>1 grs óxido de cobalto       |
|  | 126) azul fuerza aérea craquelado | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de zinc<br>1 grs óxido de cobalto          |
|  | 127) verde grisáceo               | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs carbonato de bario<br>5 grs óxido de níquel      |
|  | 128) marfil                       | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de titanio<br>5 grs óxido de níquel        |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 129) verde palta         | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>20 grs óxido de zinc<br>5 grs óxido de níquel  |
| 130) verde pastel medio  | 10 grs FLUX p/VIDRIO<br>30 grs óxido de zinc<br>5 grs óxido de níquel  |
| 131) opalina blanco tiza | 30 grs FLUX p/VIDRIO<br>7 grs silicato de zirconio   |
| 132) amarillo/naranja    | 32 grs minio<br>6 grs cuarzo<br>1,5 grs caolín<br>2 grs óxido de estaño<br>1,5 grs carbonato de calcio<br>2 grs óxido de cromo   |
| 133) amarillo/naranja    | 42 grs minio<br>2 grs cuarzo<br>5 grs feldespató potásico<br>1 grs óxido de estaño<br>2 grs carbonato de bario<br>3 grs óxido de cromo   |
| 134) amarillo/naranja    | 42 grs minio<br>5,5 grs cuarzo<br>2,5 grs caolín<br>3 grs óxido de estaño<br>3 grs óxido de cromo  |
| 135) amarillo/naranja    | 75 grs minio<br>10 grs cuarzo<br>0,5 grs caolín<br>11 grs feldespató potásico<br>2 grs óxido de estaño<br>0,5 grs óxido de cromo   |
| 136) amarillo/naranja    | 60 grs minio<br>9 grs cuarzo<br>4 grs caolín<br>8 grs óxido de estaño<br>2 grs óxido de cromo  |
| 137) amarillo/naranja    | 60 grs minio<br>8 grs cuarzo<br>8 grs caolín<br>4 grs óxido de cromo   |
| 138) amarillo/naranja    | 40 grs minio<br>6 grs cuarzo<br>0,5 grs caolín<br>2 grs feldespató potásico<br>1 grs óxido de estaño<br>1,5 grs carbonato de calcio<br>2 grs óxido de cromo<br>1 grs bentonita |

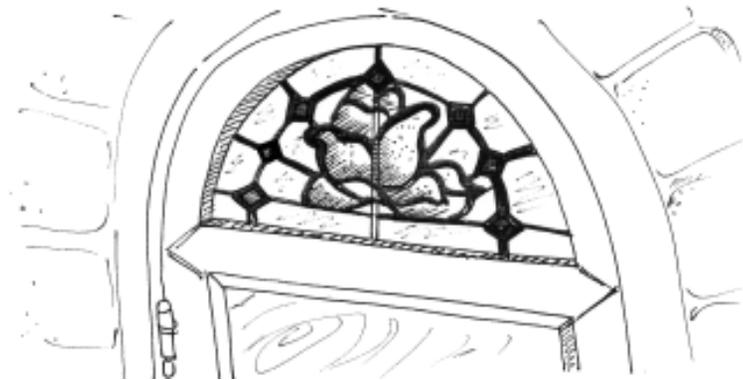
## GRISALLAS

Técnica utilizada desde la antigüedad en la elaboración de los vitrales, la cual se ha ido perfeccionando a través de los años, sin que los procedimientos básicos se hayan alterado sustancialmente. Puede utilizarse como separador de esmaltes. En vitrofusión da un efecto interesante cuando se utiliza entre dos vidrios.

Los colores se obtienen por la mezcla de muy poca cantidad de fundente, en proporción a la cantidad de pigmentos derivados de óxidos metálicos, como los del hierro y cobalto, mezclados con alguno de los aglutinantes más arriba mencionados.

Por regla general, las variadas marcas de colores ofrecen tonalidades diferentes al ser expuestas al calor de los hornos. Por ello, resulta conveniente hacer un muestrario guía que permita conocer de antemano la gama cromática con la que contamos.

En vitraux se trabaja con grisalla. No podemos más que apreciar la gran cantidad de vitrales que dejan pasar la luz en algunas iglesias para darnos cuenta que esta técnica requiere de toda una especialización, así como de una gran destreza y experiencia y habilidad en el dibujo. Luego de horneadas cada una de las piezas, se comienza con el montaje de las mismas, y se ensamblan con plomo o bronce y soldadura de estaño.



## FORMULAS DE GRISALLAS

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1) blanca               | barbotina arcilla blanca  |
| 2) crema                | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo                             |
| 3) rosado salmón        | barbotina arcilla roja  |
| 4) rosado salmón fuerte | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla roja en polvo                               |
| 5) rosado fuerte        | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs pigmento rubí     |
| 6) beige c/marrón       | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>3 grs carbonato de cobre |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 7) turquesa                    | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs pigmento turquesa   |
| 8) rosado claro                | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs pigmento rubí        |
| 9) turquesa claro              | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs pigmento turquesa    |
| 10) ocre                       | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs pigmento amarillo    |
| 11) bordo metalizado           | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs óxido de hierro     |
| 12) verde                      | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs óxido de cromo       |
| 13) negro                      | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs carbonato de cobalto |
| 14) lila                       | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>3 grs pigmento azul        |
| 15) cobre                      | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs negro metalizado    |
| 16) verde oliva                | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs óxido de manganeso  |
| 17) negra c/ metalizado marrón | 25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs óxido de cobre                             |
| 18) lila fuerte                | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>6 grs pigmento azul        |
| 19) rosa claro                 | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>2 grs pigmento rubí        |
| 20) celeste oscuro             | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>15 grs pigmento turquesa   |
| 21) verde pasto                | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>2 grs óxido de cromo       |

|                  |  |
|------------------|--|
| 22) verde cromo  | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>9 grs óxido de cromo      |
| 23) marrón pardo | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>18 grs óxido de manganeso |
| 24) marfil       | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>5 grs óxido de cobre      |
| 25) negro        | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>15 grs óxido de cobre     |
| 26) amarillo     | 5 grs FLUX P/VIDRIO<br>25 grs arcilla blanca en polvo<br>10 grs pigmento amarillo  |

**NOTA:**

- 1. EL FLUX PARA VIDRIO QUE OBTENEMOS EN NUESTRA PLAZA ES A BASE DE PLOMO. TODAS LAS FORMULAS DERIVADAS DEL MISMO LO CONTIENEN.**
- 2. POR LO TANTO, NO DEBEMOS UTILIZAR PARA VAJILLA LA SUPERFICIE ESMALTADA.**
- 3. AVERIGUAR EN EL MOMENTO DE LA COMPRA LA COMPOSICION DE CADA MATERIAL.**
- 4. SE ACONSEJA TOMAR PRECAUCIONES DURANTE LA PREPARACION DE LOS ESMALTES EN RELACION CON LA PIEL Y SU INHALACION YA QUE LOS MISMOS SON CONSIDERADOS: MATERIAL TOXICO Y VENENOSO.**

## PROGRESION DE FORMULAS

Para los amantes de la química, podría ser interesante seguir explorando las fórmulas y así mejorar y enriquecer el muestrario además de disfrutar de las revelaciones obtenidas.

Aconsejo tomar una fórmula base, elegir un color medio, agregar colorante hasta saturarla y así llegar al color más intenso y conocer su grado de saturación. Si en lugar de agregar quitamos colorante, la llevamos a su color más transparente.

Es como si tomáramos una cruz que pertenece a una grilla. La fórmula base se ubica en el centro de la cruz y de ella parten todas las demás, como los puntos cardinales.

En el **N** estarían los colores claros, en el **S**, los saturados. En el **E** los colores derivados de esa misma fórmula base con diferentes óxidos y/o pigmentos.

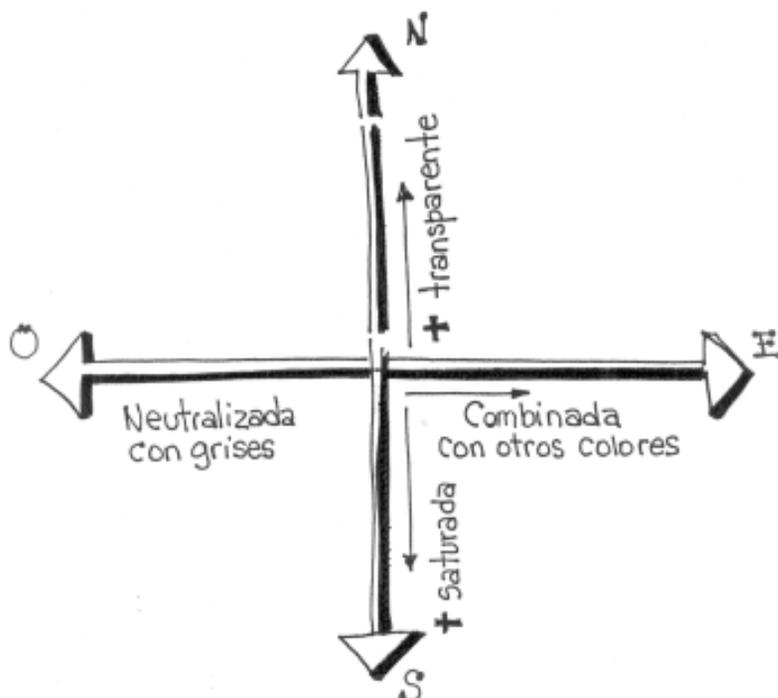
En el **O**, la fórmula base neutralizada con pigmento negro y blanco.

También pueden agregarse opacificantes y refractarios.

Si cotejamos las fórmulas podríamos tener una idea aproximada de las proporciones de los modificadores.

Esto es verdaderamente un trabajo de exploración e investigación que debe hacerse con seriedad y siempre, bajo una misma condición de horneada. Tener en cuenta que lo único que se modifica son las fórmulas, nunca las horneadas.

La siguiente ilustración clarifica esta experiencia.



## Lustres

Son capas metálicas muy delgadas que se aplican sobre el vidrio produciendo iridiscencias. (500°C-780°C)

Hay lustres de baja temperatura 500°C, que se utilizan para pintar el borde de las copas. El lustre de oro o platino es aplicado como una fina línea en el borde de los vasos de cristal.

Los lustres de 780°C que existen en varios colores, son utilizados en porcelana como el elemento final de su decoración. Son aptos también para vidrio.

Todos los lustres tienen fecha de vencimiento. Si se espesaran, es aconsejable agregarle diluyente de oro para lustres.

Recomiendo ventilar el horno durante la horneada para obtener una mejor respuesta del lustre.

## APLICACIÓN DE ESMALTES

Se aplican al vidrio por 4 métodos básicos: espolvoreado, pintura, pulverizado o esgrafiado.

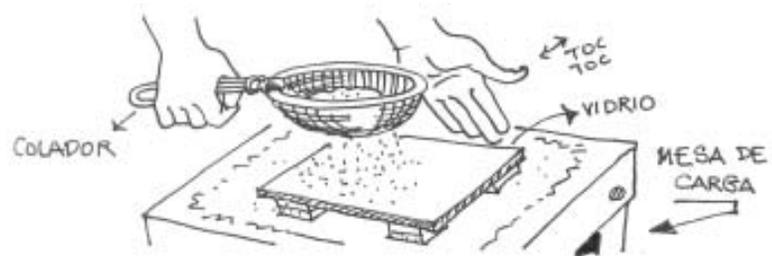
Conviene asesorarse y hacer una muestra antes de incursionar en el proyecto definitivo. Los colores oscuros son más blandos que los claros, por lo que la viscosidad se hace más tenue.

### 1. Espolvoreado

Luego de horneado produce bordes más suaves y líneas difusas. Es la mejor manera de difuminar colores.

Se lo aplica con un colador de malla fina, y la intensidad de la carga estará dada por nuestro golpeo. Es un método que utilizamos con frecuencia para enmascarar superficies y así superponer colores.

Se puede pincelar trementina o goma arábiga para que la primera capa espolvoreada se pegue en el vidrio produciendo un efecto diferente al que se genera en seco.



### 2. Pintura

Requiere de una muy buena compenetración del polvo con el agua o el medium que se elija. Si fabricamos nuestro propio esmalte debemos mezclarlo primero en un mortero, agregarle agua, pasarlo por un cernidor para después colocarlo en un frasco identificado en el mismo y en la tapa. Esto es a efectos que todos los ingredientes de la fórmula que elegimos, pasen a tener la misma malla.

En los esmaltes comprados este proceso ya está hecho.  
Esta técnica se utiliza mucho para pintar piezas verticales.

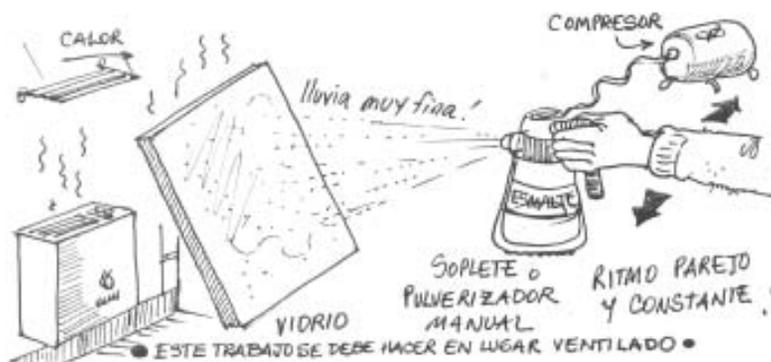


### 3. Pulverizado

Se aplica mediante un soplete con compresor o con pulverizador manual, en cuyo caso los esmaltes deben ser de malla muy fina para que puedan pasar por el equipo.

Para utilizar esta técnica, se le agrega alcohol al esmalte preparado con vinagre, lo que hace que apenas se pulverice se seque.

También es útil calentar el vidrio si se aplica más de una capa de esmalte. Debemos tener en cuenta que según qué esmalte utilicemos la superposición de colores no da el color que nos imaginamos. Están disponibles a la venta una serie de esmaltes importados, de cuya mezcla sí obtenemos los resultados esperados.



### 4. Esgrafiado

Consiste en raspar la superficie del esmalte crudo y seco hasta llegar al vidrio y así diseñar nuestro dibujo. Se utiliza el elemento que mejor calce con la idea que tenemos (pallillos, elementos punzantes rectos o en punta, etc.)

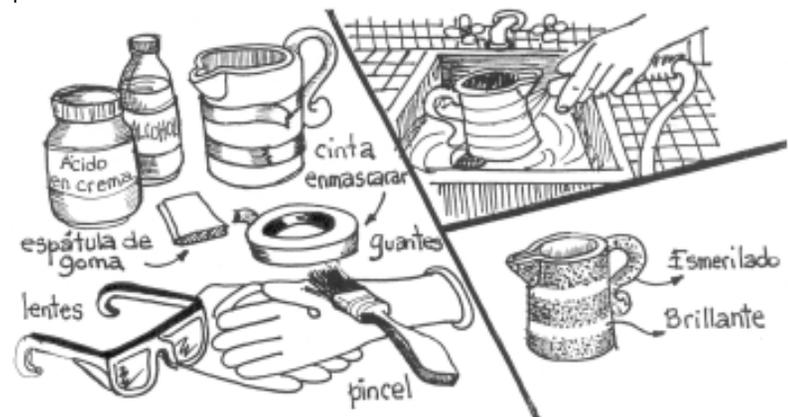


De acuerdo al proyecto, se podría hacer una primera horneada de fusión y luego aplicar nuevamente el esmalte para que con el esgrafiado lleguemos al primer esmalte y no al vidrio.

## ACABADO EN FRIO

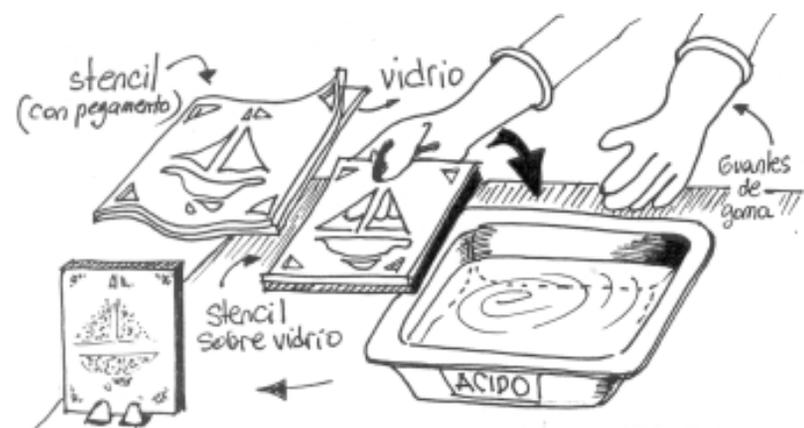
### 1. Esmerilado

Esto se produce por desgaste de la superficie y se logra con satinadores o carburo de silicio o arena proyectadas con aire comprimido.



### 2. Grabado con ácido

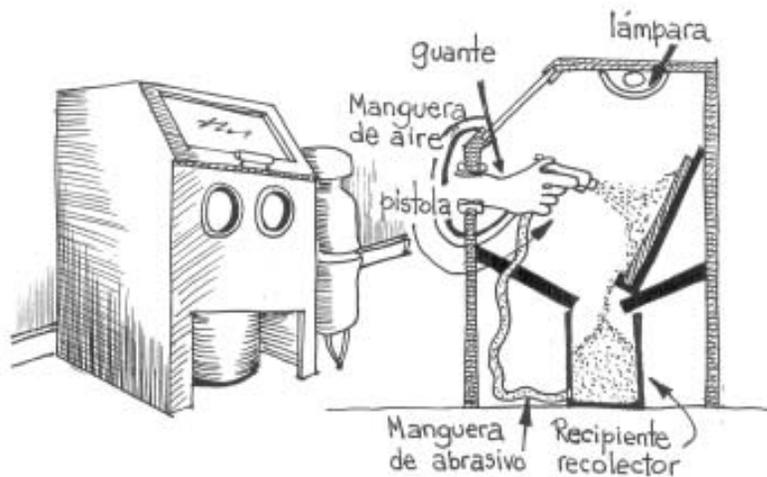
Para esta técnica que produce un efecto satinado, se utiliza el ácido fluorhídrico. Como es sumamente peligroso y tóxico, se recomienda trabajar en un ambiente muy ventilado. Nunca arrojarlo a la pileta ya que contamina el medio.



### 3. Grabado con arena

Para grabar con arena o carburo de silicio, se requiere que la pieza de vidrio sea cubierta con un material adhesivo especial, sobre el cual se traza, corta y separa el dibujo deseado, dejando al descubierto sólo las áreas de la superficie vítrea que serán ataca-

das por la acción erosionante de la arena lanzada a presión. De esta manera se desgasta el vidrio y se obtienen efectos de volumen que favorecen al diseño. Por ej: Bajo-relieve.



#### 4. Grabado a la rueda, tallado o biselado

Este medio mecánico para grabar el vidrio, es aplicable sobre todo a objetos de formas redondeadas, como copas, bomboneras o botellas. Consiste en rozar su superficie con ruedas de piedra de diamante, lubricadas siempre con agua, que giran rápidamente mediante un mecanismo. Dicho método se utiliza generalmente para grabar iniciales o monogramas. También de esta forma se tallan facetas o biseles, los cuales se suavizan luego por medio de un esmeril fino, y finalmente se les da brillo con discos recubiertos de fieltro.

#### 5. Vidrio aislante

En ciertos países el clima es sumamente bondadoso, pero en aquellos en los que la nieve cae durante seis meses, este tipo de vidrio es muy importante porque ayuda a aumentar la energía necesaria para calentar el lugar.

Los acristalados aislantes se fabrican montando dos o más placas separadas entre sí, de forma que los espacios intermedios permanezcan herméticamente cerrados y des-humidificados para que conduzcan lo menos posible el frío o el calor según el caso. En los bordes del vidrio se colocan nervios separadores soldados con estaño. De esta forma se obtienen dos placas de vidrio que no se tocan entre sí, separadas por aire y que no pueden transmitir el calor con facilidad, evitando así que se escape la energía. Una ventana de este tipo amortigua considerablemente los ruidos provenientes del exterior.

Este vidrio se utiliza también para fabricar lámparas de luz, tubos de radio, aislantes de líneas telefónicas y de transmisión de energía.

## 6. Vidrio protector contra el sol

La capa de recubrimiento que lleva incorporada, además de reflejar la luz del sol, puede presentar diversas tonalidades de color, como plateado, bronce, verde o gris. El vidrio polarizado y el espejado se hacen colocando esta capa en el espacio intermedio y en la capa interior de la placa externa.

## TECNICAS DE TERMO-FUSION

### DISEÑAR CON TECNOLOGIA

En la tecnología del vidrio, el conocimiento de los principios básicos sobre la ciencia del vidrio, y el desarrollo mediante la experimentación, son esenciales en el estudio del comportamiento del vidrio termo-moldeado dentro del horno. La técnica no es más que la aplicación de lo que estudiamos como tecnología del vidrio. Cuando un vidrio en particular es trabajado bajo ciertas condiciones, va a actuar predictiblemente y de acuerdo con las leyes de la física y la química.

Los artistas pueden elegir líneas finas o gruesas, incluir o no color, etc., cada uno en su propio y particular estilo, pero las técnicas que van a emplear para trabajar el vidrio están siempre sustentadas en la tecnología del vidrio, disponible para todos.

### COMO ABORDAR NUESTRA OBRA

Hay un abanico muy grande de técnicas para trabajar el vidrio y es oportuno haberlas explorado todas antes de comenzar nuestra obra, ya que la misma va a estar fundamentada básicamente en nuestra experiencia. La cantidad de horneadas que hayamos acumulado de todas las técnicas, es lo que nos va a dar la solidez para enfrentar nuestra obra. Es importante que una vez que tengamos claro el proyecto, sepamos exactamente cómo concretarlo antes de comenzar a ejecutarlo.

Conviene escribir en detalle todo lo que aplicamos a cada proyecto, tipo de vidrio, técnica, medidas, esmaltes utilizados y de que forma se los aplicó, programa de horneada, etc, etc.

Aconsejo tomarse siempre este trabajo, ya que de esta forma si el ciclo no es interrumpido por una baja de tensión o corte de luz, podremos replicar los procedimientos y obtener la misma obra tantas veces como deseemos.

Si los resultados obtenidos no fueran los esperados, en ese mismo registro debemos tomar nota de por qué creemos que fracasó y todas las ideas que nos surjan para resolverlo, ya que de eso se trata la propia experiencia.

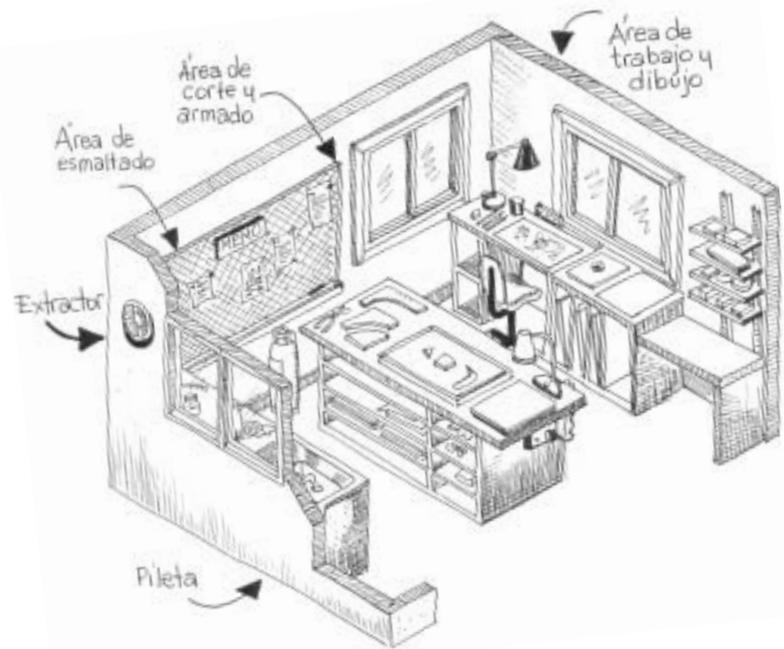
Es aconsejable en todos los casos y en todas las técnicas, apoyar siempre la capa tin sobre la base del horno. De esta forma ayudamos a evitar que la pieza se pegue al desmoldante (fusión, termo-moldeado) o al yeso (relieve y casting)

Respecto a la parte plástica, es importante contar con un bosquejo de lo que vamos a hacer y también darle cierta cabida a la espontaneidad: por ej. en el color o en algunos cortes.

Entonces, una vez concebida la idea claramente, resuelta la metodología y acondicionado el espacio en el que vamos a trabajar, sólo nos queda vincularnos estrechamente con nuestro proyecto y empezar a concretarlo.

# IV

## UN TALLER MODELO



## EQUIPAMIENTO NECESARIO

1. Horno

El horno de vidrio debe tener la capacidad de subir la temperatura hasta 900°C

Un horno de cualquier medida, usado o nuevo que incluya este criterio, puede ser utilizado tanto para fusionar como para estabilizar satisfactoriamente

2. Placas refractarias

3. Columnas refractarias

4. Desmoldante para vidrio

5. Extractor potente

6. Anteojos de sol

7. Guantes para el horno que no sean de asbesto

8. Barbijos dobles o con filtro

9. Cortante para vidrio (cutter)

10. Lubricante

11. Pinza de abrir

12. Pinza de correr

13. Escuadra para vidrio con corcho antideslizante

14. Lija al agua de esmeril - diferentes mallas

15. Cepillo de acero

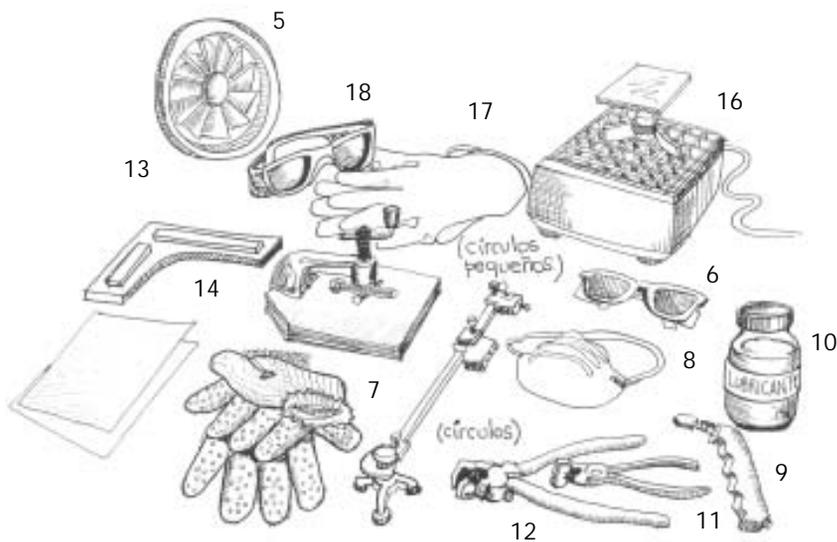
16. Pulidora

17. Guantes de látex

18. Anteojos para cortar

19. Esmaltes

20. Vinagre, goma arábiga, alcohol o trementina.



## SEGURIDAD

Este es un punto muy especial, porque para trabajar con vidrio debemos tener **CONCIENCIA** respecto de a qué **nos exponemos**. Esto abarca no sólo la infraestructura de nuestro estudio sino también ciertos cuidados indispensables para con nosotros mismos.

Es un enorme deber para mí, mostrarles los riesgos que conlleva trabajar con vitro-fusión.

**DEBEMOS ESTAR PREVENIDOS Y CUIDARNOS COMO CORRESPONDE.** Cuando enseñamos, es cuando más nos debemos proteger ya que estamos expuestos a la imprudencia o desconocimiento de los alumnos. Cargar y descargar el horno requieren un cuidado extremo. El horno de ladrillos al abrirse, genera menos polvillo aún cuando el roce de los ladrillos libera sílice.

Los barbijos o máscaras con filtros, **NO** sustituyen la necesidad de trabajar en un ambiente **muy ventilado** o con posibilidades de ventilación. Un detalle a tener en cuenta es el uso de anteojos especiales para leer el comportamiento del horno ya que la exposición prolongada puede causar trastornos en la vista.

A veces un **extractor** no cubre completamente estos requisitos, entonces tendremos que colocar el horno cerca de una ventana, es lo más conveniente.

Los **vapores y gases** de los esmaltes, del yeso y el cuarzo, de la fibra cerámica, los lustres, etc. son dañinos principalmente para nuestro sistema respiratorio. **Usar la mejor máscara siempre, cambiar los filtros con frecuencia y trabajar con guantes.**

Quienes se interesen por estos temas pueden acceder a más información a través del link "Tips a tener en cuenta" en [www.mabelwaisman.com](http://www.mabelwaisman.com)

Van a encontrar reproducida una charla que muy generosamente nos ofreció en la Escuela de Bellas Artes "Ernesto de la Cárcova", el Dr. Carlos Subtil, un neumólogo amigo.

## **MATERIALES QUE REQUIEREN ESPECIAL ATENCION!**

### **Desmoldante para hornos**

Contiene sílice (cuarzo) y es peligrosa su inhalación en estado seco, sobre todo en el momento de la limpieza de las placas por lo que, en lo posible, debemos aplicarlo por vía húmeda. Su inhalación repetida, puede causar silicosis.

Recomiendo limpiar las placas en un lugar ventilado. Usar con la mejor máscara siempre.

### **Esmaltes**

Es aconsejable trabajar con guantes de látex ya que la mayoría de los esmaltes contiene plomo, el cual, al igual que sus derivados son considerados altamente venenosos.

El plomo se absorbe por inhalación y a través de la piel, provocando su acumulación en sangre una enfermedad denominada saturnismo. Es aconsejable no fumar, comer o beber mientras se manipulan esmaltes. Si se trabaja con pulverizador debemos hacerlo en una cabina con extractor. Usar la mejor máscara siempre y trabajarlo con guantes.

### **Fibra Cerámica**

Contiene alúmino-silicato. Irrita los ojos, la piel y el sistema respiratorio.

La exposición cotidiana a este producto y sin utilizar precauciones hace que se alojen en los pulmones, pequeñas e imperceptibles partículas de este material, cuya acumulación genera lesiones cancerígenas.

La fibra cerámica cruda es poco volátil, y resulta fácil cortarla con cortante o tijera. Cuando va al horno, entre los 300°C y hasta los 450°C, despiden un olor agrio, difícil de describir, muy tóxico. Pasados los 450°C se pueden cerrar las ventilaciones del horno y continuar con la horneada programada.

La fibra cerámica horneada es quebradiza y muy frágil, mucho más volátil que la cruda y difícil de manipular. Existe la fibra cerámica rígida que es utilizada para moldes y para obtener mayores alturas del tipo de los relieves. Sugiero sumergir inmediatamente en agua los vidrios horneados con fibra, para evitar la volatilización del mismo.

**Usar la mejor máscara siempre y trabajarlo con guantes.**

### **Rigidizador de fibra cerámica**

Contiene alcohol etílico, considerado altamente tóxico. No inhalar y evitar el contacto con la piel. Ventilar el ambiente a la hora de hornear. **Usar la mejor máscara siempre y trabajarlo con guantes.**

## Carbonato de Calcio

Es peligroso en su estado crudo. Cuidarse de inhalar el polvillo. Produce irritación de ojos, piel y garganta. **Usar la mejor máscara siempre y trabajarlo con guantes.**

## Materiales para moldes

Aquí se incluyen: yeso, cuarzo, moldes refractarios, arena y arcilla en polvo. La sílice de estos materiales va directo al pulmón por inhalación. Evitar atmósfera con polvillo. **Usar la mejor máscara siempre y trabajarlo con guantes.**

## GLOSARIO DE TECNICAS de termofusion

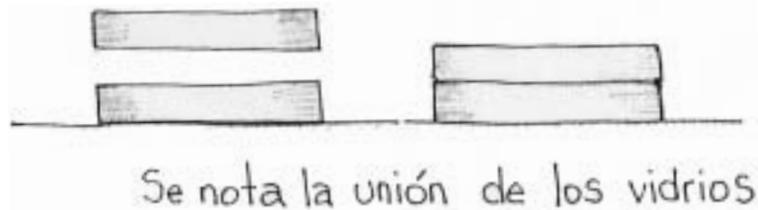
Termo-fusión es el proceso mediante el cual a través del calor se permite la fusión de los vidrios. El punto más importante a tener en cuenta es que todos los vidrios que se utilicen en un mismo proyecto, deben ser compatibles entre sí. Algunos vidrios importados como el *Bullseye*, etc. son compatibles de origen por lo que no presentan inconvenientes. Dos vidrios son compatibles entre sí cuando después de haberse fusionado están libres de tensiones, en caso contrario, pueden producirse grietas o roturas. Si los vidrios no fueran de una misma placa convendría hacer muestras para evaluar su compatibilidad antes de comenzar nuestro proyecto.

El primer paso en nuestro trabajo es el corte de los vidrios, luego, el esmaltado y las diferentes superposiciones que nos hayamos propuesto.

Muchas veces el esmalte no resulta compatible con el vidrio de base, sobre todo cuando es aplicado con demasiada carga, produciendo cuarteaduras<sup>10</sup> que luego saltan en forma de escamas.

### TACK-FUSION

Cuando el propósito es pegar los vidrios y matar sus cantos eliminando así el filo de sus bordes, utilizamos esta técnica llevando la temperatura del horno a 780°C si queremos evitar burbujas y deformidad. Este método se utiliza cuando hacemos tack, fusion cuando trabajamos el vidrio en muchas capas y pintamos sobre cada una de ellas para producir el efecto de profundidad. Cuando trabajamos con vidrio float transparente, la superposición acentúa su tinte verdoso debido a la concentración de hierro en el mismo. En este caso, para resaltar el esmalte es aconsejable pintar con grisallas oscuras o blancas y esmaltes fuertes y que la capa de esmalte sea correctamente depositada sobre el vidrio.

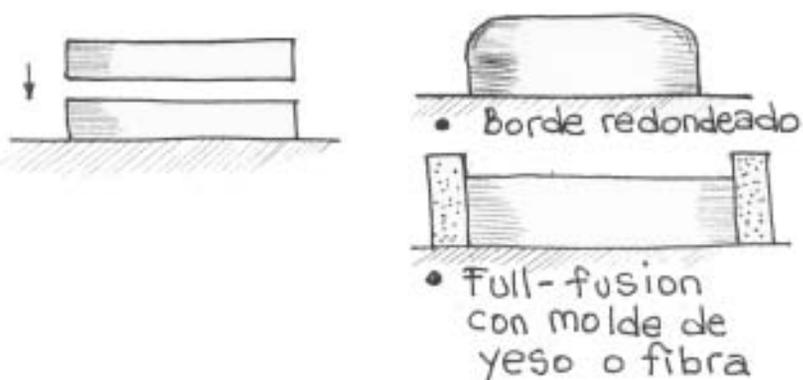


### FULL-FUSION

La termofusión permite que dos o más vidrios se consoliden en uno solo llevando la temperatura hasta los 800°C - 820°C.

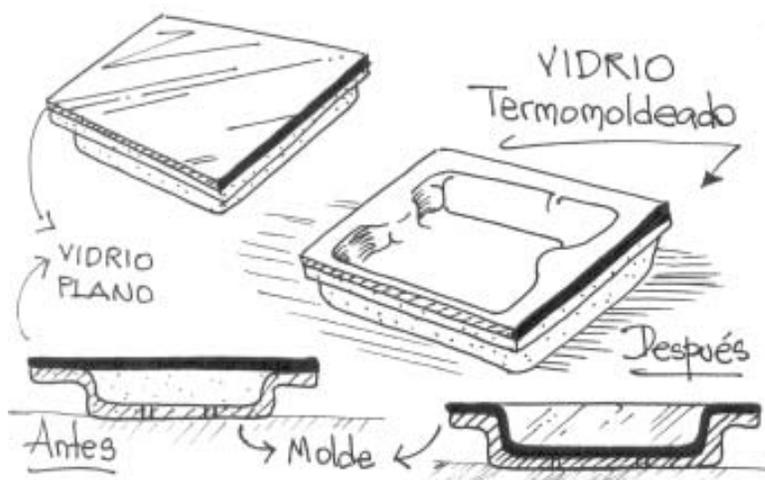
Si se deseara un borde perfectamente recto habría que contener los bordes del proyecto con yeso o fibra, sino los mismos tienden a redondearse y deformar un poco la pieza. Si se pulen los cantos hasta lograr el más alto brillo conseguiremos ver su interior.

<sup>10</sup> ver Esmaltes



## TERMO-MOLDEADO

Método mediante el cual damos forma a través del calor a una o varias placas de vidrio. Las diferentes técnicas de termomoldeado se concretan a través de diferentes temperaturas y tipos de moldes.



## CAIDA LIBRE

Se utilizan moldes convexos de hierro, yeso+cuarzo o manta.

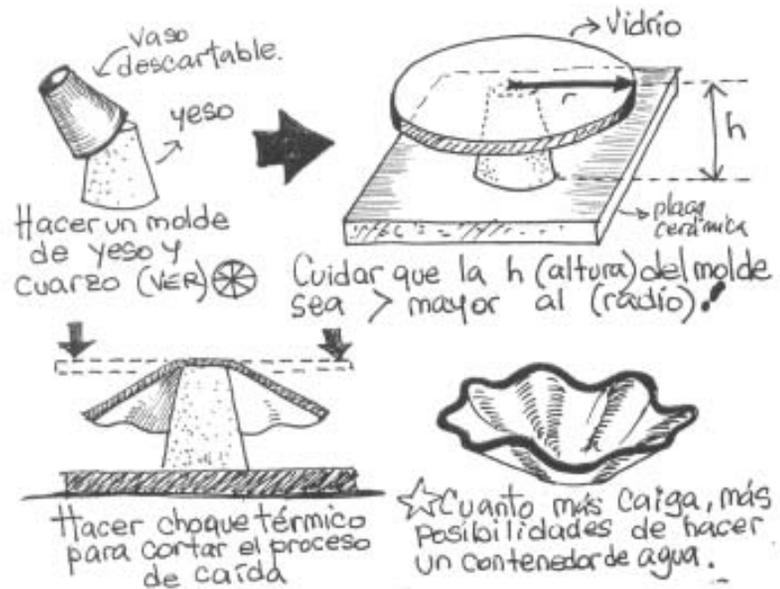
El hierro tiene el mismo COE del vidrio por lo que éste no sufriría roturas.

En este caso, sobre un vaso de yeso+cuarzo deshidratado se apoya el vidrio cuidando muchísimo el equilibrio del mismo.

Se lleva la horneada a 800°C pero se empieza a controlar desde los 700°C. El vidrio va a empezar a caer libremente y en el momento que decidimos que así lo queremos, hacemos un choque térmico y cortamos la horneada para continuar solamente con la maduración de la misma.

Aconsejo en estos casos tener 2 programas diferentes: uno para subida y otro para mantenimiento. En el rango de 720°C/

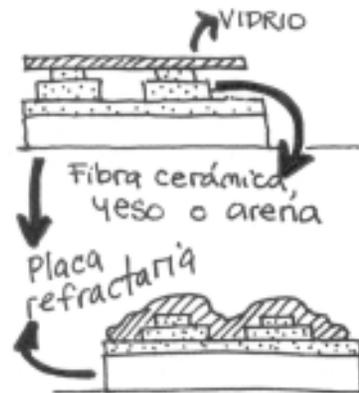
740°C se produce presumiblemente la caída libre, pero como siempre todo, depende del espesor del vidrio y del ojo del artista.



## RELIEVE<sup>11</sup>

El relieve se logra colocando una placa de vidrio sobre un molde al que exponemos a altas temperaturas y a la fuerza de gravedad, a fin de obtener en el vidrio la forma del molde sobre el que descansa.

Existe variedad de formas para abordar un relieve, depende siempre de la imagen que se tenga prevista plasmar<sup>12</sup>.



## PÂTE DE VERRE (pasta de vidrio) - ORIGENES

Nace en 1914 con Argy-Rousseau quien presenta sus primeras obras en París en el "Salón de Artistas Franceses" obteniendo un suceso inmediato. En 1918, esas mismas críticas comentan:

<sup>11</sup> ver programas de horneadas

<sup>12</sup> ver capítulo IV

**“Conocimiento profundo de la materia que le permite ponerla al servicio de su idea. Posesión digna del control de la materia”.**

Consiste en un polvillo fino de vidrio transparente o de colores mezclado con agua y goma arábica que puede, a su vez, ser coloreado con óxidos o pigmentos. Esta pasta es aplicada con pinceles, una espátula o prensándolo con las manos, y en finas capas para que pueda tener efectos de luz y sombra.

Felizmente nos ha legado un manuscrito inapreciable con su exquisita técnica, manuscrito que pertenece a la familia y que tenemos el privilegio de consultar.

## **ARGY-ROUSSEAU – TECNICA**

Argy-Rousseau partía de fabricar el modelo en yeso y lo cubría con una fina capa de cera para luego ejecutar un primer molde de yeso en varios taseles. Una vez fraguado el yeso lo retiraba y procedía a rellenar el mismo con cera. A esa cera le hacía un molde refractario que posteriormente vaciaba a la cera perdida. La composición del molde era: yeso 28%, caolin calcinado 12%, arena fina 10%, arena gruesa 37%, alúmina 13%, todo esto lo mezclaba en seco, lo embebía en agua y lo batía hasta tener la consistencia de una crema y lo vertía en un cilindro de linoleum conteniendo el modelo de cera ya preparado para estos fines.

Para evitar las burbujas de aire efectuaba respiraderos con hilos de hierro. Luego de fraguado el molde, retiraba el linoleum, realizaba la cera perdida y comenzaba la labor de rellenar la cavidad con pâte de verre, previendo dejar un espacio de boca amplia como para poder trabajar con sus manos y así pintar o pensar.

Preparaba sus propios vidrios a los que agregaba en seco, óxidos con una pequeña proporción de arena y tamizaba todo junto.

Primero aplicaba la pasta que daría el color de fondo a la pieza, eliminaba las partículas muy pequeñas para obtener menor opacidad y dejar translucir la luz. El espesor del vidrio era de 4mm. Cuando el molde está semi húmedo, las pastas se absorben rápidamente. Según esta mezcla, debía establecerse un equilibrio perfecto calculando que al ser absorbida la humedad por el molde no se desprendiese la pasta. Utilizaba para mi sorpresa, un horno a gas para las horneadas. Una vez retirada la pâte de verre del molde, le pasaba un cepillo duro por la superficie, quedando siempre una película blanquecina a la cual le aplicaba unas pinceladas livianas y ligeras de ácido fluorhídrico para obtener finalmente una visión neta de la obra.



Argy-Rousseau - "L'Egyptienne" - Vaso

## PÂTE DE VERRE - PREPARACION

Al estar contenida en un molde, la pâte de verre no fluye mientras se fusiona. Se hornea despacio y se hace un mantenimiento para que los granos finos se compacten. El producto adquiere una calidad cristalina como el alabastro o el jade.

Para su preparación se utilizan moldes con 60% de yeso + 10 % de cuarzo + 20% de arena fina tamizada + 10% de alúmina, los que soportan una sola fusión.

La superficie adquiere una calidad mate una vez horneado, pero brilla con una luz interior debido a la baja temperatura a que se somete la horneada. Por lo general necesita un pulido posterior.

La pâte de verre no se obtiene por el espesor del vidrio, sino por el tamaño de sus partículas y la refracción de la luz sobre las mismas.

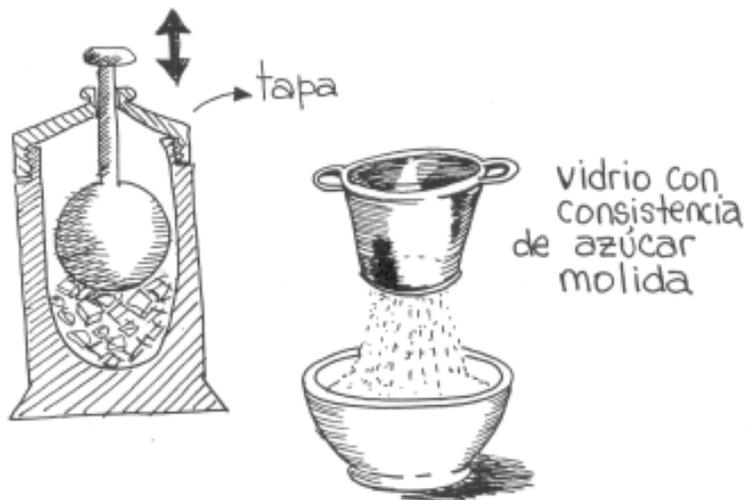
Para crear contorno y profundidad de color, se colocan diferentes colores en distintas áreas generando finas placas de la mezcla, una después de otra.

Quien desee hacer la verdadera pâte de verre necesita 4 cosas, un molde, vidrio molido muy fino, un horno y un controlador de temperatura, amén de perseverancia para rellenar el molde. El producto final requiere probablemente de 2 ó 3 horneadas.

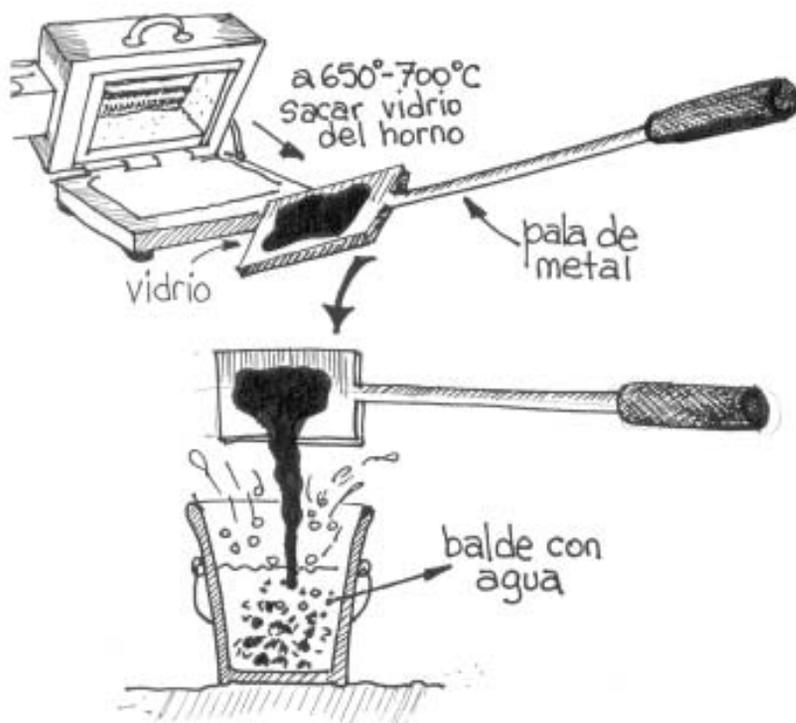
## MOLIENDA DEL VIDRIO

Hay muchas maneras de moler vidrio:

1. **Tubo de metal con barra de hierro.** Este procedimiento arrastra pequeñas partículas de metal que se desprenden de los elementos que se utilizan, por lo que la pâte de verre podría aparecer con destellos metálicos y no ser 100% pura. Esto se puede evitar si recorremos el vidrio molido con un imán.



2. **Calentar en el horno y arrojar los vidrios al agua.** Es el sistema más seguro para evitar los metales. Se coloca el vidrio en las partes del horno de más fácil acceso, también en una fuente de acero inoxidable y se lo lleva hasta 500°C. Luego se retira del horno y se arrojan los vidrios en diferentes baldes con agua fría, según la cantidad de colores que hayamos proyectado.



3. **Mortero de porcelana.** Es el típico mortero en el que se colocan pequeñas cantidades de vidrio y se lo destroza. Es más difícil romper vidrio termo-fusionado que vidrio crudo, ya que el primero ha sido templado por la fusión.

4. **Molinillo de café.** En este caso deben ser pedacitos muy finos para que la máquina pueda molerlos

5. **Martillo**

Es la forma más rudimentaria. Para no romper el piso, es aconsejable martillar el vidrio en la vereda, entre dos diarios.

Una vez realizado este proceso, se puede medir la molienda a través de coladores de diferentes mallas y así proceder a su clasificación.

## PÂTE DE VERRE - MOLDES

Hay dos formas de rellenar un molde, una es solamente con vidrio y la otra es además del vidrio colocar un molde interno de yeso para que contenga y presione al vidrio. El molde debe ser de 50% de yeso + 20% de cuarzo + 20% de arena fina + 10% de alúmina de 4cm de espesor y estar deshidratado para asegurarse que ya se contrajo lo suficiente. La boca del molde debe ser lo necesariamente ancha como para poder introducir las manos en el mismo.

La pasta de vidrio entonces, es aplicada en finas capas donde el diseño lo determine dentro de un molde de yeso de 4cm de espesor.

La primera capa de 3mm puede ser secada con un secador de cabello, luego la segunda de 3mm debe colocarse cuando la primera esté bien seca para crear profundidad en el color. Se hornea a 700°C debiendo sostenerse la temperatura en este estadio por 3 ó 4 horas. Estabilizarlo. Una vez enfriado, el vidrio habrá perdido el 30% de su volumen.

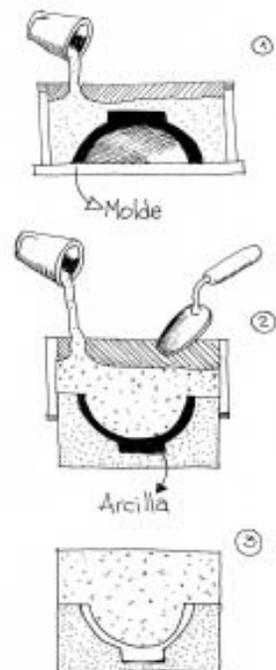
Si fueran necesarias capas adicionales de vidrio pueden ser aplicadas al molde hasta que el espesor sea el mismo que el de las 2 primeras capas. La segunda horneada deberá hacerse igual que la primera, con el mismo mantenimiento y el mismo enfriado.

El molde que a su vez contiene un molde interno, se utiliza cuando colocamos mucho vidrio porque queremos hacer una obra de paredes más gruesas.

Este molde se realiza utilizando arcilla, la cual una vez deshidratado el molde será reemplazada por el vidrio, según muestra el siguiente dibujo.

Debe tener 4cm de espesor en toda su periferia y secarse durante 2hs a 100°C para que se desprendan fácilmente. Luego hay que sumergirlo y lavarlo para retirar la arcilla.

Rellenar el molde con pâte de verre y hornear una primera vez sin el molde interno. Consolidar las 2 primeras capas es destreza de quien lo ejecute. Es importante agregar suficiente volumen de vidrio para la segunda horneada. Colocar el molde in-



terno ubicando un refractario en su parte superior para que haga presión.

Hay que tener en cuenta que una variación de 10°C o 20°C puede hacer la diferencia en un tono o bien que se deslice del lugar ubicado.

La adición de un 10% a un 20% de esmaltes por volumen es suficiente para crear un color fuerte en la pâte de verre, siempre que su COE sea compatible.

El colorante es mezclado con el vidrio y goma arábica para hacer la pasta: 20 partes de agua x 1 parte de goma arábica y se mezclan bien en un plato de vidrio con una espátula. Esta mezcla endurece una vez seca.

Si finalizada la horneada se ven pedazos de vidrio es porque las partículas eran demasiado grandes. Hay que considerar un mínimo de aire en la pasta lo que produce posteriormente un encogimiento de la misma.

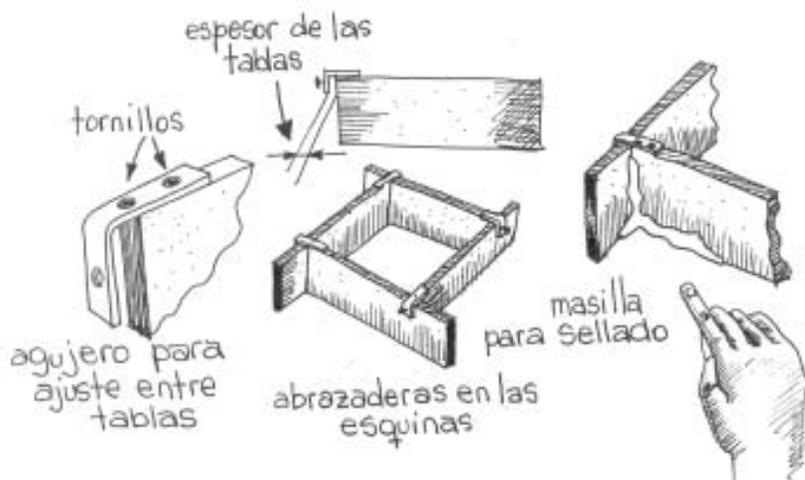
Utilizando una mezcla de mallas puede otorgar una calidad diferente a la pâte de verre.

## CASTING

Es el derretimiento y consolidación del vidrio dentro de un molde colocado dentro de un horno.

Lo primero que tenemos que determinar es la cantidad de vidrio a utilizar, además de su tipo y color. Cuanto más grandes sean los pedazos de vidrio, más transparencia y menor cantidad de burbujas va a contener el producto final. Es conveniente utilizar vidrios que no tengan a su vez tendencia a desvitrificar (*Spectrum*) debido a que al ser expuestos a un largo mantenimiento (*soak*) en altas temperaturas se facilita la desvitrificación de los mismos. Es frecuente que esto suceda con las vitreas antiguas.

Para controlar la cantidad de vidrio necesaria para rellenar un molde, se aplica la siguiente metodología del volumen.



- envolver el modelo **sin** la boca de colada en una bolsa de nylon.
- colocar agua en un recipiente y señalar con marcador indeleble ese nivel.
- introducir la bolsa con el modelo en el recipiente con agua y hacer una nueva marcación a ese nivel.
- retirar la bolsa a fines de rellenar el espacio libre hasta la segunda marca con vidrio. El objetivo ahora, es que la cantidad de vidrio que se coloque dentro del recipiente desplace el agua hasta el segundo nivel, y así indique la cantidad exacta de vidrio necesaria para rellenar ese molde.

Ahora sí, se dispone de la cantidad equivalente en masa de vidrio que necesita el proyecto.

Una vez fraguado el yeso, es conveniente hacer un secado rápido del mismo en el horno hasta 200°C por casi tres horas para alcanzar su más completa deshidratación.

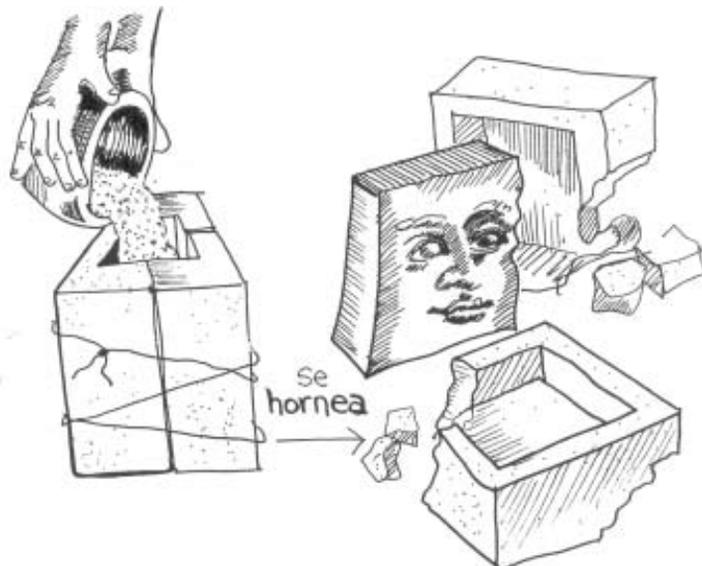
## CASTING-FUSION

El proceso básico es el mismo, excepto que por el molde y el espesor del vidrio necesita tiempos más lentos de calentamiento y consecuentemente de enfriamiento (para evitar en momentos críticos el choque térmico del molde o del vidrio).

El programa es específico para la calidad de vidrio a utilizar y el tamaño del modelo.

Una vez que la temperatura máxima es alcanzada la horneada necesita de un tiempo de mantenimiento (soak) que dependerá del espesor y forma del molde y la medida y complejidad del modelo.

Si se encontraran dificultades una vez realizado el primer casting debido a falta de temperatura o mantenimiento, aconsejo considerar la posibilidad de una segunda fusión antes de sacarlo del molde, agregándole más vidrio sobrante si éste fuera el caso. Los tiempos deberán ser un 25% más prolongados, la temperatura más elevada y el mantenimiento más largo.



## CASTING-ESTABILIZACION

De los 600°C para abajo, la estabilización y el enfriamiento requieren más tiempo que en una fusión común debido a que los espesores de los vidrios por lo general son más gruesos.

El vidrio esta rodeado por molde y no esta expuesto al aire. A su vez el molde sufre temperaturas variables y diferentes al vidrio que contiene.

Las temperaturas de estabilización son las mismas y constantes: float 560°C/580°C, *Bullseye* 518°C y *Spectrum* 510°C.

El enfriamiento puede llevar algunos días y a veces semanas, hasta retirar el casting del horno, dependiendo del tamaño.

Este tiempo es mucho más prolongado que en una simple fusión porque aunque parezca que exteriormente el vidrio está a temperatura ambiente, el interior siempre demora mucho más en enfriar.

## CASTING-LIMPIEZA

Se debe proceder con mucho cuidado para no quebrar ninguna parte de vidrio. Habiendo pasado el tiempo sugerido (4/6 semanas), recién lavarlo con agua tibia y cepillo.

Pulir las formas si fuera necesario con lija al agua o torno con agua y, una vez limpio si se quisiera resaltar la calidad del vidrio darle brillo con aceite o barniz acrílico. Si se tiene acceso a un pulido eléctrico se podría llegar a obtener según el vidrio que utilizemos, la transparencia total de la pieza. El pulido resaltaría el vidrio en toda su superficie.

## CASTING-DIFERENTES TECNICAS

### Por vidrio molido

Podemos obtener el vidrio molido necesario, del que ya conocemos el volumen, colocando pequeñas partes de un mismo vidrio en el horno hasta 500°C y retirándolas en caliente para luego arrojarlas en un balde<sup>13</sup>. Este choque térmico hace estallar el vidrio en pequeñas pedazos. Otra alternativa es molerlo a martillazos.

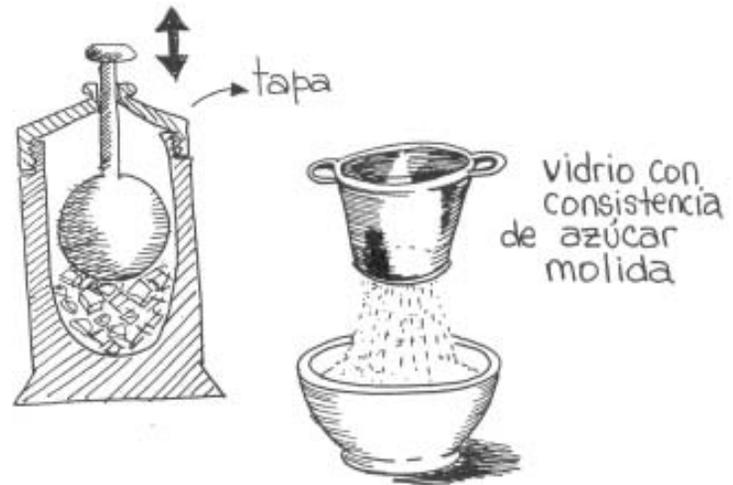
Se colocan los trozos dentro del molde de yeso+cuarzo.

Es imprescindible siempre contar con una boca de colada.

Durante el proceso de fusión, los pedacitos de vidrio o fritas se compactan y bajan al fondo del molde.

Finalizada toda la horneada se debe esperar entre 4 y 5 semanas para el completo enfriado de la obra. Lavar y pulir si fuera necesario.

<sup>13</sup> ver glosario = fritas



### Vertido dentro del horno

En ésta técnica el vidrio cae dentro del molde en su estado de fluidez. Se realiza colocando el vidrio en una maceta de cerámica común con un orificio en su base, la cual es sostenida por un atril de hierro construido a estos efectos.

Las soldaduras deberán ser autógenas de forma tal que soporten las altas temperaturas.

Es imprescindible siempre contar con una boca de colada.

Si fuera un proyecto chico colocar la maceta sobre el molde, un poco mas elevado que él con tacos refractarios. Los vidrios a utilizar en este método podrían no ser compatibles si no tuvieran molienda media y estuvieran bien integrados antes de colocarlos en la maceta. Esta horneada es ideal en horno de cerámica por la altura del mismo.

Finalizada toda la horneada se debe esperar entre 4 y 5 semanas para el completo enfriado de la obra. Lavar y pulir si fuera necesario.



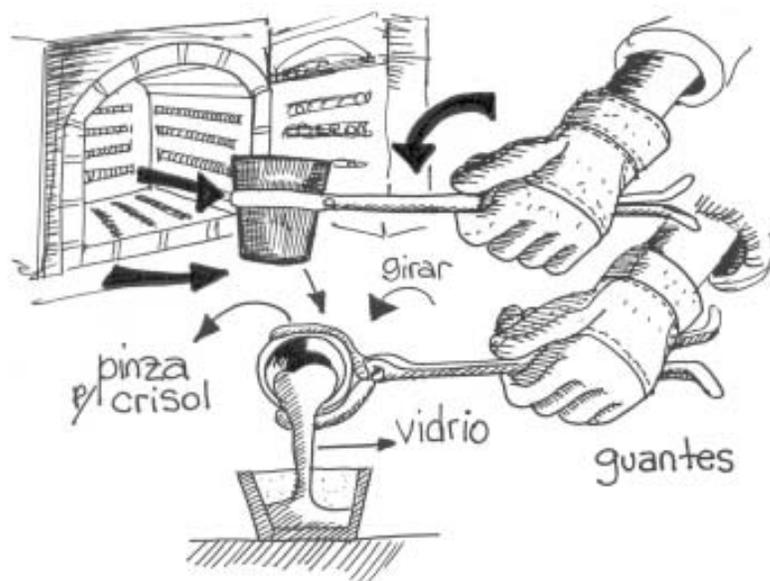
## Vertido con crisol

Otra forma de trabajar vidrio líquido es a través de un crisol chico donde el vidrio permanece en estado fluido.

Nos acomodamos primero tomando todas las precauciones necesarias: visor o máscara completa, guantes largos, delantal, agua fría cerca, etc, etc, etc.

Se coloca la arena sobre una base de cemento de la altura de una mesa con la impronta hecha y se procede al vertido del vidrio en el molde con palas o cucharones especiales. Paralelamente se aplica directamente un soplete al vidrio vertido en el molde de arena. De esta forma el vidrio sigue manteniendo la misma temperatura y así se dispone del tiempo necesario para llenar el mismo. El horno a su vez, debe estar preparado y a 650° para hacer la maduración.

Con un paletón retiramos con muchísimo cuidado el vidrio que ya debería estar endurecido y lo colocamos dentro del horno lo más rápido que se pueda para que no pierda calor. Este horno tiene previsto la horneada de maduración correspondiente al espesor y tamaño del vidrio que coloquemos. Realizamos la maduración y el enfriamiento que pueden durar mucho más tiempo que el habitual, dependiendo del espesor de la masa de vidrio.



## Por láminas

Se colocan dentro del molde de yeso + cuarzo láminas enteras y superpuestas de vidrio hasta cubrir toda su superficie. De esta forma logramos que los vidrios se fusionen sin burbujas. Es aconsejable en esta técnica apoyar siempre la capa tin sobre el yeso para evitar que se pegue al mismo. Colocar ventilaciones por prudencia, aunque en estos casos el modelo es por lo general horizontal.

Finalizada toda la horneada se debe esperar entre 4 y 5 semanas para el completo enfriado de la obra y su posterior pulido final, con alto brillo de los bordes.



## MODELOS, MATRICES Y MOLDES

Para la producción de obras de vidrio artístico se utilizan ciertas técnicas, moldes y/o modelos de yeso o cera. Anteriormente estos moldes o modelos eran descartables lo que tornaba necesario un molde para cada pieza a reproducir.

Ahora en cambio, cuando queremos conservar el modelo o, realizar series de varias piezas de un mismo diseño recurrimos a matrices de caucho, látex o alginato. El caucho (sintético) es sin dudas el material ideal tanto por sus características físicas como por su gran duración, si bien es el más costoso.

Para obtener un buen resultado, debemos ejecutar prolijamente cada uno de los pasos.

El primero, es bosquejar la imagen final que se desea obtener. Siguen a continuación las etapas referentes a la ejecución en sí del modelo, (el que puede ser de algún material rígido o bien de arcilla o plastilina), matrices y moldes que conlleven finalmente a la imagen proyectada.

## MODELOS - EJECUCION

Por lo general se los realiza en arcilla, cuidando de mantener la humedad de la pieza. También puede trabajarse con un objeto rígido con agregados de arcilla para componer la forma siguiendo nuestro proyecto.

Si el modelo fuera una cabeza, aconsejo trabajarla a la altura de nuestra vista para tener una mejor visión de la misma. Si fuera necesario, colocar un espejo hacia nosotros para poder trasladar mejor la imagen a plasmar.

## MATRICES – DIFERENTES TIPOS

Las matrices se dividen en dos grupos: tipo bloque para piezas pequeñas y tipo guante para piezas de mayor tamaño o muy detalladas.

## MATRICES TIPO BLOQUE – CAUCHO

Con caucho de siliconas y utilizando las proporciones correctas según las indicaciones del proveedor, obtenemos una mezcla homogénea que vulcaniza en aproximadamente 24hs.

Una parte de caucho + una parte de catalizador se mezclan en un recipiente plástico, cuidando de no revolver con demasiado vigor para evitar las burbujas que pueda atrapar la mezcla. Una vez integrados muy bien los dos componentes, golpear el recipiente contra la mesa de apoyo para que las burbujas suban a la superficie y así poder eliminarlas. Las burbujas que resulten atrapadas pueden caerse al verter el caucho en la superficie del modelo y formar parte de lo que luego tendremos que emproljar en el molde.



## Preparación<sup>14</sup>

1. Una vez modelada la forma bi-dimensional, se la acuesta sobre una placa de arcilla de aproximadamente 1 cm de espesor. A su vez, el modelo debe estar rodeado por un marco de aproximadamente 3cm de arcilla, en el cual se hacen dos o tres hendiduras para que el contra-molde de yeso se coloque posteriormente en su mismo sitio y se le aplica aceite en spray a toda la superficie.
2. Se cubre el modelo de arcilla con masa de tarta doble, plastilina o arcilla a fin de generar un espacio tipo cámara que, una vez retirada la masa, va a ser reemplazada por el caucho. Nuevamente se aplica aceite en spray.
3. Sobre las partes más altas del modelo se hacen dos chimeneas de arcilla para luego verter por ellas el caucho. El propósito de las mismas es que al ingresar el material por una de ellas, el aire se desplace por la otra y no atrape ninguna burbuja de aire en la matriz.
4. Acondicionado de esta manera el modelo, se cubre con una capa de aproximadamente 1cm de yeso aplicado directamente y dejando las chimeneas a propósito sin cubrir. Las hendiduras deben quedar cubiertas con yeso, a fin que el contra-molde calce perfectamente en el lugar.  
El contra-molde cumple la función de contener la matriz de caucho ayudándola a conservar su forma original cuando se vierte la mezcla (yeso + cuarzo)
5. Una vez fraguado el yeso, se retira con mucha precaución, tratando de no tocar el modelo. Se retira también la masa adherida y nuevamente se aplica aceite en spray al modelo. Se coloca el contra molde de yeso tratando de que coincidan las hendiduras, se sellan muy bien las uniones del mismo con arcilla a la placa de arcilla de base, así al verter el caucho, el mismo no se filtra por ningún hueco.
6. Finalizado este procedimiento, y antes de verter la mezcla golpear el recipiente con caucho contra la mesa para que las burbujas atrapadas suban a la superficie.  
La mezcla cremosa entra en forma de hilo por una de las chimeneas, vertiéndola **sin prisa y sin pausa** con el objetivo de no atascar la chimenea con exceso de material. Así conseguimos que el material calque plenamente el modelo y se acomode en cada uno de los pliegues antes de comenzar su etapa de vulcanizado.
7. Dejar reposar por 24hs para despegar el contra molde del caucho y éste a su vez del modelo. Se retira el modelo y se cortan las chimeneas con un cortante al ras, a fin que la matriz descansa en el contra-molde para luego recibir la mezcla indicada (yeso + cuarzo, caucho, cera).

## MATRICES TIPO GUANTE – LATEX

El látex es un producto de origen natural que proviene de la savia lechosa producida por los árboles de caucho con un agrega-

<sup>14</sup> ver matriz de caucho en un tasel

do de amoníaco para su conservación, por lo que se aconseja trabajar en un lugar bien ventilado.

Por sus características los moldes de látex sufren una contracción del orden del 15%, consideración a tener en cuenta si se trabaja con medidas precisas.

## Aplicación

- Colocar aceite en spray sobre toda la superficie.
- Aplicar capas sucesivas de látex sobre el original dejando secar entre la aplicación de cada una. De esta manera se necesita un cierto tiempo para lograr algunos mm de espesor.
- Una opción más rápida resulta de realizar el molde por inmersión en el látex de la pieza a reproducir, previamente pincelada con película coagulante de superficie logrando así capas más gruesas y acortando entonces el proceso. Dejar reposar 24hs y retirar el excedente.

## Conservación del látex líquido

- Mantener el envase bien cerrado
- Proteger el envase de temperaturas extremas
- El cobre y aleaciones, contaminan el producto.
- No almacenar el producto más de 3 meses.
- Consultar la fecha de envasado.

## Conservación de moldes de látex

- Es conveniente lavar muy bien el molde de látex en agua apenas fabricado. De ser posible dejarlo toda una noche en remojo y luego secar con aire caliente.
- Después de cada uso, lavar el molde con agua y jabón y secarlo con un paño o aire caliente.
- Si no se usa durante un tiempo, guardarlo limpio y levemente entalcado.
- No exponer los moldes al sol durante largos periodos.

## MOLDES

La mezcla standard para su fabricación resulta de la combinación de 50% de yeso + 50% de cuarzo. Una vez integrados muy bien en seco, se espolvorea en un recipiente con la cantidad necesaria de agua hasta formar una especie de montaña en el centro. A partir de este momento recién se puede comenzar a mezclar con suaves movimientos manuales hasta integrar los materiales secos con el agua. Se dice que el yeso está a punto cuando nuestra mano sale cubierta con la mezcla como si fuera un guante.

En el caso de un modelo a la cera perdida, el mismo debe ser retirado antes de la fusión. Si el modelo fuera de arcilla, se procede a lavar muy bien el interior del molde para extraerle todo residuo de la misma.

Las precauciones que se deben tomar de acuerdo a la forma o tamaño del modelo son las siguientes:

1. **Prolongación de la boca de colada:** previsión que se debe tomar debido a que los pedazos de vidrio crudo, ocupan mayor volumen que el vidrio fusionado. (6cm de altura aprox.), por lo que la colocación extra de vidrio en la boca de colada colabora con un mejor resultado final de la pieza.
2. **Ventilaciones:** pequeños canales de salida de vapores en el molde de yeso, orientados hacia arriba. Así, cuando el aire caliente dentro del molde pulse por salir debido a la compresión del vidrio, pueda bajar y acomodarse en la base.
3. **Contenciones:** Una vez deshidratado el yeso, se rodea el molde con alambre de acero o de fardo para que no se desmorone o cuartee debido a la pesada masa de vidrio que pudiera contener.

## MOLDE CONCAVO (slumping)

### Moldes de cerámica, hierro o fibra cerámica.

Una vez obtenida la fusión, se coloca la placa de vidrio dentro de un recipiente y a 1/2 cm. de sus bordes para que al ablandarse capture la forma que lo recibe y no se produzca ninguna pinza a causa de la diferente contracción de ambos materiales (molde + vidrio).

Es conveniente que siempre que se necesite calcar formas cóncavas se utilice este método de termo-moldeado. El vidrio deberá calentarse lentamente debido a la masa extra de calor que se acumula en los bordes del molde.

Para que no se produzca ninguna burbuja o deformidad entre el vidrio y el molde, se hacen 3 agujeros en el junquillo<sup>15</sup> y se separa el molde de la placa del horno elevándolo con pequeños pedazos de yeso. Por esos agujeros se desplazará el aire que empieza a querer salir en cuanto el vidrio comienza a bajar hacia el molde.

## MOLDE CONVEXO-Caída Libre (sagging)

### Moldes de yeso + cuarzo

Cuando las formas a calcar sean convexas, se utiliza este termo-moldeado ya que permite que el vidrio al caer no encuentre oposición en el material que lo recibe y así se contrae libremente. Esto quiere decir que **quien siempre debe dirigir el proceso es el vidrio.**

La mezcla de yeso + cuarzo, generalmente, en igual proporción, hace de este molde un material dúctil.

Esta técnica es muy utilizada cuando se requieren formas caprichosas ya que éstas obedecen al momento en que el artista determina que se ha cumplido su objetivo y produce entonces un choque térmico interrumpiendo el ciclo de calentamiento y paralizando el proceso en la forma deseada.

<sup>15</sup> ver glosario

## MOLDES

### UTILIZACION DE LOS DIFERENTES TIPOS

#### 1. Moldes de cerámica

Termo-moldeado cóncavo (760°C)

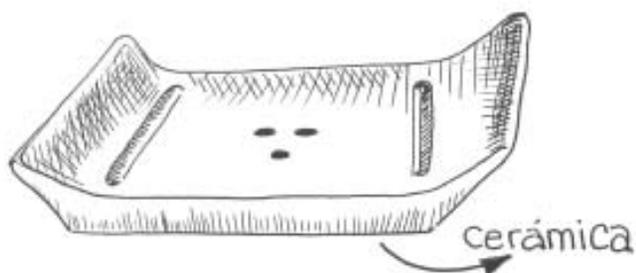
Pâte de verre (700°C)

Es aconsejable fabricarlos en arcilla refractaria para su mayor resistencia y durabilidad. Los moldes de cerámica por colada suelen también ser utilizados, pero son más frágiles. Se aconseja en cualquiera de los casos, hacer en el junquillo 3 perforaciones de 2mm para que durante el calentamiento, el vapor que desplaza la placa de vidrio tenga un lugar para salir y no aparezcan burbujas inesperadas.

Hornear el molde con 3 suplementos en el junquillo para evitar que reciba el calor del refractario en su base y resulte entonces atraído por una masa de calor desapareja. Estos moldes sólo se utilizan para termo-moldeados cóncavos.

Según el espesor del vidrio, la temperatura máxima del termo-moldeado varía entre 760°C y 780°C. En todos los casos el vidrio que se coloca en el interior debe reposar sobre un molde con desmoldante deshidratado. Su medida debe ser como mínimo 1 cm más chica que el diámetro del molde y debe colocarse siempre a 1/2cm del borde en su interior.

Si no estamos atentos a la bajada del vidrio, éste podría quedar marcado con la textura del molde.

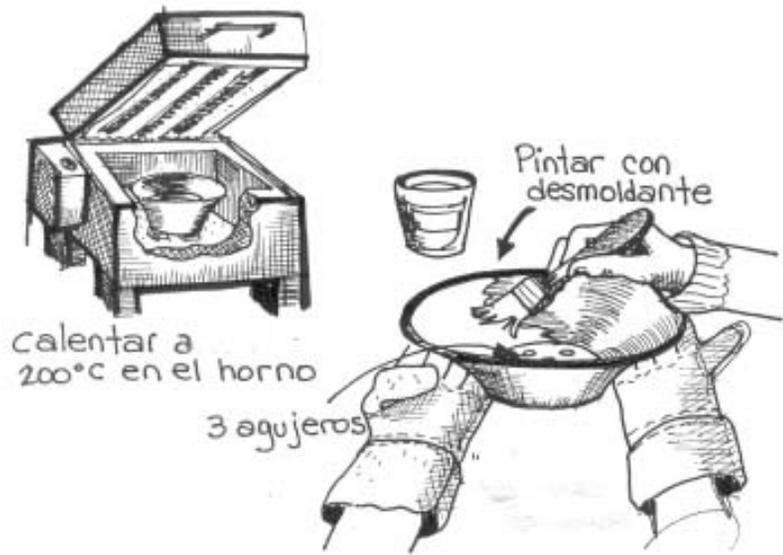


#### 2. Moldes de acero/hierro

Termo-moldeado cóncavo (760°C-780°C))

Caída libre (720°C-740°C)

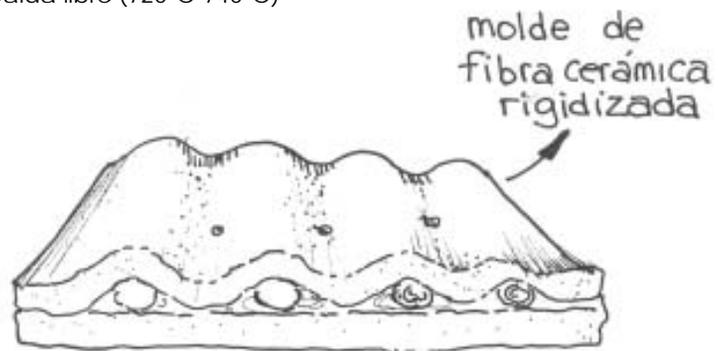
Se utilizan igual que los de cerámica, pero al aplicar el desmoldante requieren calor para que el mismo se adhiera mejor. Por lo tanto, se aconseja calentarlo en un horno a temperatura que podamos manejar con guantes y luego atomizarlo con desmoldante para que la cobertura resulte pareja. Requiere también 3 agujeros en su base.



### 3. Moldes de fibra cerámica

Termo-moldeado cóncavo (760°C-780°C)

Caida libre (720°C-740°C)



Cumple la misma función que el de cerámica y el de acero, salvo que no resulta tan durable o resistente a tantas horneadas como aquéllos, aún cuando posee rigidizador. Requiere también de tres agujeros en su base y desmoldante.

Tiende a enfriarse mas rápido y si no estamos atentos a la bajada del vidrio podría quedar marcado con la textura del molde en caso que éste fuera cóncavo (760°C-780°C). Se puede utilizar también en forma convexa para caída libre (740°C). **No olvidarse de la toxicidad de la manta.** .

#### 4. Molde para Impronta, arena+yeso+desmoldante

Relieve (800°C)

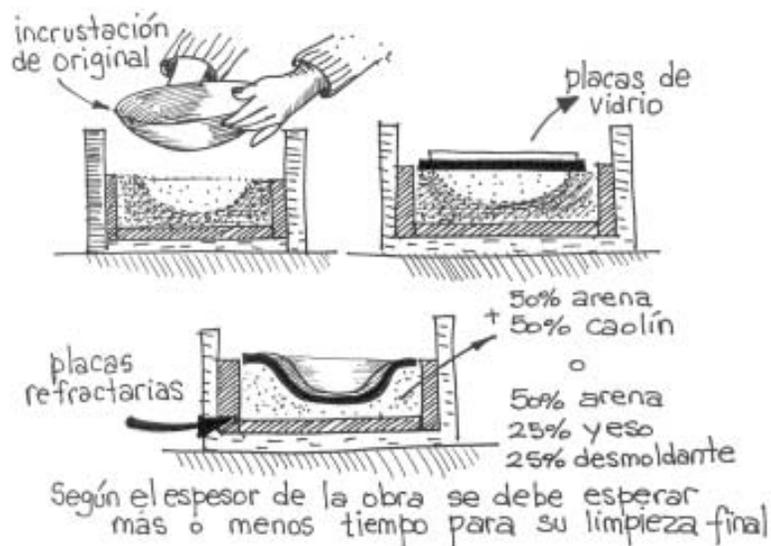
Casting por vertido (860°C-900°C)

Pâte de verre (700°C)

Los moldes para Impronta sólo admiten una única y especial horneada ya que es muy difícil su conservación. Para hacerlo, preparamos en un recipiente 50% de arena fina + 25% de desmoldante + 25% de yeso. Se mezcla muy bien, luego se pasa por un cernidor para hacer esta mezcla bien homogénea, siempre protegiéndonos con barbijo.

Se coloca en un recipiente o en el fondo del horno. Luego se hace una horneada solamente con la mezcla para que elimine sustancias orgánicas y al estar completamente limpia y seca, no atrape burbujas en el termo-moldeado o termo-fusión. Se la deja estacionar 2 días para que la misma sedimente y resulte más compacta.

Finalizada la horneada se debe esperar 1 semana para el completo enfriado de la obra. Se construye el molde dentro del horno y de esta forma el vidrio va a caer en la concavidad construída. (800°C)



## 5. Moldes de yeso+cuarzo

Caida libre (720°C-740°C)  
 Casting por vidrio molido (800°C)  
 Casting por vidrio vertido (860°C-900°C)  
 Casting por láminas (800°C)  
 Relieve (800°C)  
 Pâte de verre (700°C)

La mezcla para este tipo de moldes está compuesta por partes iguales de yeso + cuarzo muy bien integradas en seco, de forma que cuando esta mezcla es agregada al agua se vaya hidratando en forma pareja hasta tomar la consistencia cremosa buscada.<sup>16</sup>

## 6. Molde de arena + yeso

Casting por vidrio molido (800°C)  
 Casting por vidrio vertido (860°C-900°C)  
 Casting por láminas (800°C)  
 Relieve (800°C)  
 Pâte de verre (700°C)

Los moldes de arena y yeso son bastante más fuertes que los de yeso + cuarzo y se manejan con las mismas proporciones. Son excesivamente pesados lo que hace más complicado su traslado y hace que el horno reciba mucho peso, lo que puede resultar perjudicial.

Las indicaciones son las mismas que para el de yeso + cuarzo sólo que en este caso hay que revolver suavemente para que la arena no se deposite en el fondo antes de fraguar.

## 7. Molde de Alginato

Casting por vidrio molido (800°C)  
 Casting por vidrio vertido (860°C-900°C)  
 Casting por láminas (800°C)  
 Relieve (800°C)

Es un material dúctil, usado en odontología y vulcaniza en menos de 3' por lo que hay que preparar la cantidad de mezcla necesaria para que no nos falte antes de terminar de cubrir o rellenar. Debe permanecer húmedo para que al secarse no se rompa con facilidad.

Calca perfectamente las superficies y es un material no tóxico que puede permanecer en contacto con la piel.

Es utilizado también para ejecutar calcos de partes del cuerpo.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> ver moldes de yeso – pag. 90

<sup>17</sup> ver pag. 92

## MATRICES-MOLDES: EJEMPLOS PRÁCTICOS

### LATEX, CAUCHO, ALGINATO Y YESO

#### Ejemplo 1 - Casting o Relieve

##### Matriz de caucho en un tasel

Tomar como modelo un objeto rígido, o bien modelar en arcilla o plastilina. El objetivo es calcar el objeto en caucho para reproducirlo en yeso tantas veces como sea necesario si se trata de un modelo que deseamos preservar.

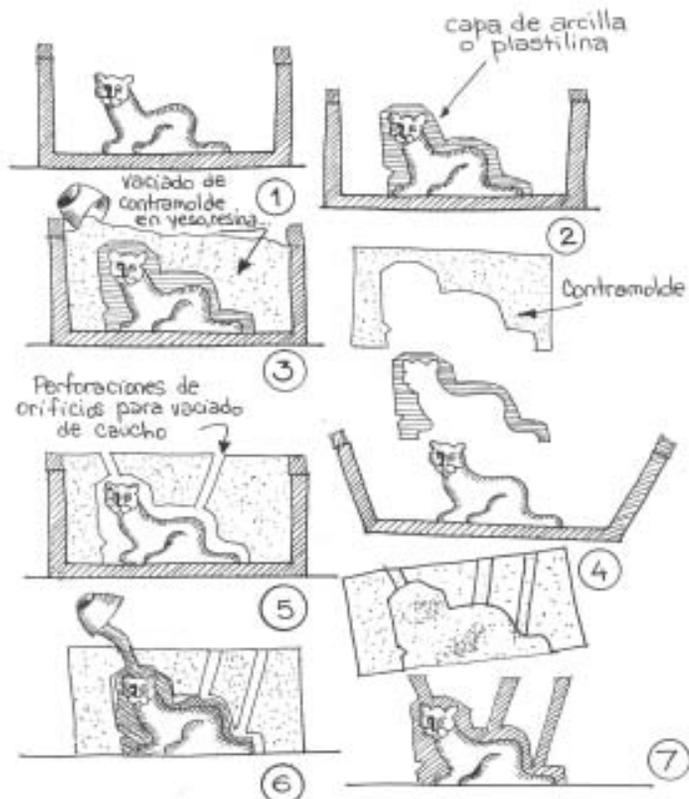
Si el objeto fuera tri-dimensional y de una forma cerrada, se puede hacer un caucho entero siempre que la forma permita la extracción del molde en forma íntegra y sin que sufra demasiado estiramiento el material. Si no, existe la posibilidad de hacer la matriz de caucho en dos taseles.

En este caso me voy a referir al proceso de un sólo tasel, o sea que se va a calcar una figura bi-dimensional en caucho.

Si esta matriz fuera para casting no olvidarse de incluir la boca de colada.

Preparar un encofrado cuya base debe ser de arcilla y que exceda en 3 cm cada costado del modelo.

Cubrir el modelo con papel de aluminio y cubrir el mismo con 1 cm de arcilla en forma muy pareja, atomizar con aceite en spray



y situarlo en el centro del encofrado. La intención es que el espacio que ocupa la arcilla sea luego sustituido por el caucho.

Hacer 2 chimeneas de 1,5 cm de espesor y colocarlas en las partes más altas del modelo. Verter entonces el yeso (contra-molde) hasta 2 cm más arriba de la parte más alta del modelo. Dejar fraguar.

Retirar el yeso, la arcilla que recubre al modelo y el papel de aluminio, con mucho cuidado y cuidando de **no mover el modelo**. Colocar el contra-molde de yeso y verter el caucho preparado de acuerdo a las indicaciones del proveedor por las chimeneas.

Por una chimenea entra el caucho y por la otra se desplaza el aire. Calcular la cantidad de caucho justa de modo que no nos falte durante el llenado.

Dejar vulcanizar durante 24hs aproximadamente.

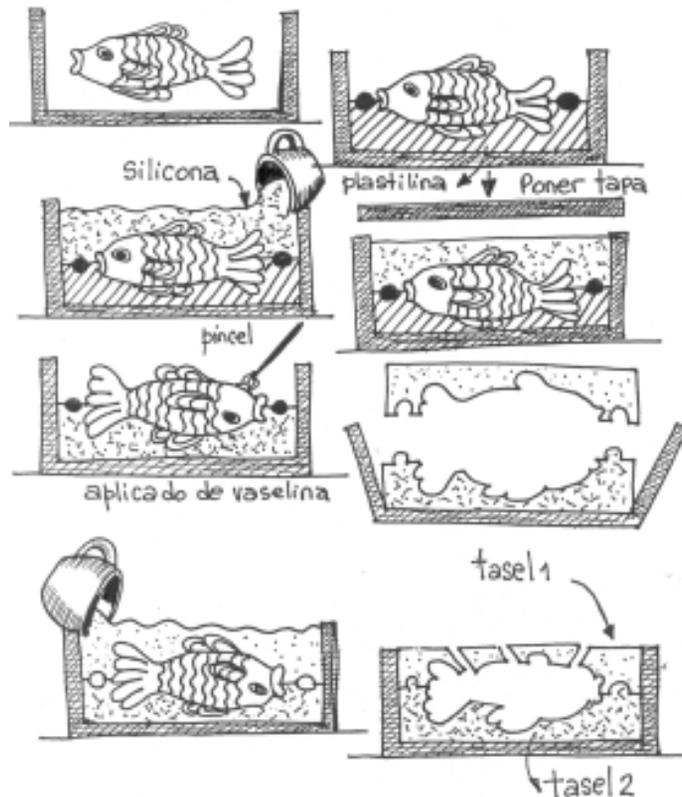
Una vez finalizado esto, la matriz de caucho reposa en el contra-molde y así queda lista para su llenado.

## Ejemplo 2 - Casting

### Matriz de caucho en dos taseles

Preparar un encofrado que exceda en 2 cm los costados del modelo elegido y rellenar la base del mismo con un colchón de arcilla de 5/7 cm de profundidad.

Luego, incrustamos el modelo en la base de arcilla de modo que la mitad del mismo sobresalga del encofrado y lo rociamos con aceite en spray.



Vertemos el caucho hasta 2cm por encima de la parte más alta del modelo. Una vez vulcanizado el mismo (24hs), lo damos vuelta y lo colocamos boca arriba con el caucho apoyado sobre la base –siempre dentro del encofrado–, y despegamos con cuidado la arcilla. Aún nos queda medio modelo sin calcar! Ya estamos listos para verter el caucho del segundo tase. **No olvidar** aplicar nuevamente aceite en spray entre los dos cauchos.

Una vez vulcanizado el segundo caucho se separan los dos taseles y se retira el modelo. Se debe hacer 2 agujeros en el caucho en la parte menos visible para poder colar el yeso en su interior.

Para verter el yeso es necesario colocar la matriz dentro del encofrado para que la misma no se deforme.

Si esta matriz fuera para casting no olvidarse de incluir posteriormente la boca de colada.

### Ejemplo 3 - Impronta

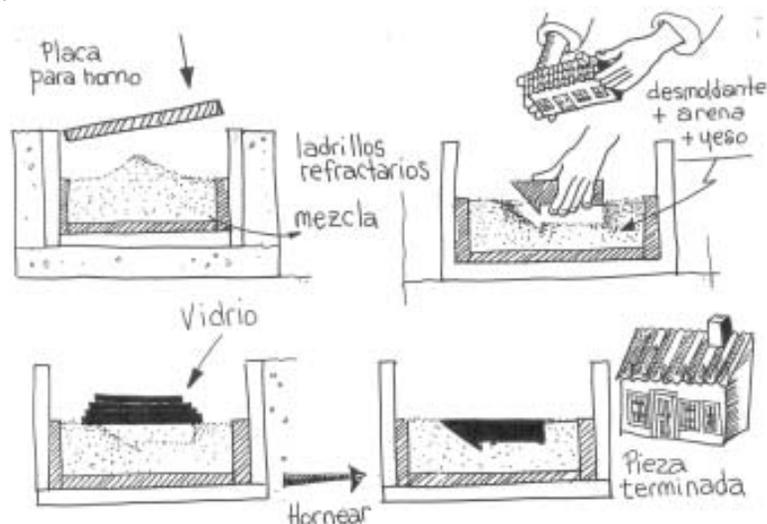
#### Molde con arena+yeso+desmoldante

Se coloca una base de 50% arena fina + 50% caolin o bien 50% arena fina + 25% yeso + 25% desmoldante, perfectamente mezclada y cernida en un recipiente adecuado para estos fines (cerámica, acero) o bien en el piso del horno acondicionándolo muy bien.

Para realizar una impronta debemos esperar a que la mezcla esté bien asentada para lo cual debemos previamente llevarla al horno para quemar toda sustancia orgánica que pueda contener a fin de evitar el burbujeo de la mezcla. Luego, pasamos por arriba una madera deslizándola sobre dos guías laterales para emparejar la mezcla y dejarla completamente plana. Ahora podemos proceder a incrustar objetos rígidos, telas, tramas, sogas, metales etc.

Si decidimos hacer un proyecto más espontáneo podríamos por ej. mover la arena y acumularla a diferentes alturas como lo haríamos en la playa. Apoyamos luego el vidrio y procedemos a hornear bajo las condiciones de un relieve o de un casting.

Finalizada la horneada se debe esperar 1 semana para el completo enfriado de la obra.



## Ejemplo 4 - Relieve o Casting

### Molde con yeso+cuarzo

En este caso abordamos el modelo desde la arcilla, y realizamos así el positivo o sobre-relieve de la obra.

Una vez finalizado el modelado se colocan las ventilaciones (alambres de 2mm) en las zonas más elevadas, y le pasamos desmoldante en spray para evitar que se adhiera al yeso. Preparar un encofrado o caja de contención en este caso cuadrado, cuyo contorno exceda en 2cm al modelo.

Mezclar yeso + cuarzo y verter hasta cubrir 3cm por encima de su parte más elevada.

Si el modelo resulta equilibrado en su composición, el yeso + cuarzo se vierte en forma pareja.

Si el modelo tuviera alguna 'saliente', se lo cubre totalmente con casi 4cm de yeso + cuarzo aplicando el yeso en forma directa y sin cubrir todo el encofrado porque sino resultaría un volumen extremadamente pesado y difícil de manejar.



Una vez, bien fraguado damos vuelta el yeso y procedemos a retirar con cuidado toda la arcilla y a lavarlo para eliminar todos sus restos para que no se peguen al vidrio cuando lo horneamos. Va de suyo que no debemos exponer por mucho tiempo el yeso al agua para evitar que se hidrate nuevamente.

Dejar secar y colocar en el horno durante 2hs a 300°C. Rodear con alambre el contorno del molde luego de deshidratado el mismo.

Para hornear este relieve cuadrado y que quede con esa misma forma se colocan sobre el yeso en el borde excedente de 2cm anteriormente previsto, 4 listones de un mismo vidrio de 2cm de ancho x el largo de cada pared, de modo que forme un recuadro exterior en el molde de yeso. Luego, se coloca el vidrio cubriendo todo el recuadro y siempre con la capa tin mirando al yeso.

Es aconsejable utilizar vidrios de un mínimo de 6mm de espesor, así el vidrio entero al caer apoya sobre el recuadro permitiendo que los listones ayuden a conservar la forma (cuadrada en este caso). Finalizada la correspondiente horneada se debe esperar 1 semana para el completo enfriado de la obra antes de proceder a su lavado.

## Ejemplo 5 - Casting

### Horno de cerámica, Molde por vertido

Se construye un atril de hierro que contenga 1 maceta agujereada en la base y se lo coloca por arriba del molde que se va a utilizar cuidando de no tocar ninguna resistencia del horno. La horneada está pautada en el programa de casting por vertido. Éste método requiere calcular y colocar la cantidad justa de vidrio en la maceta.

## Ejemplo 6 - Relieve, Casting

### Horno de vidrio, Molde por vertido

Es aconsejable utilizar este método para relieves o castings horizontales. Se construye un atril bajo de hierro que contenga 3 macetas agujereadas en sus bases y se lo coloca sobre el molde que se va a utilizar. Cuidar siempre las medidas, de modo que las macetas no toquen las resistencias si el horno las tuviera en la tapa. La horneada está pautada en el programa de relieve por vertido. Éste método requiere calcular y colocar la cantidad justa de vidrio en las macetas.



### **Ejemplo 7 - Casting o relieves a repetición<sup>18</sup>**

Una vez realizado el modelo en arcilla o en algún material rígido se hace la matriz de látex y el correspondiente contramolde de yeso. Una vez vulcanizado el látex, se retira el modelo y se lava muy bien. Se rellena con alginato preparado según las instrucciones del envase, cuidando de hacerlo en forma muy rápida para que endurezca mientras calca. Una vez endurecido, se separa el látex del alginato y éste a su vez del contramolde y se retira el modelo.

Luego se hace un encofrado adecuado al tamaño del molde sin olvidarnos de la boca de colada en arcilla. Colocamos el alginato y lo pegamos a la base con un adhesivo para evitar que flote al verter la mezcla de yeso + cuarzo.

Si en vez de alginato llenamos con caucho la matriz de látex, obtenemos un modelo (positivo) más duradero ya que luego le hacemos un molde de yeso + cuarzo y así podemos obtener réplicas del modelo o elaborar una composición que incluya la repetición del mismo.

### **Ejemplo 8 - Para calcos (casting y relieves)**

Acondicionar la parte del cuerpo que se desea calcar cubriéndola con vaselina líquida o crema aceitosa y preparar el alginato según las instrucciones del proveedor. Debemos trabajar en forma muy rápida para que ni la persona se canse ni el alginato endurezca antes de calcar. Es importante hacer esto acompañado y preparar una cantidad suficiente de mezcla como para completar el proceso sin inconvenientes.

Mientras colocamos el alginato y antes que éste endurezca, vamos prensando la superficie con gasas o algodón para luego integrarlo con el yeso del contramolde (preparado sólo con yeso y de aproximadamente 1,5 cm de espesor). El contra-molde sirve solo para que el alginato repose en él y no se deforme.

Ya fraguado el yeso, se retira el modelo y en el hueco que quedó se aplica una fina capa de aceite en spray a modo de desmoldante y se vuelve a verter alginato.

Endurecido este segundo alginato, lo rompemos y nos queda nuevamente el modelo. Es aconsejable comprar dos marcas de alginato para cada una de las dos partes, a fin que cada una tenga otro color y estén bien diferenciados al separarlas.

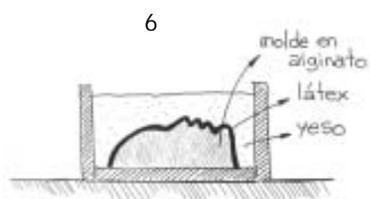
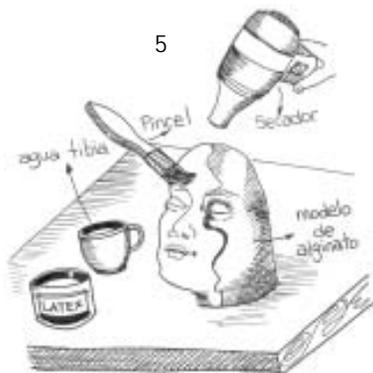
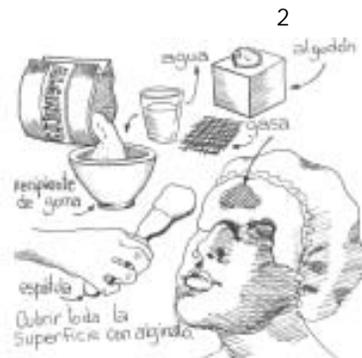
También podemos hacerle a este modelo una matriz de látex, que nos permitirá eventualmente llenarla tanto con alginato para casting, como con yeso para relieves.

Si lo que vertemos es caucho, obtenemos un modelo duradero para casting, sobre el que luego verteremos yeso+cuarzo.

Agregamos la boca de colada en arcilla y las ventilaciones y procedemos a ubicarlo dentro de un encofrado acorde al modelo. Se vierte la mezcla de yeso+cuarzo, cuidando que no haga burbujas y se deja fraguar. Una vez retirado el molde de yeso+cuarzo se retira con mucho cuidado el alginato o caucho.

<sup>18</sup> ver caída libre pag.

Luego se deshidrata el molde, y se rodea con un alambre para contener el yeso y así proceder al casting.





## HORNOS Y HORNEADAS

Todos los hornos son diferentes y es absolutamente imprescindible que aprendamos a conocer el nuestro. Dos hornos del mismo tipo pueden mostrar diferente comportamiento, ya sea por el programador, cantidad de resistencias, altura, tensión eléctrica o alguna fisura interna.

### 1. Tipo de horno

Los hornos de ladrillo al tener más volumen que los hornos de fibra, toman más tiempo para subir la temperatura y consecuentemente más tiempo también para bajarla. Esta diferencia puede transformarse en una ventaja ya que limita la chance de craquelado del vidrio debido a un choque térmico no programado. Ambos ciclos de temperatura se pueden manejar con un templado automático. De todas formas, los de ladrillo consumen mayor cantidad de energía durante el proceso.

Los hornos de fibra tienen menor capacidad de contener el calor, consecuentemente permiten calentamientos y enfriamientos más rápidos y son más propensos a provocar cuarteaduras en cualquier ciclo. Es sumamente útil trabajar el vidrio con un programador conectado al mismo.

### 2. Tamaño del horno

Ejerce su influencia tanto en el calentamiento como en el enfriamiento debido al volumen de aire a calentar en su interior.

## HORNOS PARA VIDRIO

Los hornos de vidrio por lo general están fabricados con manta de fibra cerámica y, como ya les dije, se deben extremar los cuidados en el manipuleo de su carga y descarga.

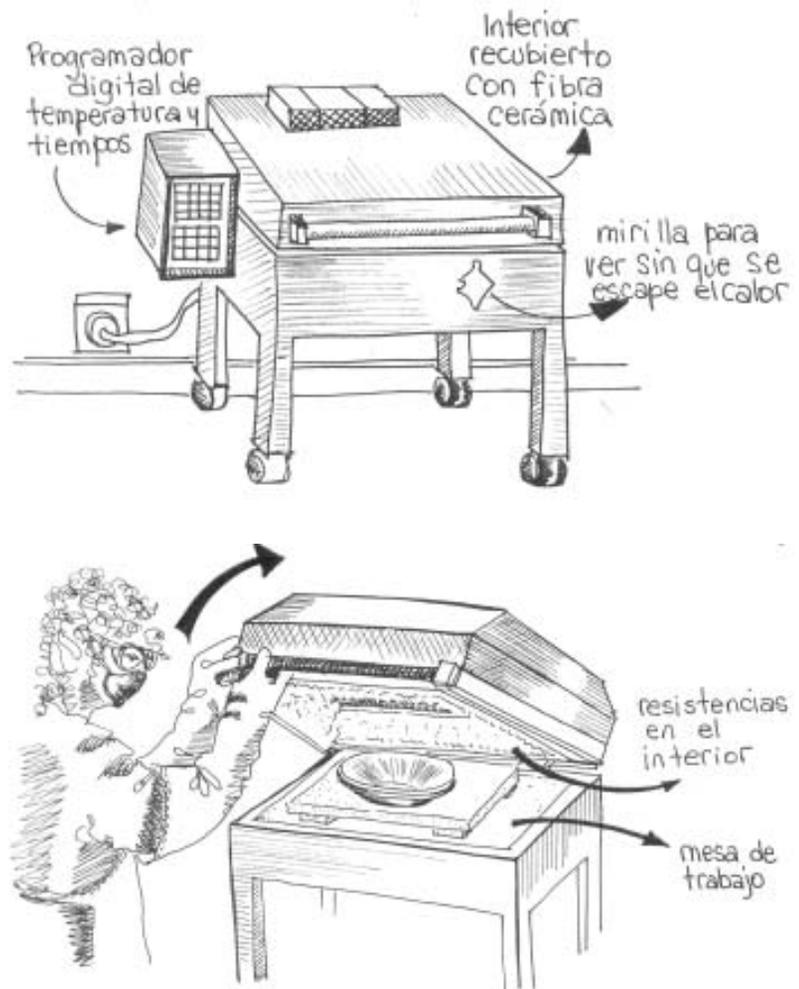
El rigidizador de fibra ayuda a que la misma no se volatilice tanto, pero no se equipara al horno de ladrillos dado que el efecto es poco duradero.

Los hornos que se utilizan exclusivamente para vitro-fusión y termo-moldeado por lo general son bajos en su altura interna. Algunos no alcanzan los 25cm, lo que limita el tamaño de la obra y sólo permite realizar castings horizontales dado que el molde no debe tocar las resistencias que se encuentran en el techo. Vienen provistos de programadores o reguladores.

Este tipo de hornos permite que el vidrio reciba la misma cantidad de calor al mismo tiempo y además nos permite trabajar con placas más grandes de vidrio. Al producir un calentamiento más parejo, se limitan los riesgos de rotura por choque térmico.

Aconsejo cargar estos hornos comenzando desde el centro hacia los costados en el caso de piezas medianas, posibilitando que todas se beneficien con el calor parejo de las resistencias ya que las mismas no llegan hasta los bordes.

VI

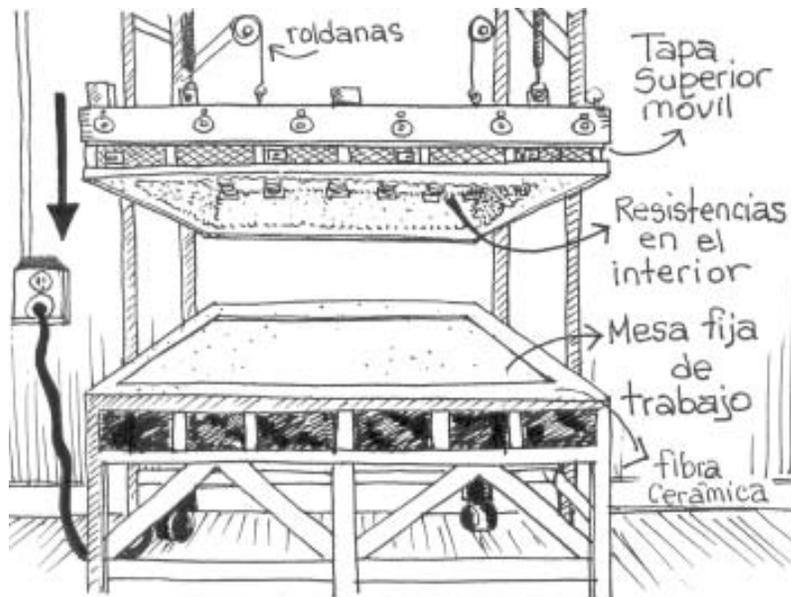


Los hornos de vidrio con tapa frontal por lo general son más altos y son especiales para vitrales ya que se hornea todo en pisos o placas. Hay que tener cuidado con la cantidad de pisos que pongamos ya que no es lo mismo un termo-moldeado que un vitral. Cuando hacemos vitro-fusión lo más aconsejable es colocar un solo piso.

El horno ideal, a mi modo de ver, es el que está compuesto por una mesa y una carcasa. La misma contiene las resistencias en su parte superior y se acciona con roldanas. Con este modelo se pueden trabajar cómodamente los proyectos sobre la mesa y a la hora de hornear se baja la carcasa y listo!

Si mandamos a fabricar nuestro horno, entonces podríamos encargar algunas modificaciones, por ej., la altura, que sea de ladrillos livianos aislantes en vez de fibra cerámica y que también tenga resistencias alternativas alrededor de las paredes. También podemos elegir el programador previo asesoramiento sobre el manejo de los distintos modelos para ver cuál se adapta mejor a nuestras necesidades y posibilidades.

Además hay que tomar en cuenta la cantidad de energía que consume el tipo de horno elegido, ya que ésta puede ser una variable que afecte el programa de horneada.



La instalación eléctrica debe estar acompañada de un disyuntor y también sería conveniente agregar un automático al programador para que corte la corriente a unos grados más que el máximo que habitualmente usamos. Si nuestro taller es importante –en lo que se refiere a la cantidad de elementos eléctricos– habrá que reforzar y controlar muy bien el cableado a tierra. Para quienes disponen de un patio con tierra cercano a la instalación, es aconsejable una jabalina para asegurar una buena descarga a tierra.

Cabe destacar que los hornos de fibra tienen escaso consumo de energía.

## HORNOS PARA CERAMICA

Pueden utilizarse perfectamente para vidrio pero la dedicación que debemos prestarle debe ser bastante más puntual y exigida. Por lo general carecen de programadores y es conveniente entonces agregarle un regulador y un automático para que corte a la temperatura que nosotros consideramos como máxima.

En lo que a mí respecta, he trabajado más de 10 años con un horno de cerámica haciendo vidrio y he obtenido piezas de muy alta calidad que nada tienen que envidiar a las que posteriormente realicé en horno de vidrio.

Para conseguir que un horno de cerámica se comporte como uno de vidrio, hay que seguir una serie de pasos.

El primero es "conocerlo". Para ello, debemos colocar la primera placa a 1/3 de la altura del horno con 4 columnas ajustadas con arcilla y fuera de los ángulos. Este espacio inutilizado funcionará como una cámara de calor. Posteriormente si fuera necesario se colocarán más placas pero a una distancia de 10cm de altura la una de la otra, y sustentando cada una de ellas sobre 4 nuevas columnas. A los costados debe haber por lo menos 5cm de distancia entre la placa y la pared del horno ya que es necesario que

haya mucha ventilación para que no desvitrifique por exceso de calor, lo que sin duda sucedería con una placa que no guardara esa distancia.

Hay que tener en cuenta que la cercanía del vidrio a los elementos de las paredes (resistencias) puede causar fracturas en grandes piezas, mientras que si las mismas son pequeñas, permanecen independientes en lo que a su calentamiento se refiere.

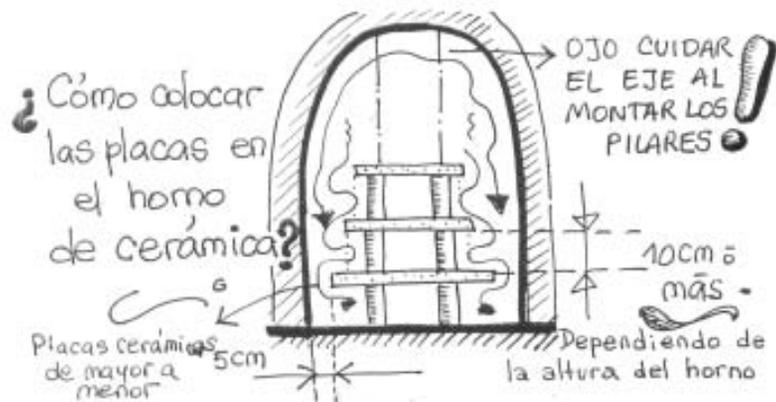
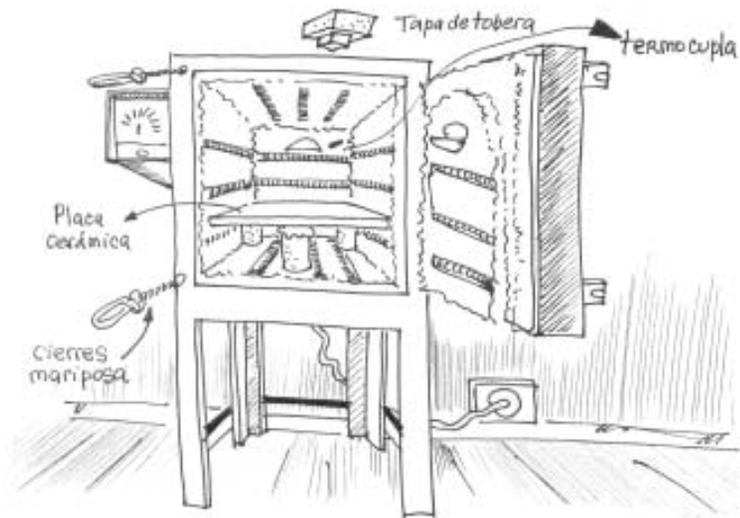
Los materiales refractarios forman una masa de calor importante que toma más tiempo para calentarse y enfriarse que el que toma el vidrio.

En cerámica no es necesario controlar el calentamiento parajo de cada una de las paredes del horno, en cambio en vidrio necesitamos poder ejercer ese control.

Si no tenemos regulador, el mantenimiento lo hacemos por medio de dos timers comunes. Uno marca el total del tiempo de mantenimiento (por ej: 60') y el otro los periodos donde hay que apagar y prender el horno para que este proceso de estabilización pueda ser sostenido.

Al hornear vidrio en un horno de cerámica, a pesar de su alto consumo de energía, **no** debemos ahorrar espacio para amortizar el costo de la horneada.

Hay hornos de cerámica con reguladores y a veces con sólo bajar uno o dos niveles se consigue una estabilización perfecta.



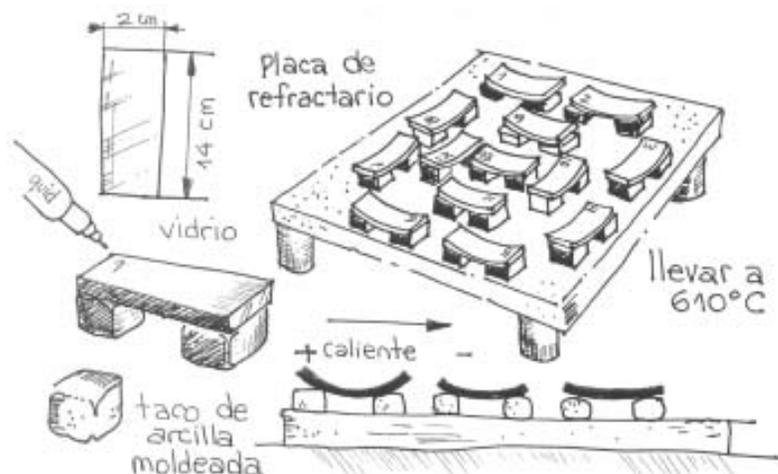
## LA PRUEBA DE LOS "13"

Esta prueba determina si el horno calienta parejo en sus 4 laterales.

Para comprobarlo se cortan 13 tiras de vidrio de 14cm x 2cm x 3mm de espesor y se apoyan las puntas sobre unos soportes de cerámica de 2cm x 2cm x 3cm de alto convenientemente pintados con desmoldante.

Se coloca una placa de refractario a la mitad de la altura del horno y se sostiene con columnas. Se rodea la placa colocando 2 tiras en cada costado del horno a unos 5cm de la pared y el resto se distribuye en forma de espiral en el centro. Antes de colocarlas, hay que numerarlas con liquid paper (borrador líquido de tinta) del 1 al 13 y dejar constancia en un anotador del lugar que ocupa cada uno de los vidrios.

Se lleva la temperatura a 610° y se corta la horneada abriendo la puerta para paralizar la subida de calor. Una vez frío el horno, se traslada todo a otra placa similar apoyada sobre una mesa y se observa el comportamiento de los vidrios. Algunos van a estar más curvados que otros y esto nos va a demostrar precisamente qué pared del horno calienta más y cuál menos.



Conocer esto nos va a permitir colocar las piezas grandes justo en el punto medio de calor del horno. En piezas que abarquen toda la placa convendría achicar el proyecto y ubicarlo más lejos de la pared que más calienta a efectos de propender a un calentamiento que resulte lo más parejo posible. Siempre debemos conservar un mínimo de 5cm del borde.

No pasa lo mismo con las piezas chicas ya que en este caso al estar totalmente independizadas no sufrirían ninguna diferencia en la expansión del vidrio.

## DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS

La proximidad de los elementos entre sí y a las resistencias puede ser un factor importante en los ciclos de calentamiento y enfriamiento en cuanto a generar un problema de desvitrificación.

- **Horno de cerámica con resistencias laterales.**

Los contornos exteriores del vidrio tienden a calentarse primero, incrementando el peligro de fractura debido al choque de calor ya que el centro permanece relativamente tibio. Este problema se incrementa si el tamaño de las piezas de vidrio aumenta.

- **Horno de vidrio con resistencias superiores.**

El tiempo de calentamiento va a ser más parejo, limitando el riesgo de rotura por choque térmico aunque puede incrementarse el riesgo de desvitrificación. A pesar de eso, estos hornos son muy utilizados y sólo la experiencia nos permite eliminar estos problemas.

- **Horno de cerámica con resistencias inferiores y laterales, piso, costados y puerta.**

Durante el calentamiento, la placa inferior hace de cámara de calor. En este caso, el vidrio tiene pocos grados de diferencia con las resistencias del piso, lo que provoca ciclos lentos de ascenso y descenso de temperatura.

- **Las resistencias** de las paredes pueden causar fracturas en grandes piezas.
- **La cantidad de energía** que consume el horno, puede ser una variable que afecte el programa.
- **Los estantes del horno.** De acuerdo a cómo el vidrio esté distribuido afecta la rapidez con que éste va a reaccionar a los cambios de temperatura.
- **Las placas cerámicas** que tengan más cuerpo o masa van a tomar más tiempo para su calentamiento y enfriamiento. Debemos tener en cuenta que estos materiales forman una masa de calor importante que no libera la temperatura al mismo tiempo que el vidrio.
- **Se necesita ser muy cuidadoso** con el programa de horneada cuando el vidrio está dispuesto sobre un material liviano, o cuando el vidrio está suspendido para caer en un espacio libre y vacío (caída libre).

## HORNEADAS-PROGRAMAS

Es posible armar un maravilloso proyecto y arruinarlo con una horneada mal programada. Quizás por desconocimiento de la calidad de vidrio que se está trabajando o por desconocimiento del programa que debemos a utilizar para ese caso puntual.

Cuando usamos vidrios que hemos encontrado ya sea en la calle o en algún otro lugar, o nos los hayan regalado, tenemos que tener mucho cuidado ya que a veces se trata de vitreas no float que por lo general desvitrifican, y no responden igual que el float a nuestra programación de horneadas. Es conveniente entonces, testear estos vidrios antes de utilizarlos en ambiciosos proyectos.

Cada horneada es diferente ya que corresponde a cada técnica especial. Es también importante el espesor del vidrio ya que éste va a ser condicionante de la maduración, de allí que debemos programar cada horneada.

## EXPLICACION DE LOS PROGRAMAS

**Tack-fusion:** Subida en 90' hasta 300°C. Se mantiene 10' y sigue hasta 580°C en 60', se mantiene 10'. Sube en 30' a 700°C, se mantiene 20'. Sube hasta 780°C, donde se mantiene otros 5'. Se hace choque térmico hasta 620°C. Se mantiene 1 hora en 580 °C para hacer la estabilización, luego baja lentamente hasta 450°C, se mantiene 1 hora. Enfriamiento con estabilizaciones de 60' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

**Full-fusion:** Subida en 90' hasta 300°C. Se mantiene 10' y sigue hasta 580°C en 60', se mantiene 10'. Sube en 30' a 700°C, se mantiene 20'. Sube hasta 800°C, donde se mantiene otros 10'. Se hace choque térmico hasta 620°C. Se mantiene 1 hora en 580 °C para hacer la estabilización, luego baja lentamente hasta 450°C, se mantiene 1 hora. Enfriamiento con estabilizaciones de 60' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

**Termo-moldeado:** Subida en 90' hasta 300°C. Se mantiene 10' y sigue hasta 580°C en 60', se mantiene 10'. Sube en 30' hasta 760°C, donde no hace mantenimiento. Se hace choque térmico hasta 620°C. Se mantiene 1 hora en 580 °C para hacer la estabilización, luego baja lentamente hasta 450°C, se mantiene 1 hora. Enfriamiento con estabilizaciones de 60' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

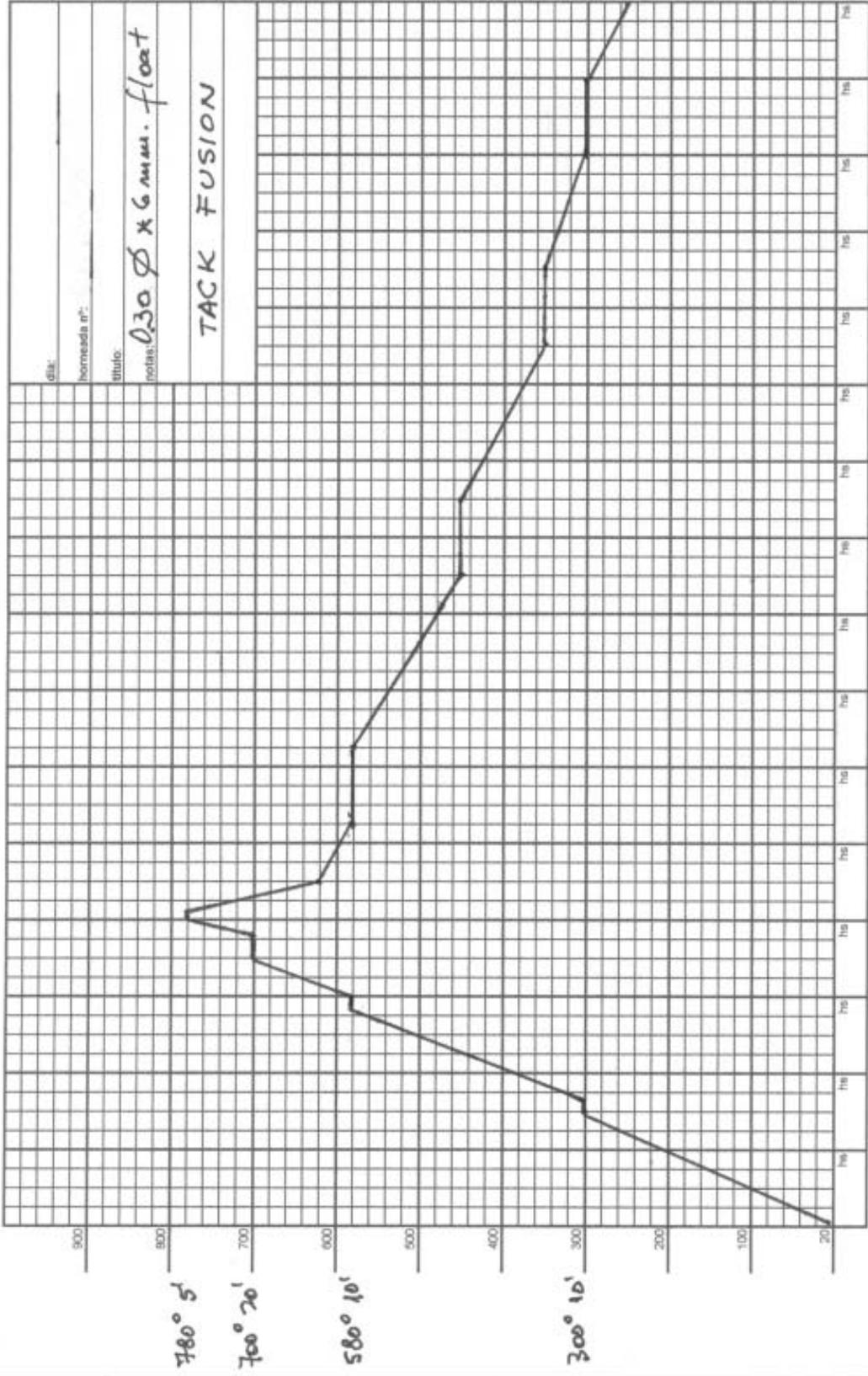
**Caída libre:** Subida en 90' hasta 300°C, se mantiene 60'. Sube en 90' hasta 580°C se mantiene 10'. Sube en 30' hasta 800°C, donde no alcanza a llegar a ellos porque la caída se produce antes. En ese momento se hace el choque térmico hasta 620°C para paralizar la imagen. Se pasa a otro programa sólo de estabilización y se mantiene 1 hora en 580°C, luego baja lentamente hasta 450°C, se mantiene 1 hora, baja nuevamente hasta 350°C, se mantiene 1 hora y luego baja hasta 300°C, donde se mantiene 1 hora para bajar hasta alcanzar temperatura ambiente.

**Relieve:** Subida en 90' hasta 300°C. Se mantiene 180'. Sube en 90' hasta 580°C, se mantiene 10'. Sube en 15' hasta 700°C, donde se mantiene durante 30'. Sube a 800°C en 30' y se mantiene 45'. Se hace choque térmico hasta 620°C. Se mantiene 1 hora en 580°C para hacer la estabilización. Enfriamiento con estabilizaciones de 60' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

**Casting vidrio laminado o molido:** Subida en 120' hasta 300°C se mantiene 180'. Sube en 90' hasta 580°C, se mantiene 20'. Sube en 40' hasta 700°C, donde se mantiene durante 40'. Sube a 800°C en 30' y se mantiene 100'. No se hace choque térmico. Se mantiene 180' en 580°C para hacer la estabilización. Enfriamiento con estabilizaciones de 120' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

**Casting vidrio vertido:** Subida en 120' hasta 300°C se mantiene 180'. Sube en 90' hasta 580°C, se mantiene 20'. Sube en 40' hasta 700°C, donde se mantiene durante 40'. Sube a 860°C en 60' y se mantiene 100'. No se hace choque térmico. Se mantiene 180' en 580°C para hacer la estabilización, Enfriamiento con estabilizaciones de 120' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente

**Pâte de verre (pasta de vidrio):** Subida muy lenta en 120' hasta 300°C, se mantiene 180', sube en 90' hasta 580°C, se mantiene 20'. Sube en 60' hasta 800°C, donde se mantiene durante 2hs. esto es con molde externo e interno. Para lograr poros muy cerrados aumentar el tiempo. Sin choque térmico. Maduración de 90' a 580°C. Estabilizaciones de 60' a 450°C, 350°C, 300°C, 250°C y 200°C hasta alcanzar temperatura ambiente.



Shock  
termico

620°-cemar

580° 00'

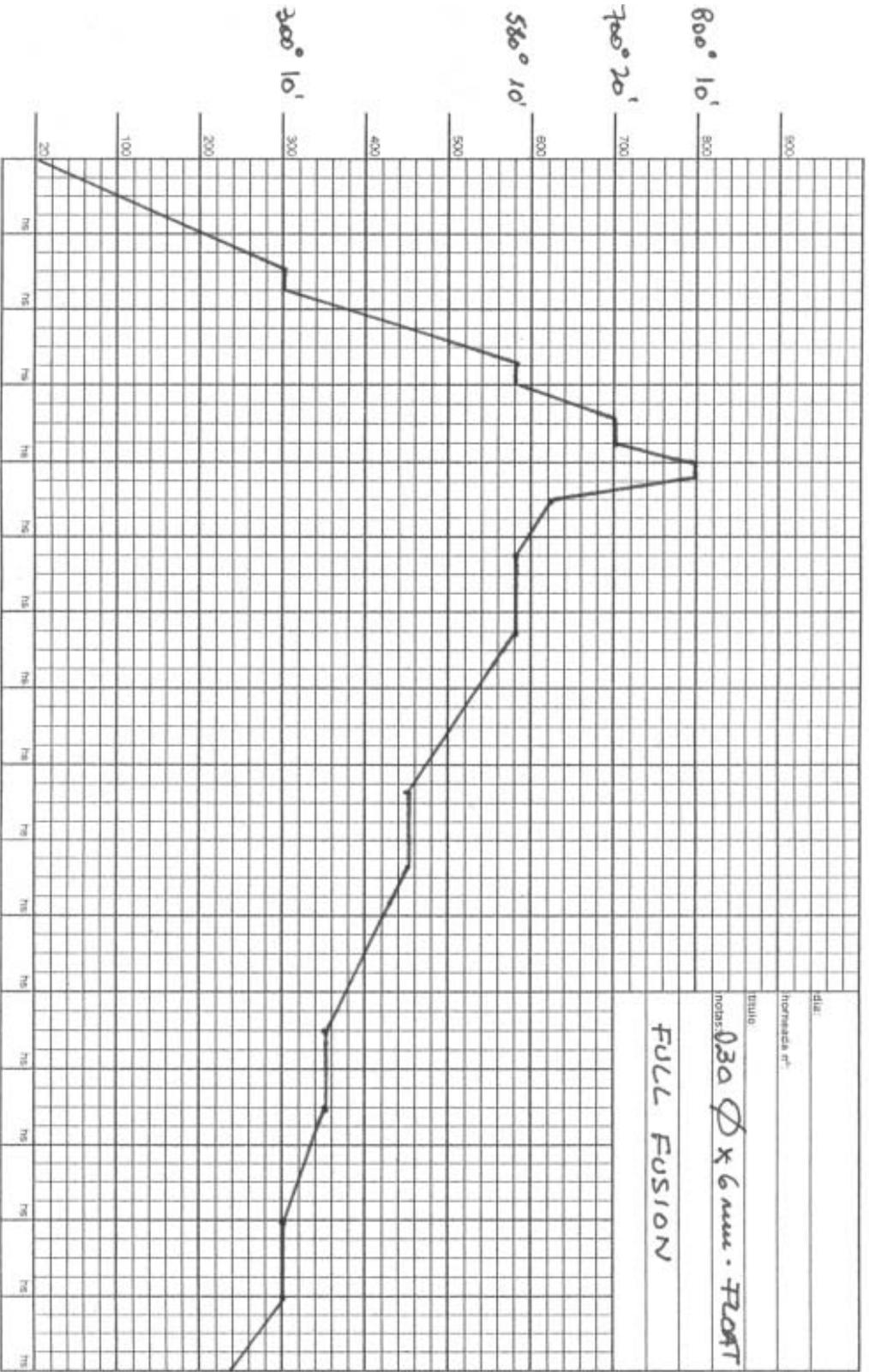
450° 60'

350° 60'

300° 60'

notas: 0.30 Ø x 6 mm. float

TACK FUSION



dia: \_\_\_\_\_  
 machined at: \_\_\_\_\_  
 finish: \_\_\_\_\_  
 notes: 030  $\Phi$  x 6 mm - F204T  
**FULL FUSION**

Shaft  
termino

300° 10'

580° 10'

800° 10'

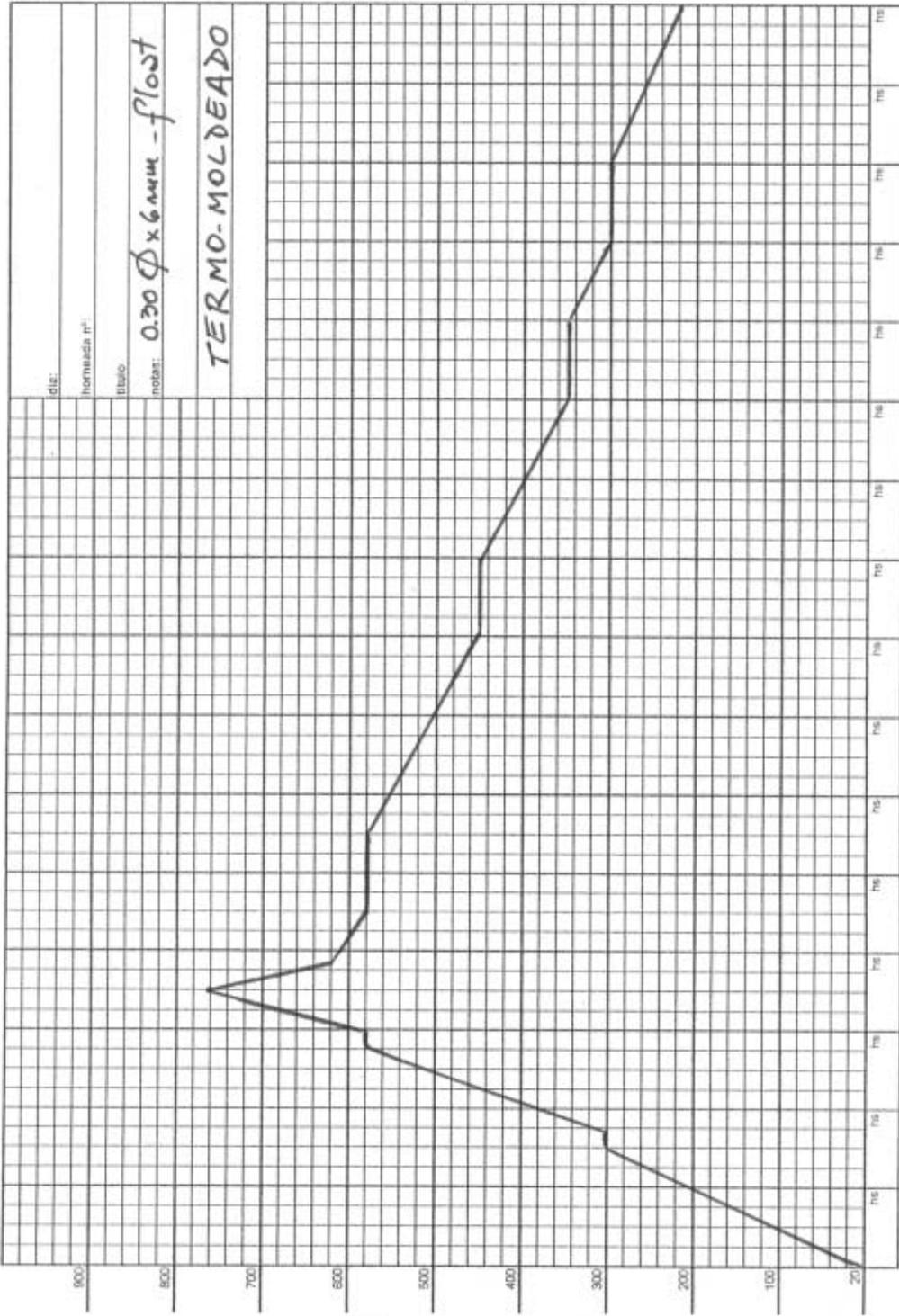
300° 60'

350° 60'

450° 60'

580° 60'

620° CERAM



dia:  
 homologada n°:  
 título:  
 notas: 0.30  $\Phi$  x 6 mm - float

**TERMO-MOLDEADO**

stock  
TÉRMICO

760° 0

580° 10'

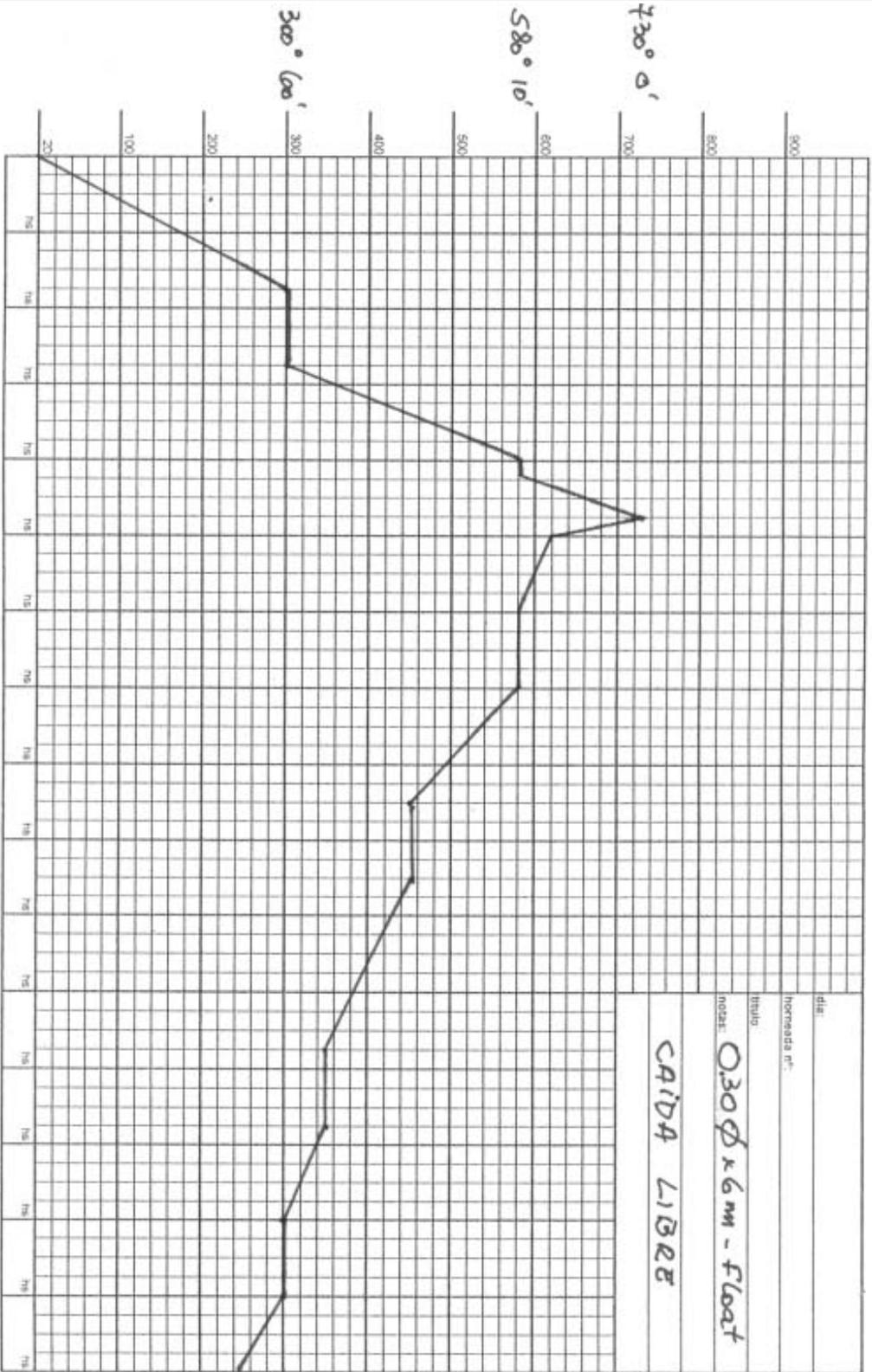
300° 16'

580° 60'

450° 60'

950° 60'

300° 60'



300° 60'

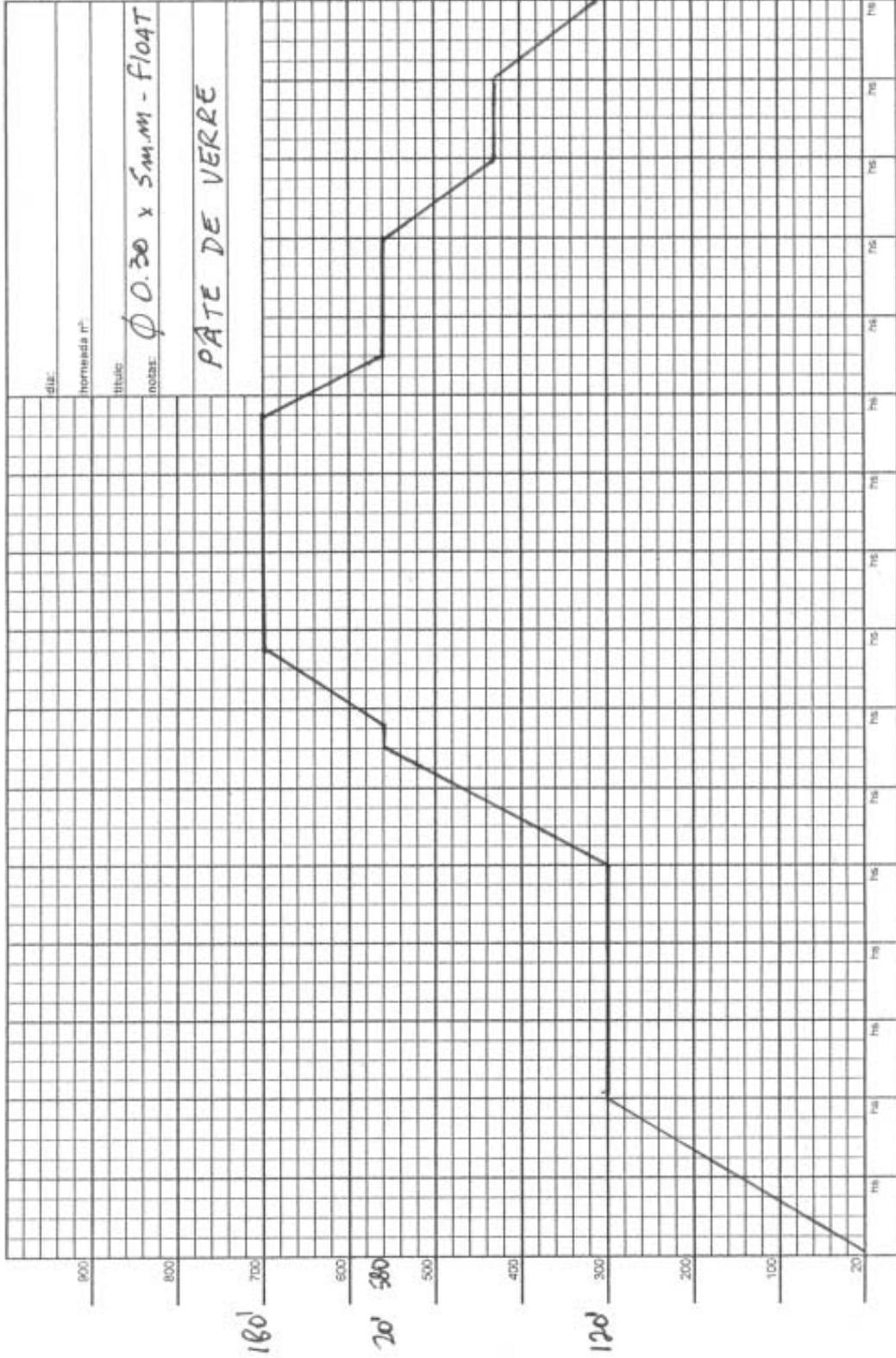
580° 10'

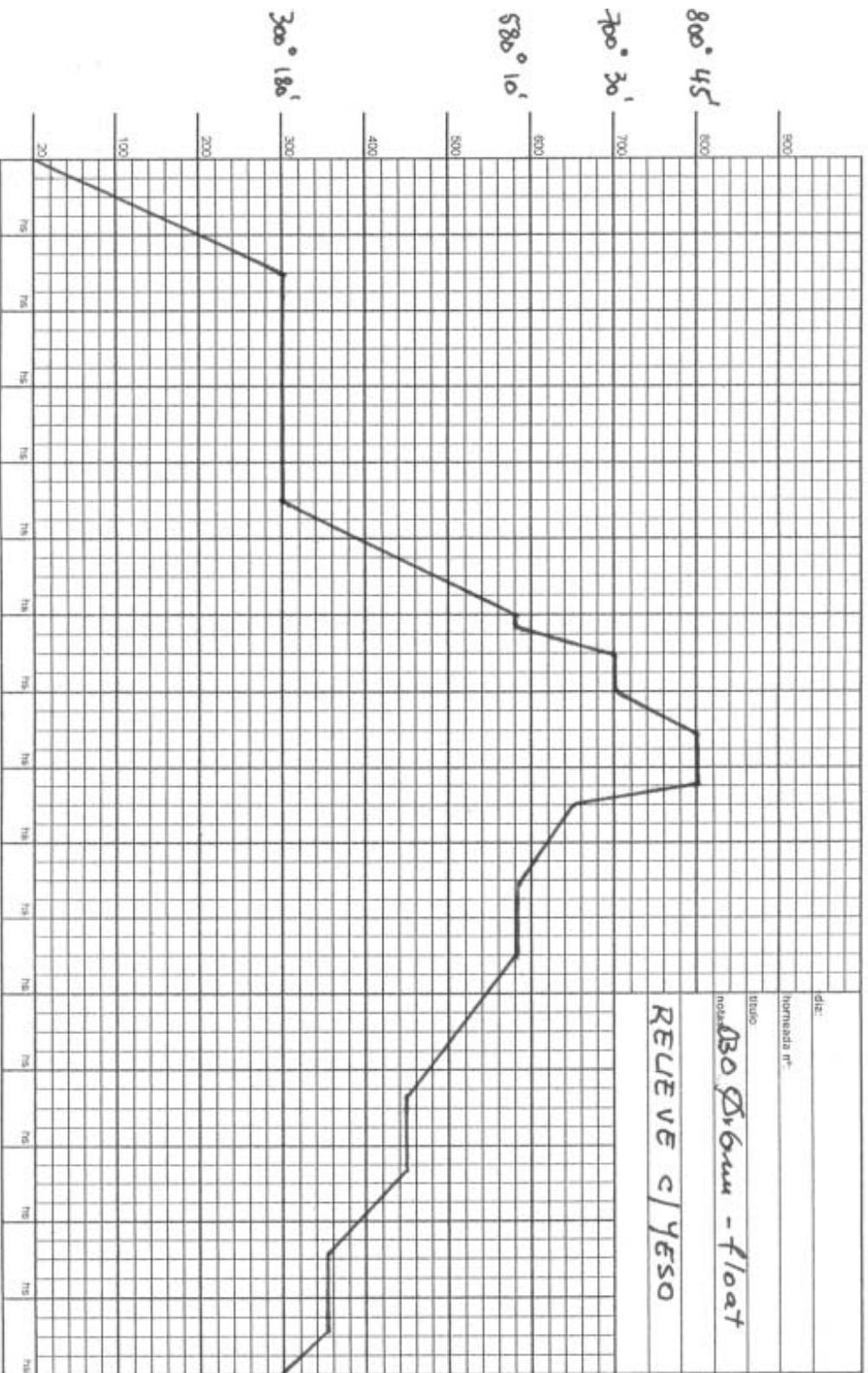
730° 0'

dia:  
 horizada n°:  
 título:  
 notas: 0,30φ x 6mm - Flat  
 CAIDA LIBRE

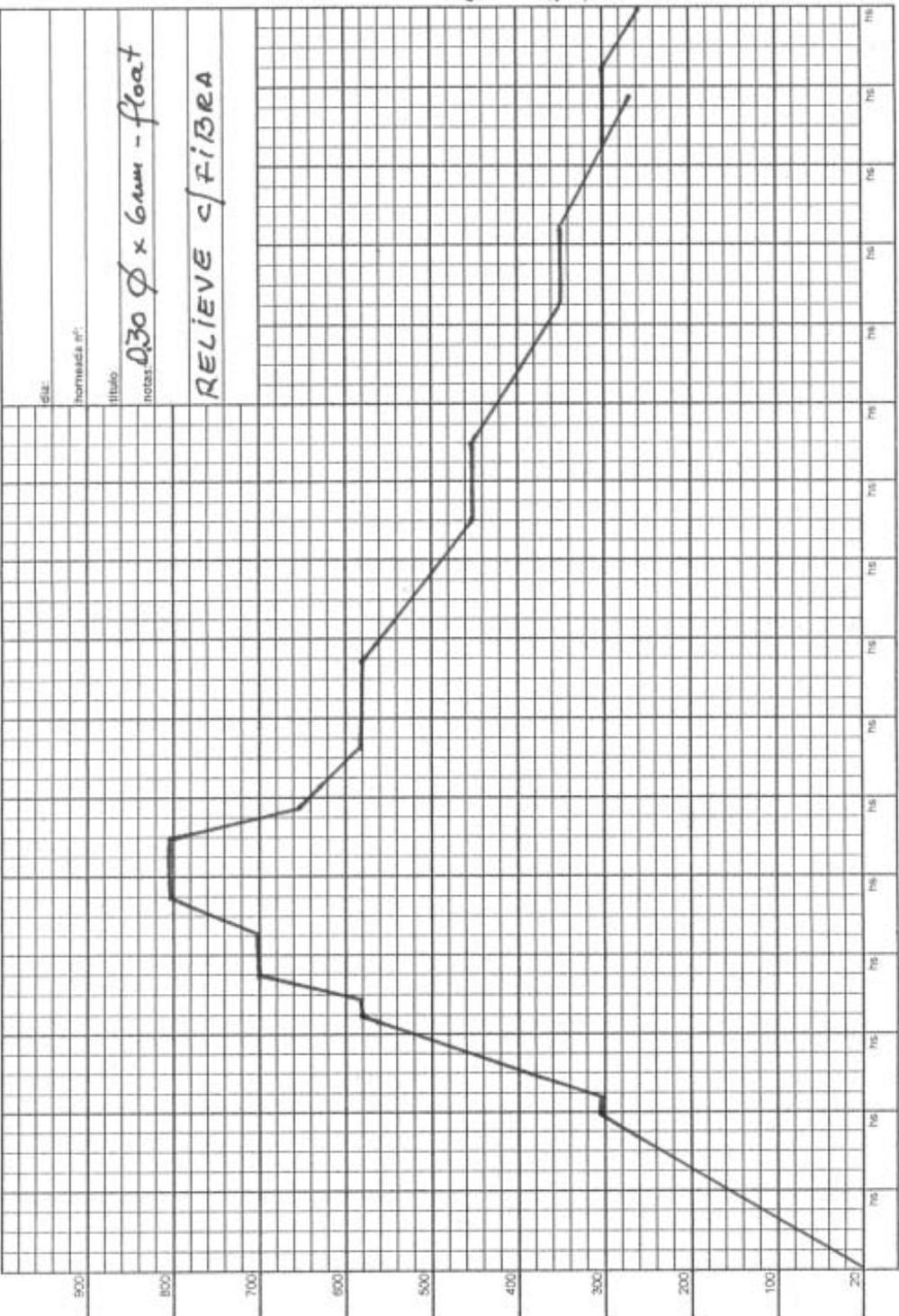
Shock  
 Yermico

420° central  
 580° 60'  
 450° 60'  
 350° 60'  
 300° 60'





shock  
 fermico  
 660° cerrar  
 580° - 60'  
 450° 60'  
 350° 60'  
 300° 60'



800° 45'

700° 30'

580° 10'

300° 10'

SHOCK  
TECNICO

580° 60'

450° 60'

350° 60'

300° 60'

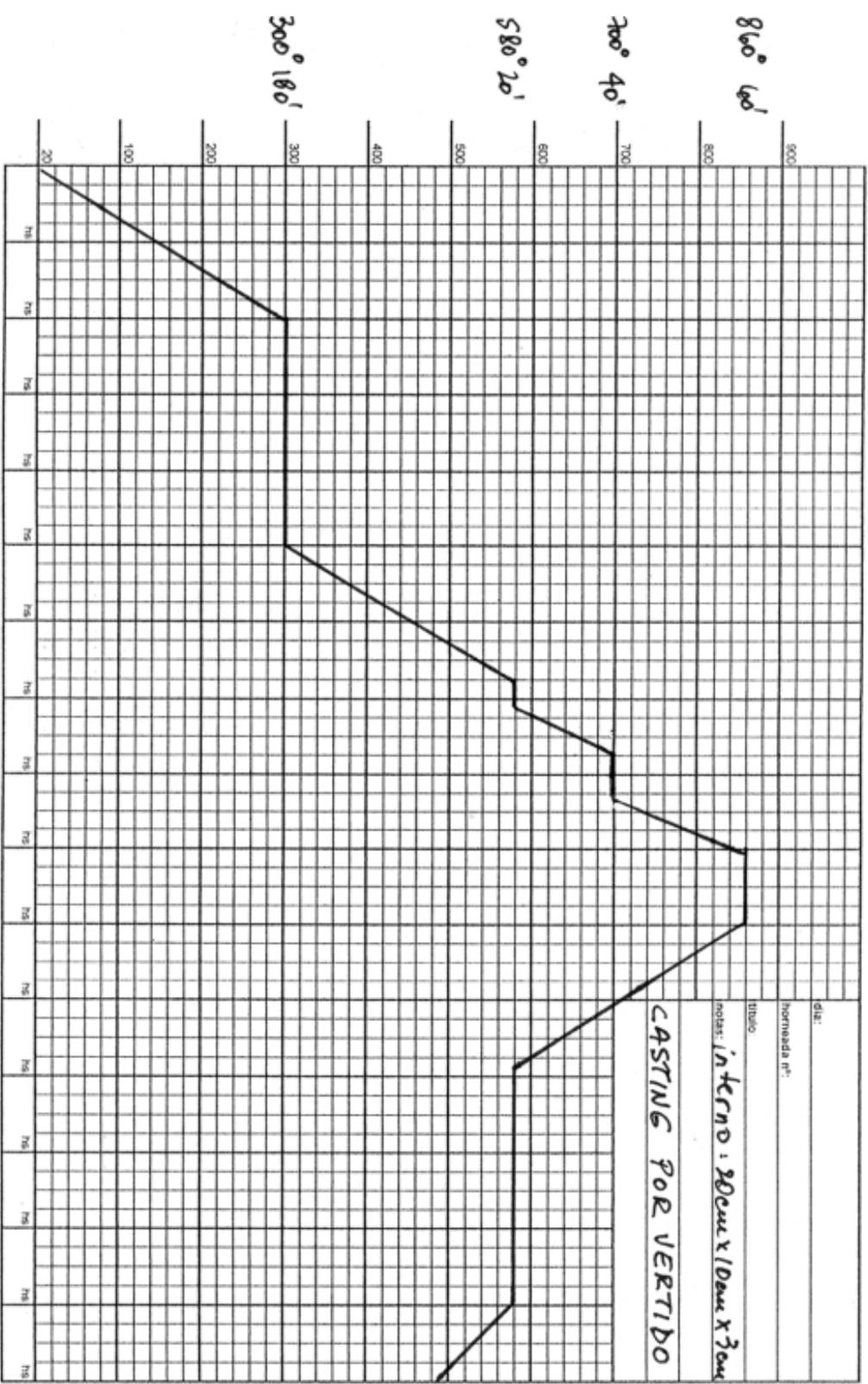
Esc:

Formación n°:

Título:

Notas: 0,30 φ x 6mm - float

RELIEVE c/FIBRA



dia:

horreada n°:

título:

notas: in terreno: 200m x 100m x 30m

CASTING POR VERTIDO

860° 60'

700° 40'

580° 20'

300° 180'

580° 180'

450° 120'

400° 120'

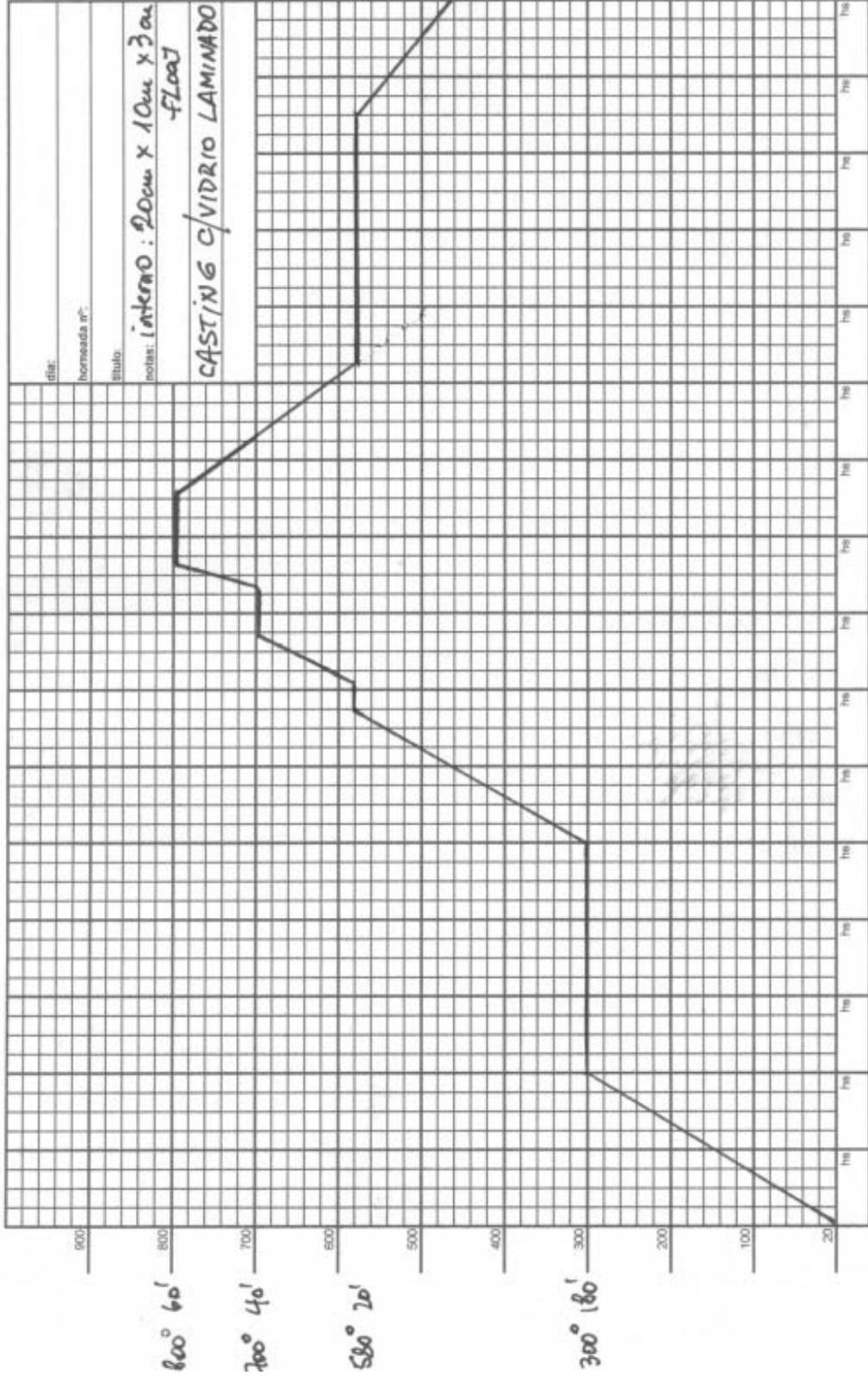
350° 120'

300° 120'

250° 120'

200° 60'





dia:

nomeada n°:

título:

notas: interior: 20cm x 10cm x 3cm  
FLOAT

CASTING C/VIDRIO LAMINADO

800° 60'

700° 40'

580° 20'

300° 180'

580° 180'

430° 120'

400° 120'

350° 120'

300° 120'

280° 120'

200° 600'





## CUADRO INDICATIVO DE HORNEADAS

### VIDRIO *FLOAT* – Vidrio 6mm. 30cm x 30cm

|   | °/minuto   | temperatura   | mantenimiento |
|---|--|---------------|---------------|
| Fusión: tack f. y full f.                                     | 3°C/m  | 400°C         | 10'           |
|   | 5°C/m  | 580°C         | 10'           |
|   | 9°C/m  | 700°C         | 20'           |
|   | 13°C/m   | 780°C - 800°C | 5' a 10'      |
| CHOQUE TERMICO (hasta 620°C)                                  |  |               |               |
| Termo-Moldeado  | 3°C/m  | 400°C         | 10'           |
|   | 5°C/m  | 580°C         | 10'           |
|   | 13°C/m   | 760°C         | 0'            |
|   | CHOQUE TERMICO (hasta 620°C)                                   |               |               |
| Caída libre   | 5°C/m  | 400°C         | 60'           |
|   | 7°C/m  | 580°C         | 10'           |
|   | 13°C/m   | 730°C         | 0'            |
|   | CHOQUE TERMICO (hasta 620°C)                                   |               |               |
| Relieve con yeso  | 4°C/m  | 400°C         | 180'          |
|   | 7°C/m  | 580°C         | 10'           |
|   | 10°C/m   | 700°C         | 30'           |
|   | 13°C/m   | 800°C         | 45'           |
|   | CHOQUE TERMICO (hasta 620°C)                                   |               |               |
| Pâte de Verre   | 4°C/m  | 300°C         | 180'          |
|   | 7°C/m  | 580°C         | 20'           |
|   | 10°C/m   | 700°C         | 240'          |
|   | SIN CHOQUE TERMICO   |               |               |
| Casting c/vidrio laminado Modelo interno de 3cm x 20cm x 10cm | 2°C/m  | 400°C         | 180'          |
|   | 5°C/m  | 580°C         | 20'           |
|   | 7°C/m  | 700°C         | 40'           |
|   | 13°C/m   | 800°C         | 60'           |
|   | SIN CHOQUE TERMICO   |               |               |
| Casting p/vertido Modelo interno de 3cm x 20cm x 10cm         | 2°C/m  | 400°C         | 180'          |
|   | 5°C/m  | 580°C         | 20'           |
|   | 7°C/m  | 700°C         | 40'           |
|   | 13°C/m   | 860°C         | 60'           |
|   | SIN CHOQUE TERMICO   |               |               |
| Estabilización  | 0°C/m  | 560°C/580°    | 60' a 240'    |
|   | 0°C/m  | 450°C         | 60'           |
|   | 0°C/m  | 350°C         | 60'           |
|   | 0°C/m  | 300°C         | 60'           |
|   | 0°C/m  | 250°C         | 60'           |
|   | 0°C/m  | 200°C         | 60'           |
|   | <b>NO ABRIR LA PUERTA DEL HORNO HASTA TEMPERATURA AMBIENTE</b> |               |               |

**VIDRIO *SPECTRUM* - Vidrio 6mm. 30cm x 30cm**

|                    | °/minuto | temperatura | mantenimiento |
|--------------------|----------|-------------|---------------|
| <b>Full-Fusion</b> | 3°C/m    | 538°C       | 10'           |
|                    | 10°C/m   | 700°C       | 10'           |
|                    | 15°C/m   | 788°C       | 10'           |

Nota: Si el vidrio es iridiscente fusionarlo a temperaturas más bajas, 760°C

CHOQUE TERMICO (hasta 600°C)

|                       |        |       |     |
|-----------------------|--------|-------|-----|
| <b>Termo-moldeado</b> | 3°C/m  | 288°C | 10' |
|                       | 10°C/m | 538°C | 10' |
|                       | 15°C/m | 680°C | 0'  |

CHOQUE TERMICO (hasta 600°C)

**Relieve Molde interno de 3cm x 20cm x 10cm**

|        |       |      |
|--------|-------|------|
| 3°C/m  | 300°C | 120' |
| 5°C/m  | 538°C | 10'  |
| 7°C/m  | 700°C | 60'  |
| 13°C/m | 790°C | 35'  |

"SIN" CHOQUE TERMICO

 **Casting Molde interno de 3cm x 20cm x 10cm**

|        |       |      |
|--------|-------|------|
| 3°C/m  | 300°C | 120' |
| 5°C/m  | 538°C | 10'  |
| 7°C/m  | 700°C | 60'  |
| 13°C/m | 800°C | 120' |

"SIN" CHOQUE TERMICO

**NO ABRIR LA PUERTA DEL HORNO HASTA TEMPERATURA AMBIENTE**  
**NO LAVAR LAS OBRAS DE CASTING HASTA PASADAS 6 SEMANAS**

|                        |       |       |     |
|------------------------|-------|-------|-----|
| <b>Estabilización:</b> | 0°C/m | 510°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 470°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 440°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 400°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 370°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 340°C | 60' |
|                        | 0°C/m | 310°C | 60' |

**NO ABRIR LA PUERTA DEL HORNO HASTA TEMPERATURA AMBIENTE**

**VIDRIO *BULLSEYE* - Vidrio 6mm. 30cm x 30cm**

|  | °/minuto | temperatura | mantenimiento |
|--|----------|-------------|---------------|
| <b>Full-Fusion</b>   | 5°C/m    | 288°C       | 10'           |
|  | 7°C/m    | 550°C       | 10'           |
|  | 10°C/m   | 700°C       | 30'           |
|  | 13°C/m   | 800°C       | 2'            |
| CHOQUE TÉRMICO (hasta 600°C)   |          |             |               |
| <b>Termo-moldeado</b>  | 5°C/m    | 288°C       | 10'           |
|  | 7°C/m    | 550°C       | 10'           |
|  | 10°C/m   | 640°C       | 5'            |
|  | 13°C/m   | 700°C       | 2'            |
| CHOQUE TÉRMICO (hasta 600°C)   |          |             |               |
| <b>Relieve Molde interno de 20cm x 10cm x 3cm</b>  |          |             |               |
|  | 3°C/m    | 300°C       | 120'          |
|  | 5°C/m    | 550°C       | 10'           |
|  | 7°C/m    | 700°C       | 30'           |
|  | 13°C/m   | 820°C       | 20'           |
| SIN CHOQUE TÉRMICO   |          |             |               |
| <b>Casting Molde interno de 20cm x 10cm x 3cm</b>  |          |             |               |
|  | 3°C/m    | 300°C       | 120'          |
|  | 5°C/m    | 550°C       | 10'           |
|  | 7°C/m    | 700°C       | 30'           |
|  | 13°C/m   | 820°C       | 90'           |
| SIN CHOQUE TÉRMICO   |          |             |               |
| <b>Estabilización</b>  | 0°C/m    | 518°C       | 120'          |
|  | 0°C/m    | 470°C       | 60'           |
|  | 0°C/m    | 430°C       | 60'           |
|  | 0°C/m    | 390°C       | 60'           |
|  | 0°C/m    | 350°C       | 60'           |
| <b>NO ABRIR LA PUERTA DEL HORNO HASTA TEMPERATURA AMBIENTE</b>                               |          |             |               |
| <b>Estabilización o Maduración del Casting</b> 2/4 horas dependiendo del espesor del vidrio. |          |             |               |

## NOTAS PARA TODAS LAS CALIDADES DE VIDRIO

**MOLDE DE YESO:** En todos los proyectos que tienen molde, es aconsejable un mantenimiento a 300° de 1 a 3 horas, dependiendo del tamaño del molde. Esto asegura un correcto deshidratado del yeso sin que el vidrio empiece a deformarse por efecto del calor.

**CASTING: Estabilización o Maduración (annealing):** 2/6 horas dependiendo del espesor del vidrio.

**Se aconseja no sumergir la pieza en agua hasta pasadas unas 4/6 semanas**

**RELIEVE:** Se aconseja no sumergir la pieza en agua hasta pasada 1 semana

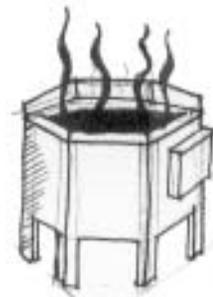
**ENFRIADO:** 36/48 horas, hasta temperatura ambiente, idem anterior.

## INDICES

|                   | Ablandam | Moldeado | Fusión | Estabilización | COE |
|-------------------|----------|----------|--------|----------------|-----|
| Bullseye          | 620°C    | 700°C    | 800°C  | 518°C          | 90  |
| Float             | 650°C    | 750°C    | 800°C  | 560°C/580°C    | 81  |
| Spectrum          | 600°C    | 680°C    | 788°C  | 510°C          | 92  |
| Vidrio de botella | 670°C    | 770°C    | 820°C  | 560°C/580°C    | 92  |
| Uroboros          | 620°C    | 700°C    | 820°C  | 518°C          | 90  |

## EL VIDRIO EN LAS DIFERENTES TEMPERATURAS

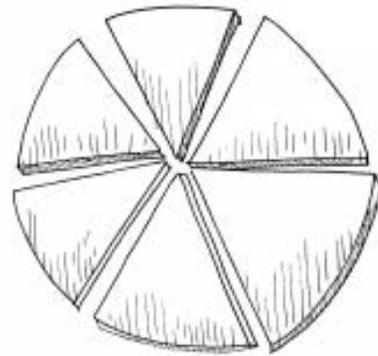
- 580°C** El calentamiento uniforme a esta temperatura es importante para que los vidrios consigan alcanzar el punto inicial de ablandamiento (strain-point), de esta forma no se corre riesgo de rotura por choque térmico. En esta temperatura todos los productos orgánicos desaparecen, se volatilizan y los vapores se eliminan. Por esta razón, si existiera alguno de estos elementos, se aconseja dejar las toberas abiertas.
- 580°C - 650°C** No hay cambios visibles en el vidrio float. Si se realiza un calentamiento muy lento, puede empezar a deformarse.
- 650°C - 700°C** Todos los vidrios comienzan su ablandamiento. Los bordes del vidrio empiezan levemente a redondearse.
- 700°C - 730°C** El vidrio float recién comienza a termo-moldearse. En los vidrios artísticos están más acentuados los bordes redondeados y están ya, casi termo-moldeados.
- 730°C - 760°C** Los vidrios artísticos están completamente integrados y redondeados, pero si tienen una sola capa de vidrio ésta tiende a contraerse y formar agujas en sus bordes. El **vidrio float** está completamente termo-moldeado y la caída al vacío estaría por demás cumplida.
- 760°C - 790°C** Dos capas de **vidrio artístico** están completamente fusionadas y mantienen todavía su forma. Los **vidrios float** tienen los bordes redondeados. La superficie del **vidrio artístico** está a punto de ser líquida a esta temperatura.-
- 790°C - 840°C** El **vidrio float** empieza a comportarse fluyendo en estado casi líquido, pero antes se va a contraer, formando agujas a lo largo de los bordes. Es el momento ideal para el casting, la gravedad hace que algunos vidrios bajen antes que otros.
- 840°C - 870°C** En el **vidrio artístico**, en este momento aparecen las burbujas en la superficie, pero no explotan.
- 870°C - 920°C** Las burbujas explotan y deforman la superficie del **vidrio artístico**. Es el momento de 'peinar' esta calidad de vidrio. En el **vidrio float** es el momento en que por vertido baja al molde de yeso, ya que está en estado parecido a una miel blanda.



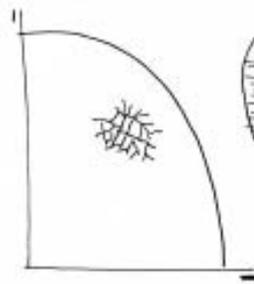
## ROTURAS



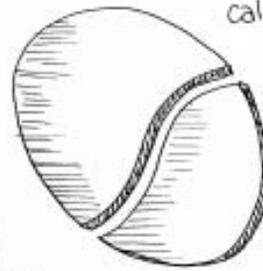
Incompatibilidad entre vidrios



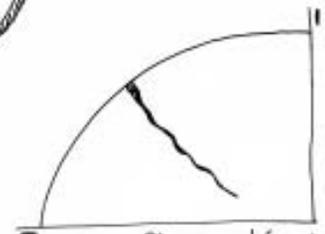
Choque térmico en calentamiento



Vidrio pegado a la placa



Stress por mala maduración



Choque térmico en el enfriamiento

## RESOLUCION DE POSIBLES PROBLEMAS

### 1- Vidrio pegado a la placa después de una fusión

1. Controlar la mezcla del desmoldante, agregarle más elementos para alta temperatura, por ej.: alúmina. En este caso probablemente la superficie que estuvo en contacto con el desmoldante quede más opaca.

Raspar el desmoldante de la placa, lijar y pintar con 2 manos del mismo aplicadas en forma cruzada. No es aconsejable hornear con el desmoldante húmedo ya que podría pegarse al vidrio. También puede ser que no se haya verificado la capa tin que es la que apoya en la placa.

2. El vidrio al desvitrificarse perdió su superficie brillante y al expandirse corrió hacia el desmoldante por exceso de temperatura.
3. Temperatura demasiado alta.

### 2- Vidrio roto en el calentamiento.

1. Por un calentamiento desigual, los bordes y centro recibieron diferente temperatura. El vidrio pudo haber estado demasiado cerca de las resistencias. Se nota esto cuando los filos de los vidrios rajados luego de la horneada, están apenas redondeados.
2. Programa muy rápido para ese vidrio, por ser un vidrio muy grueso o muy grande.
3. Vidrio ya con mucho stress por un templado pobre y con pequeña rajadura.
4. Vidrio que en algunas partes está apoyado, y en otras cae al vacío.

## DISCIPLINA CIENTÍFICA

- 1 - Siempre mantener registros claros y precisos de las horneadas.
  - establecer un programa original para cada tipo de horneada.
  - cantidad de tiempo utilizado tomando fecha y proyecto.
  - replantear el programa rectificado o modificado.
  - si el resultado no fuera satisfactorio deberá incluir las posibles soluciones y cómo resolverlas.
- 2 - Un buen método científico sugiere alterar sólo una variable por vez.
- 3 - Hacer un pre-test para ver los resultados antes de sacrificar todo un proyecto donde esté involucrado una gran cantidad de trabajo, tiempo y materiales.



## GLOSARIO

### Arcilla

Es la mezcla en crudo de tierra, sílice y alúmina.

Hay arcillas puras de colores blanco, rojo y marrón de acuerdo a donde esté extraída la tierra. Se vende en polvo y en estado plástico.

### Arenado (Sand-blasting)

Es un método decorativo a utilizar en frío. Se utiliza una máquina arenadora completamente cerrada con una ventana de vidrio de seguridad que tiene un compresor para la presión del cual sale el carburo de silicio. Hay que jugar con las diferentes posibilidades ya que por un lado tenemos la presión del aire y por el otro la calidad de malla del carburo. Cuanto más gruesa, más rústica la terminación, y, a la inversa si fuera malla fina.

Respecto a la presión del aire, cuanto más fuerte la presión más profundo va a penetrar el carburo de silicio. Este método es apto para hacer un bajo relieve. Se enmascaran las partes a proteger y se toman muchas precauciones ya que el polvillo que puede salir de la máquina, a pesar de estar completamente cerrada la misma, es dañino. La caja en el frente y a la altura de nuestros brazos, tiene dos mangas de goma gruesa para que introduzcamos en ellas nuestras manos y así sostengamos la obra con una y el soplete con la otra.

### Bajo Cubierta - B/C

Son los llamados colorantes, pigmentos y óxidos. Sólo se aplican entre dos vidrios con un pequeño porcentaje de flux (fundente), y nunca en la superficie ya que sino, luego de la horneada obtenemos el mismo polvillo pero sin fundir debido a su alta refractariedad.

### Bórax

Es un fundente para vidrio no plúmbico, una sal cristalina para hacer ciertos tipos de vidrios. El vidrio *Pyrex* resistente al choque térmico y desarrollado por *Corning Glass* esta hecho con bórax. Usado en superficie a modo de esmalte no siempre resulta compatible con el vidrio, por lo que aconsejo utilizarlo entre dos vidrios.

### Capa tin

Durante el proceso de fabricación del vidrio float, la superficie del vidrio que entra en contacto con el estaño sufre modificaciones físico-químicas permanentes y se contamina con una capa invisible del mismo.

### Cerámica

Denominamos así a la arcilla horneada. Las distintas categorías son: loza (faïence) (800°C), cerámica (1080°C), grès (1280°C) y porcelana (1350°C). Nótese que a medida que va subiendo la temperatura, aumenta la calidad del material. Se clasifica según los diferentes grados de temperatura de horneada. El molde utilizado para vidrio es de cerámica, en lo posible refractaria para que presente mayor durabilidad frente a los choques de temperatura.

# VIII

### **Coeficiente de expansión (COE)**

Porcentaje de la expansión de un vidrio al calentarse a 1°C por hora.

### **Compatibilidad**

Se dice que dos o más vidrios son compatibles cuando no presentan ninguna tensión al ser expuestos al filtro polarizador. Son compatibles los vidrios de una misma placa, así como aquellos que lo son de origen (*Bullseye*). Cuando tenemos la posibilidad de trabajar con diferentes vidrios es aconsejable hacer muestras previas y así evitar llevarnos una desagradable sorpresa. Para hacer una muestra cortamos una tira del mismo vidrio que pensamos utilizar en el proyecto, de aproximadamente 4cm de ancho y tan largo como pedacitos de otros vidrios tengamos. Estos, se colocan a espacios de 2cm uno de otro e identificados con liquid paper para su futura evaluación. Luego de horneada esta muestra, se evalúa a través del filtro polarizador si todos los vidrios que colocamos son compatibles con el vidrio de base.

### **Crisol**

Horno apropiado para fundir vidrio a temperatura alta para lograr la perfecta licuación del mismo. Es utilizado para el soplado del vidrio o para hacer coladas en relieves o casting.

### **Choque térmico (Thermal shock)**

Hay dos tipos de choque térmico con los cuales se corre peligro de rotura. El primero sucede cuando la pieza es calentada rápidamente y el segundo cuando se abre el horno antes de los 600°C.

El único choque térmico que nos resulta de utilidad es el que producimos cuando la horneada alcanzó la temperatura proyectada, nos conforma lo que vemos y abrimos ex-profeso la puerta del horno para detener el flujo de calor y paralizar las formas. Luego, procedemos inmediatamente a su cierre.

Al abrir la puerta a altas temperaturas no se producen roturas porque la masa de calor que sale del horno contrarresta la temperatura ambiente. Si abrimos la puerta a menos de 580°C, la entrada del aire más frío del ambiente provocaría roturas. El choque térmico es también aconsejable para evitar la desvitrificación

### **Desmoldante (kiln wash, shelf primer)**

Preparado de productos antiadherentes que se aplica en los refractarios para que el vidrio que se va a fusionar no se pegue a la placa.

La fórmula básica para preparar nuestro propio desmoldante es caolín + alúmina hidratada en partes iguales. Mezclar ambos ingredientes en seco y agregar agua hasta que obtener la consistencia deseada. Resulta óptimo disponer de una licuadora para estos fines ya que se consigue una mezcla muy homogénea. Guardar la mezcla en un frasco de vidrio bien cerrado y agitar sólo antes de utilizarla.

### **Desvitrificación**

Cristalización en la superficie del vidrio producida por su exposición a mayores temperaturas que las que puede soportar. La capa tin tiene mayores posibilidades de sufrir una desvitrificación. Para la mayoría de los vidrios ésta comienza cerca de los 760°C.

## Fibra cerámica

Material aislante refractario. Por su contenido tan alto en alúmina es utilizado a modo de desmoldante y también para la confección de moldes con la ayuda de un rigidizador para que el mismo perdure. Para el vidrio artístico se utiliza a partir de los 3mm (fibra común flexible que se corta con tijera) y hasta 1" (24mm) (fibra rígida que se corta con cutter). Es altamente tóxica y cancerígena.

## Filtro Polarizador

Celuloide polarizado mediante el cual se observa si un vidrio contiene stress.

## Fritas

Vidrio molido. Dependiendo de la malla se utiliza tanto para casting como para pâte de verre o con fines decorativos. Para preparar nuestras propias fritas, se cortan vidrios de 10cm x 10cm x 2mm de espesor y se esmalta cada uno de ellos. Como deben ser retirados del horno cerca de los 700°C, es aconsejable colocarlos en la parte del horno que nos resulte más cómoda para estos fines. Preparar tantos baldes con agua fría como colores vayamos a utilizar, de modo que una vez alcanzada dicha temperatura, podamos arrojar fácilmente cada vidrio caliente al balde correspondiente. Los vidrios estallan al contacto con el agua fría y quedan reducidos a pequeñas partículas, las que llamamos fritas. Las fritas combinables entre sí son aquellas que pertenecen a una misma placa de vidrio.

Hay en plaza fritas importadas compatibles con float.

## Fundente o flux (Spray A)

El fundente es lo que hace que cualquier colorante se transforme en esmalte. Sólo tenemos acceso al flux plúmbico. Está prohibido usarlo en superficie para vajilla, pero sí entre dos vidrios o en su base. Consideremos que está compuesto por plomo el cual es venenoso.

## Junquillo

Apoyo circular en la base externa de los platos.

## Látex

Savia lechosa producida por los árboles de caucho.

## Lustres

Capas metálicas muy delgadas que se aplican sobre el vidrio produciendo iridiscencias.

## Mantenimiento (soak)

Período en el cual el vidrio es sostenido durante el calentamiento. El mantenimiento a 700°C durante 20' a 40' se hace con el fin de conseguir que toda la masa del vidrio tenga la misma temperatura (superficial + interior). De esta forma la subida hacia la temperatura más alta se hace más rápido, con el fin de evitar la desvitrificación. Es posible que también tenga que ser sostenida la temperatura más arriba para que:

- los bordes queden más redondeados (780°C – 3' a 7')
- los vidrios se sumerjan y el esmalte se expanda y se integre más (800°C – 3 a 7')
- los relieves calquen fielmente al molde (800°C – 35' a 45')

- el casting se unifique y repose en el molde. (800°C- 60' a 120')

### **Maduración. Estabilización (Annealing)**

Es el tiempo en el cual la cadena molecular del vidrio vuelve a estabilizarse. Esto sucede entre los 560°C y los 580°C para el vidrio float. La duración de este proceso depende de la masa vítrea con que contemos y de su espesor. Si el volumen de la pieza fuera además de grande, horizontal, sería conveniente agregar más tiempo.

### **Mica**

Pertenece al grupo de los silicatos. Colocada entre dos vidrios produce un efecto de brillo dorado. Es aconsejable calcinarla primero para quemar las sustancias orgánicas y así evitar burbujas indeseadas.

Una vez calcinada, molerla en un mortero para posteriormente agregarla a un esmalte o simplemente espolvorearla entre dos vidrios. Cuidarse muy bien de no frotarse los ojos al utilizarla, ya que sus partículas son mínimas y pueden resultar peligrosas.

### **Millefiore**

Pequeños tubitos de vidrio de colores que son horneados y luego cortados en rodajas para luego volver a hornearlas y usarlas en guardas. Muy utilizado por *Tiffany* y cristalería veneciana, *Murano*. No es compatible con vidrio *Bullseye* ni float.

### **Natron**

Carbonato de sodio, utilizado en la fabricación de los primeros vidrios que se conocieron.

### **Opalina (Opaline glass)**

En sus comienzos era un vidrio blanco translúcido. Luego se amplió la gama de colores. La fabricación de la opalina es adjudicada a *Baccarat*.

### **Pâte de verre (Pasta de vidrio)**

La primera exposición en público de pâte de verre data de 1914 en París, Francia. El creador de esta técnica fue Argy-Rousseau. Es la calidad de vidrio más exquisita que se conoce a la fecha.

Consiste en vidrio molido muy fino que se combina a veces con óxidos metálicos o pigmentos para darle color. Para consolidar esta mezcla se utiliza goma arábiga. Requiere de un tipo de horneada específica.

Los objetos realizados en pâte de verre son muy finos y podemos apreciar el paso de la luz a través de ellos con sólo exponerlos a la misma.

### **Pirómetro**

Aparato que indica cual es la temperatura interna del horno.

### **Programador (Controler)**

Mini-computadora mediante la cual se pueden programar las diferentes horneadas, correspondientes a todas las técnicas de termofusión. Está conectada al pirómetro. Es un aliado muy importante ya que nos permite desligarnos de la atención que requiere cada uno de los segmentos del programa.

### **Programas de horneadas (Charts)**

A cada técnica le corresponde un programa diferente de horneada, como así también a cada vidrio en particular. Antes de

encender el horno se plantea el mejor programa para ese vidrio y técnica específicos para cada uno de los segmentos que componen el programa. Cada programador tiene muchos programas con diferentes cantidades de segmentos cada uno.

Al programar, le indicamos a cada segmento en cuánto tiempo y a qué temperatura queremos que llegue y cuánto necesitamos que permanezca en ella.

### **Punto de tensión (Strain-point)**

Luego de la maduración el vidrio empieza a enfriarse. El punto de tensión es justamente el más bajo dentro de este segmento (450°C). Si no hubiera sido suficiente el tiempo de mantenimiento a 580°C, pasado este punto se genera un stress permanente.

### **Refractarios**

Son utilizados para aislar del exterior las paredes del horno. En el interior del horno se los utiliza a modo de placas para apoyar las obras o como columnas para sostener los pisos. Son una fuente de calor que hace que la horneada sea más lenta ya que sostiene por más tiempo la temperatura.

### **Resistencias**

Son espirales de alambre kantal que transmiten el calor dentro del horno. El fabricante determina cuál es la cantidad y la distancia entre cada fila de acuerdo a las características y tamaño del horno a fabricar.

### **Satinado (Etching)**

Se utiliza el ácido fluorhídrico con muchísima precaución ya que éste tiene la capacidad de corroer la superficie del vidrio. Cuanto más tiempo permanezca en la superficie, más profundo va a penetrar.

Este procedimiento es muy utilizado en los camafeos donde se trabaja por inmersión con varias capas de distintos colores de vidrios y enmascarando las diferentes partes que se quieran proteger.

Actualmente hay en plaza una crema satinadora que se aplica por unos minutos y su efecto es justamente, el de satinar la parte expuesta, sin ser tan agresiva como el ácido.

Protegerse adecuadamente, ya que es extremadamente nocivo para la piel y el sistema respiratorio. Preparar en ambiente ventilado.

### **Sobre cubierta- S/C**

Esmaltes que se aplican en la superficie del vidrio. Son los que están conformados por un alto porcentaje de flux más colorantes y opacificantes o texturizantes.

Pueden utilizarse también entre dos vidrios.

### **Stress**

Cuando las moléculas **no** se agrupan en sus propios racimos, se genera esa cicatriz interna que denominamos "stress". Ocurre ya sea porque ambos vidrios son de diferente COE o porque la maduración fue insuficiente.

### **Stressómetro**

Se puede construir fácilmente el propio con 10cm x 40cm de celuloide polarizador, una mesa pequeña y una luz. Armada la mesa con un vidrio o acrílico de tapa, se coloca la luz por debajo. Se corta el celuloide por la mitad y se apoya sobre la mesa una de las partes, luego se coloca la pieza a testear y sobre ella la otra parte de celuloide sosteniéndola con la mano en forma perpendicular a la que colocáramos abajo.

Los que están disponibles a la venta se llaman polariscopios.

### **Termocupla**

Sensor cuya punta se coloca en el interior del horno. Traslada la temperatura interior del horno al pirómetro.

### **Termo-fusión o Vitro-fusión**

Unión de dos o más vidrios a través del fuego,

Técnicas: tack-fusion, full-fusion

### **Termo-moldeado**

Cuando necesitamos darle forma al vidrio, podemos utilizar diferentes moldes según el tipo de trabajo que hayamos proyectado: cóncavos, convexos, para caída libre, pâte de verre, para relieve y para casting.

### **Venturina (aventurine)**

Vidrio en el cual están suspendidas partículas de metales simulando cuarzo de venturina. El vidrio marrón de venturina, tiene partículas de cobre y el verde, partículas de cromo.

## RESPUESTAS A PREGUNTAS FRECUENTES (FAQ)

Junio de 2002 – Febrero de 2004



1. **¿Hasta qué tamaño de lámina de cobre se puede poner entre vidrios? Hice una hoja repujada de unos 7 x 3,5 cm (no plana) ¿piensas que se puede poner entre vidrios, en el horno?**
  - Se puede poner siempre y cuando se tenga cuidado en el termo-moldeado con el espesor de la misma. Cuanto más fraccionada esté, mejor (por supuesto, conformando la idea general).
  
- 2 **¿Casting, si primero pintamos planchas de vidrio y las horneamos, tomarán color?**
  - Si, van a tomar color. Hay que tener en cuenta que toda vez que se coloque flux, a través de un esmalte en los vidrios éste va a adherirse al yeso durante el horneado para casting. Es conveniente pintar en estos casos, con pigmentos u óxidos. No es imprescindible hornearlos antes.
  
- 3 **¿Pueden utilizarse estos trozos para ponerlos en el molde de casting?**
  - Si, siempre que sean de la misma placa.
  
- 4 **¿Hay limitación por el tamaño de los vidrios a utilizarse en el molde de casting?. Pregunto específicamente por el mayor tamaño...y para mejorar la cristalinidad.**
  - No hay limitación. Hay que pensar que cada hueco entre vidrio y vidrio tiene aire y cuanto más pedazos tengamos y menos compactos estén, más espacio en la boca de colada vamos a necesitar.
  - Cuanto más grandes sean los pedazos de vidrio, más translúcido y posiblemente cristalino va a ser el casting. Para espacios angostos se va a necesitar vidrio más molido, mientras que para espacios más amplios podremos usar pedazos más grandes.
  - Un casting puramente cristalino se obtiene por vertido a través de una maceta. Al caer el vidrio líquido lo hace casi sin burbujas y cubre todos los huecos del molde. Posteriormente puliendo la pieza se obtiene una superficie transparente que permite ver el interior cristalino del vidrio.
  
- 5 **¿Después de haber horneado mal un vidrio para casting, quizás por mala maduración, ese vidrio sufre roturas.... ¿Es posible volverlo a hornear a 860°C, para que se una nuevamente?**
  - Todo vidrio que sufre roturas por mala maduración es posible repararlo en otra horneada posterior, no así si los vidrios utilizados son incompatibles. En casting nunca tenemos seguridad: un caso puede ser que faltara rellenar con vidrio porque el mismo haya resultado insuficiente por haber estado mal medido. En regla general, por experiencia, en lo que se refiere al casting es aconsejable que tenga sólo una horneada.
  
- 6 **¿El vidrio Star-fire, al fusionar 2 placas queda realmente blanco o toma alguna tonalidad?**
  - El vidrio *Star-fire* al fusionarse es ultra-transparente, pero no blanco.
  
- 7 **¿Qué diferencia hay entre pasta de vidrio y casting?**
  - La traducción de casting es moldeando. O sea que todo lo que se haga dentro de un molde podríamos llamarlo casting. En este proceso se puede colocar el vidrio en pedazos, o bien dentro de una maceta o vertedor dentro de un horno para que caiga derretido dentro de un molde o sino, acercando cucharadas de vidrio derretido en un crisol a una cuna de arena con una impronta.

- La verdadera pâte de verre (pasta de vidrio) es un proceso donde con un pincel se pinta con pequeñas partículas de vidrio en polvo, ligadas a través de goma arábiga, sobre la superficie de un molde de yeso. Cada capa se deja secar y es un proceso que puede llevar varias semanas hasta alcanzar el espesor de vidrio necesario para darle solidez a la obra (4mm). Podemos hacer diferentes colores por separado como así también diferentes capas para que se generen transparencias y simulen un mármol o un jade

**8 ¿Hay alguna relación entre la altura que tiene la manta o el cover en un relieve y el grosor que tiene que tener el vidrio??**

- No conozco una relación fija, uso mi sentido común en este punto. Siempre utilizo vidrios de espesores gruesos 6mm., 10mm. para que si el relieve fuera alto, el vidrio tenga posibilidad de estirarse apropiadamente y sin que se debilite demasiado la cara que quede vertical. No hay que olvidarse que en los relieves se alcanzan temperaturas altas. El secreto del calcado está en el tiempo de mantenimiento del vidrio. De esta forma si el vidrio no fuera suficientemente grueso, podría afinarse demasiado en la vertical.

**9 ¿Si hago un modelado en un recipiente cóncavo, pero quiero que tenga esmalte en la cara exterior, puedo aplicárselo después?? y con qué temperatura para que no se deforme el vidrio pero que el esmalte se adhiera y forme el color??**

- Si el termo-moldeado se hace en un recipiente cóncavo, sólo después se puede pintar con esmaltes de vidrio de baja temperatura 500°, ya que éstos no se deforman (así es como se pintan las copas o cualquier vajilla de vidrio).
- También es posible hacer un termo-moldeado en un molde convexo de yeso-cuarzo o fibra, y pintar en la superficie. En este caso, se pierde un poco el brillo de la parte cóncava del recipiente.

**10 ¿En qué piezas o en qué casos es conveniente utilizar el programa de recocido, y porqué?**

- El programa de recocido, estabilización o maduración (annealing) es necesario utilizarlo siempre que se exponga la pieza a un calentamiento. Es el tiempo que la misma necesita para consolidar nuevamente su estructura molecular y así evitar el stress inherente a la falta de estabilización. Es conveniente utilizarlo en todas las piezas de dimensiones que así lo requieran. Cuando las piezas son de tamaños y espesores pequeños, (muestras, bijoux) el tiempo de enfriamiento natural del horno hace la correspondiente estabilización del vidrio.

**11 ¿En los casos en que se da un shock (choque) térmico hay que hacer programa de recocido?**

- Siempre hay que hacer estabilización a las temperaturas determinadas para la calidad particular de ese vidrio. El choque térmico es utilizado a fines de evitar desvitrificaciones y paralizar la temperatura de los proyectos que se estén trabajando dentro del horno.

**12 ¿Una superficie de un plato desvitrificada ¿se puede volver a poner en el horno para que vitrifique y quede brillante la superficie?**

- Se aplica flux/fundente y se expone nuevamente a una horneada. De esa forma vuelve a adquirir brillo, es un brillo especial, no de la misma calidad que si no hubiera sucedido una desvitrificación previa.

**13 ¿Un plato con burbujones ¿ se puede volver a poner en el horno y cuando se ablandan las burbujas pincharlas?**

- En este caso, es conveniente antes de volver a hornear la pieza con burbujas hacer un pequeño agujero con un torno para que expulse el aire cuando se fusione nuevamente.

**14 ¿Qué es y para qué se usa la alúmina en polvo?**

- La alúmina es utilizada como un separador. Pintada en la superficie facilita la separación del vidrio.
- También es un agente refractario ya que mezclada con yeso le otorga más plasticidad al molde expuesto a altas temperaturas.

**15 Si quiero hacer un molde de yeso de un modelo rígido en 3 dimensiones, cómo separo los taseles?**

- Para hacer un molde de yeso tomado de un modelo rígido es aconsejable hacer una matriz de látex o caucho para posteriormente hacer el molde de yeso.

**16 ¿Puedo armar varios casting de 2 dimensiones (chicos) y sobre ellos apoyar una placa del mismo vidrio y cocinar todo. El vidrio entero que va sobre el casting, qué limitación tiene en cuanto a tamaño y grosor?**

- Este proyecto no es posible según mi experiencia, es más, no se me ocurriría hacerlo!

**17 ¿Hay algún ingrediente para añadir al hacer un molde de yeso y cuarzo que permita usar el molde más de una horneada? Hay otros tipos de moldes que se pueden usar?(en alguna ocasión habías mencionado arena y yeso, que eran muy pesados, pero no sé si salen bien los modelos y si se pueden usar más de una vez)? (esto referido a moldes con 2 dimensiones)**

- Se le puede añadir fibra molida en pequeñas proporciones para hacerlo más maleable. Esto no quita que si tiene superficies donde el vidrio se enganche, al retirar el mismo desprenda partes del yeso. Se hace justamente a estos efectos, para que quien dirija este proceso sea el vidrio a costa de que el molde se deba descartar luego de horneado. Al yeso se le agrega cuarzo -que no fragua-, para que ayude a que se desintegre mejor el yeso y no oponga resistencia en el momento de su enfriamiento y consecuente contracción.
- Lo aconsejable en estos casos, es hacer una matriz de latex o caucho.

**18 ¿En los casting con maceta, se pueden usar vidrios de botellas de varios colores??**

- En este proceso el vidrio se derrite antes de caer en el molde logrando por consiguiente hacerse compatible en esta instancia. Si los pedazos de vidrio fueran muy grandes, supongo que conservarían el espacio dentro del molde y si no fueran compatibles trabajarían por su cuenta después. Creo que en estos casos al utilizar vidrios diferentes es mejor que sean bien molidos y bien mezclados a fin de tener una homogeneidad perfecta en el derretido.

**19 ¿Para qué se mantiene el horno a 580°C y a otras temperaturas?**

- A las temperaturas anteriores a la estabilización (580°C) es para que se unifique la temperatura, a 580°C es para que las moléculas alcancen a establecerse en su patrón original. El tiempo dependerá del espesor del vidrio.

**20 ¿En todos los casos se mantiene el horno a 700°C x 20'? ¿Para qué?**

- No se mantiene a 700°C en todos los casos, sólo cuando el vidrio alcanza temperaturas superiores a 740°C/760°C y es a fines de que la masa de vidrio se consolide a la misma temperatura, lo que permite que así suba más rápido a 800°C/820°C para poder también evitar la desvitrificación.

**21 ¿El enfriamiento (del horno) es tan rápido (según las curvas)?**

- Es más rápido en los hornos específicos de vidrio. En los de cerámica es mucho más lento.

- 22 ¿Por qué en casting no se realiza choque térmico?**
- Para evitar que el molde de yeso sufra más cuarteaduras y se derrame el vidrio que está en estado semilíquido en su interior.
  - Si hiciéramos choque térmico, sólo la superficie del vidrio del casting se “enfriaría” quedando el resto expuesto a roturas.
- 23 “Hice una caída al vacío, me salió bien, pero en uno de los trabajos el esmalte era muy clarito y ni se notaba cuando lo saqué”. Puedo volver a esmaltar y hornearlo nuevamente?**
- Se puede volver a esmaltar pero colocándolo en el mismo vaso para que no se deforme y llegar hasta unos 10° menos que la horneada anterior.
- 24 “Noté que los cantos quedaron un poco filosos”. Aumento la temperatura en aproximadamente 10°C?**
- Si los cantos quedaron filosos es aconsejable entonces llevarlo a más temperatura. En las caídas libres se pulen los cantos antes de hornearlos para evitar este inconveniente.
- 25 “Y lo mismo me pasó con fusión a 800° se notan los dos vidrios, como que no alcanzan a unirse”.**
- Puede ser que el horno no marque correctamente los 800°, en ese caso, controlarlo con un cono. Hay 2 alternativas: subir a 820° 5' ó hacer un mantenimiento a 800° más prolongado.
- 26 “Hice un trabajo de fusión y moldeado a la vez, porque era una pequeña fuente pero se hizo en la pieza una sola burbuja grande, solamente alcanzó a formar el borde de la fuente, tiene solución o no me sirve más.”**
- La burbuja se produce por lo general porque el molde que sostiene el vidrio no tiene ventilaciones por dónde sacar el aire cuando el vidrio empieza a desplazarse hacia el fondo.
- Es aconsejable también que el molde no apoye directamente sobre la placa y que esté suspendido sobre pedacitos mínimos de arcilla en su base.
- 27 “Si quiero hacer una perforación a un botellón para colocar en ella una canilla, con qué puedo hacerla (con el mínimo riesgo para el botellón)?**
- Hay que rodear la marca con una cuna de plastilina, colocar en el interior aceite y luego comenzar a perforar con un torno con mecha de diamante. Primero comenzás con la mecha más fina y luego se va cambiando hasta llegar a la medida del agujero previsto.
- 28 “Tengo una hermosa fuente de plástico que me encantaría replicar en vidrio. Tiene la parte superior lisa y la parte inferior toda trabajada. Además de hacer un molde de caucho, hay algún otro método más sencillo, excluyendo el de arena y cuarzo para poder hacerla? Pensé en arcilla o sea hacerla en cerámica, pero quedaría exactamente al revés”.**
- La forma más practica es hacerle una matriz de látex. Es más económica que el caucho. En cerámica es imposible transferir la textura entera de la fuente ya que se pegaría y se haría más difícil retirarla.
- 29 “En general uso alambre Candal o Nitron, pero el mismo reacciona ante los esmaltes tipo 36 (verde fantasía y también con el ámbar oscuro), es decir, hay rechazo entre algunos metales y algunos óxidos, alguien hizo alguna investigación o llegó a alguna conclusión al respecto?**
- Algunos alambres reaccionan con los esmaltes porque se le está agregando más metal a una fórmula. Por el momento nadie ha propuesto ninguna investigación sobre el tema.

- 30 **“Voy a hornear impronta en horno de cerámica; cuántas piezas es conveniente para una vez?”**
- Las que te entren en el horno con la debida cantidad de ventilación entre las alturas, entendiéndose que tu horno es de cerámica.
- 31 **“Para que quede una pieza potente cual es el mejor grosor del vidrio?”**
- Es recomendable no utilizar menos de 6mm.
- 32 **“Al usar un molde de cerámica para impronta, si sólo quiero darle textura a los bordes es necesario echarle arena al fondo del molde?”**
- Sí, es necesaria una fina capa de arena ya que el relieve se mantiene a alta temperatura y el desmoldante de base puede no ser suficiente.
- 33 **“Qué tipo de moldes son los más acertados, para que la pieza no se deforme, creo que lo mejor serán moldes mas bien extendidos. Qué pasa si uso moldes con profundidad?”**
- Si fueran para termo-moldeado es mejor usar moldes abiertos, si fueran para improntas deberían ser sólo un poquito más profundos.
- 34 **“El fin de semana traté de hacerle el calco con alginato a mis mascotas. A uno de los gatos intentamos tomarle la impresión de la patita, poniendo alginato en una bandeja de telgopor, si bien se quedó hasta que fraguó no calcó bien, será porque no le pusimos vaselina? Con la otra gata no se pudo porque no tuvo paciencia y hundió la pata, ni te cuento con el perro, fue imposible. Te parece que reintente con el primero que es más dócil, poniéndole vaselina previamente?”**
- Es difícil esta tarea de hacer el calco de un animalito. Imagino que si re-intentás con él estando dormido sería más fácil. De esta forma prepararás más tranquila el alginato y luego se lo colocás tratando de hacer el menor ruido posible. Seguramente va a sentir el frío del alginato, pero eso ya no lo podemos evitar. Por otro lado habría que ponerle una buena capa de vaselina en los surcos de los dedos y en los pelos para evitarles el pegote posterior.
- 35 **“Tengo mica calcinada, pero cómo la muelo o pulverizo?”**
- En una batidora con agua, luego la colocás sobre diarios para que absorban el agua y se seque sola. Conviene hacer ésto antes de calcinarla.
- 36 **“Conseguí la malla para pegar los revestimientos. Me dicen que es fibra de vidrio, es tóxica como la manta? Cómo tengo que protegerme? Se puede hornear?”**
- La malla de vidrio es también vidrio. Es tan tóxica y peligrosa por el polvillo de vidrio y hay que tener muchísimo cuidado y no tocarse la cara, menos aún los ojos ya que está hecha con pequeñas rayitas de vidrio que fácilmente se pueden meter en los ojos. Tener mucho cuidado de no inhalar ese polvillo.
- 37 **“Cuando bajo los platos a termo-moldeado se me rompen siempre, en el medio, en la bajada de la temperatura. Tengo moldes de arcilla refractaria de 38 cm de diámetro. Debo suponer que está mal hecha la maduración? Yo hago maduración de 90' en 580° - 450° - 350°. Debo hacer más o menos tiempo de maduración?”**
- Un termo-moldeado necesita de un molde seco, en este caso de cerámica refractaria y protegido con desmoldante.  
A su vez en la base debe tener 3 pequeños orificios por los que permita salir el aire que condensa el extremo calor en el momento en que las placas empiezan a bajar y desplazar el

aire. Cuando es colocado en el horno se lo hace sobre pedacitos de arcilla, yeso o pequeños refractarios, de modo que ese aire pueda desplazarse por abajo y así el molde esté despegado de la placa. El resto es control de programación. Como la cerámica es un elemento que condensa muchísimo calor, la programación para ese particular tamaño de plato debe ser muy lenta,

|        |       |     |
|--------|-------|-----|
| 2°C/m  | 580°C | 10' |
| 5°C/m  | 700°C | 20' |
| 10°C/m | 760°C | 0'  |

La maduración es la correcta.

Yo particularmente creo que si la placa está dentro del molde y no sobresale, bajo estas condiciones no deberías tener ningún problema.

**38 "Hice un molde en yeso/cuarzo para un casting. En el horno, a los 250°C más o menos, empezó a largar como un humo/vapor terrible, por lo tanto abrí el horno para ver que pasaba. Resulta que, en el piso del horno, alrededor del molde, quedó una aureola negra, como quemado, inclusive las paredes del horno se ensuciaron con este "humo". Mi pregunta es por qué pasó ésto, si el molde ya estaba seco, hecho desde hace más de un mes, además de ser pequeño, ya que estaba haciendo una prueba"**

- Si sucedió éso con el yeso y el horno se puso negro, seguramente se debe a que el modelo de ese molde era de cera y quedaron residuos. La cera se quema en el horno y deja todo negro porque el yeso siempre absorbe una capa delgada de la misma. Esa mancha negra llevada a mayor temperatura desaparece, lo que va a quedar es el humo en tus paredes.

# CURRICULUM VITAE

## *Estudios, Seminarios & Becas*

- 1960 Pintura, Juan Battle Planas. Bs. Aires, Argentina.
- 1978 Escultura y Cerámica, Leo Tavella y Sergio Bravo. Bs. Aires, Argentina.
- 1981 Dibujo, Aurelio Macchi. Bs. Aires, Argentina.
- 1990 Dibujo, Juan Carlos Distefano. Bs. Aires, Argentina.
- 1992 "Cerámica de Alta Temperatura, Grès y Porcelana". XXI Experiencia de Tecnología y Escuela Libre. Seminario de Sargadelos. Cervo. Lugo, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1996 Vidrio de fusión Termo moldeado, Judith LaScola. Pilchuck Glass School. Seattle, Washington, USA.
- 1997 Diseño de Joyas. Roberto Pulvirenti. Bs. As. Argentina.  
Pâte de Vèrre. Newy Fagan. Portland, Oregon, USA.  
Técnicas avanzadas en vidrio dicroico. Shirley Webster. Portland, Oregon, USA  
Vidrio Dicroico, técnicas de alta joyería. Shirley Webster. Portland, Oregon, USA.  
Técnicas avanzadas en vidrio termo moldeado. Phil Teeny. Portland, Oregon, USA.  
El vidrio, los esmaltes y la luz. Peter McGrain. Portland, Oregon, USA.  
Diseño de Joyas. Alfredo Garavaglia. Bs. As. Argentina.

## *Principales Exposiciones*

- 1984 Homenaje Artistas Escultores al Día Internacional de la Paz. Centro Cultural Recoleta. Bs. As, Argentina.  
Salón de los Premiadados "28 Años de Cerámica Argentina". Museo Sivori. Bs. As, Argentina.
- 1987 LXIV Salón Anual de Santa Fe. Museo Rosa Galisteo. Santa Fe, Argentina.
- 1989 Esculturas, Cerámicas. La Casa de Manuel Mujica Lainez. Córdoba, Argentina.  
Invitada de Honor. XXXII Salón Anual del Centro Argentino de Arte Cerámico. Palacio Udaondo. Bs. As, Argentina.  
Trienal Internacional. Exposición Mundial de Pequeño Formato. Zagreb, Yugoslavia.  
Invitada. III Bienal Internacional de Cerámica Contemporánea. Grottaglie, Italia. Auspiciada por el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Cancillería Argentina.  
Invitada. Reseña Internacional. Galleria D'Arte Diagramma Studioeffe. Grottaglie, Italia. Auspiciada por el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Cancillería Argentina.
- 1992 XIII Bienal Internacional de Cerámica Artística. Castillo Museo de Vallauris. Golfo Juan, Cannes, Francia.  
Invitada. III Selección Internacional de Cerámica '92. Mino, Japón.
- 1993 III Bienal Internacional de Cerámica Artística AVEIRO '93. Aveiro, Portugal.  
Seleccionada para Participar "Premio Invitación Becas Miró". Fundación Joseph Llorens Artigas. Barcelona, España. Conmemoración Centenario 1893-1993 Nacimiento Joan Miró. Salas Nacionales de Cultura. Palais de Glace. Bs. As, Argentina.
- 1994 Seleccionada por Taipei Fine Arts Museum para participar en la "Exhibición Internacional de Cerámica - TIEC'94" - CETRA. Exhibition Hall, Taipei, Taiwan, República de China.  
"Colores y Formas Estivales". Sociedad de Arte de Rambouillet. París, Francia.  
XIII Salón de Artes Plásticas de Marne la Vallée. "Cuerpos y Almas". Espacio Michel Simon. Hall Jean Marais. Noisy le Grand. París, Francia.  
"Grand Prix 1994". Salón Nacional de Arte de Rambouillet. Hall Paternôte. París, Francia.  
"Salón des Independents". Espace-Branly Eiffel. París, Francia.

- 1995 "ARTE B.A. '95". Centro Cultural Ciudad de Buenos Aires. Bs. As, Argentina.
- 1996 Galeria Latino-Americana. Porte de Champerret. París, Francia.
- 1997 "ARTE B.A. '97". Centro Cultural Ciudad de Buenos Aires. Bs.As. Argentina.  
Exposición de Diseñadores de Joyas. Centro Cultural Borges. Bs. As. Argentina  
Galeria Dionis Bennassar. Palma de Mallorca, España.  
Sisley Gallery. Nueva York, EE.UU.
- 1998 Galleri GLASsett. Estocolmo, Suecia.  
Crystal Gallery. Exposición Permanente. Boca Ratón, Florida, EE.UU.  
"Retrospectiva 40 años Grandes Premios de Honor C.A.A.C." Centro Argentino de Arte Cerámico.  
Museo Sivori. Bs. As., Argentina.  
"Objetos de Artistas". Centro Cultural Recoleta. Bs.As. Argentina.  
Seleccionada para participar en S.O.F.A.'2001. New York. EE.UU.
- 2002 "Del Rio de la Plata al Yang Tze". Museo de Arte de Shanghai. Shanghai. República de China.  
Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina, Cancillería Argentina.
- 2003 L'Éclat du Vèrre. Louvre des Antiquaires. París, Francia.  
Arte Vetro Gallery. Tel Aviv, Israel.
- 2004 Instalación "El Quinto Espacio". TRANSAbasto. Festival Verano Porteño. Futura Ciudad Cultural KONEX. Bs. As., Argentina.
- 2005 MW VxV. Centro Cultural Recoleta. Buenos Aires, Argentina.

### ***Exposiciones Individuales***

- 1990 Artistas Argentinos en Punta de Este. Museo de Arte Americano de Maldonado. Punta del Este, Uruguay.
- 1991 Museo de Arte Americano de Maldonado. Punta del Este, Uruguay.
- 1994 UNESCO, Delegación Permanente de la Argentina. París, Francia. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.  
Sociedad de Arte de Rambouillet. Palais du Roi de Rome. París, Francia.  
Galeria de Sargadelos. Madrid, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.  
Universidad de Bretagne Occidental. Facultad de Letras "Victor Segalen". Sala de Tesis. Brest, Francia. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1995 Universidad de Granada, Facultad de Bellas Artes. "Sala Corrala de Santiago". Granada, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.  
Universitat Jaume I, Facultad de Humanidades. Galeria Octubre del Campus de Borriol. Castellón, Valencia, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.  
Fundación Bancaixa. Casa Abadía. Castellón, Valencia, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1996 Galeria "El Patio del Cambalache". Punta del Este. Uruguay.  
Galeria "Banca March". Palma de Mallorca. España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina, Cancillería Argentina y Aerolíneas Argentinas.

- 1997 Galerie Epona. París, Francia. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina, Cancillería Argentina y Aerolíneas Argentinas.
- 1999 Galerie Art Present. París, Francia.
- 2005 MW VxV. Centro Cultural Recoleta. Buenos Aires, Argentina.

### ***Seminarios & Conferencias***

- 1992 Seminario "Cuerpos Cerámicas en Pastas Coloreadas Horneados a 1050°C". Universidad Hebrea de Jerusalén. Bezalel, Academia de Arte y Diseño. Departamento de Cerámica. Jerusalén, Israel. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- Conferencia, Audiovisual y Video "Nuevas Propuestas en la Cerámica Argentina Universidad de Tel-Aviv. Facultad de Artes. Tel-Aviv, Israel. Auspiciada por la Embajada de la República Argentina en el Estado de Israel, la Universidad de Tel-Aviv, y la Casa Argentina en Israel.
- Charla, Audiovisual y Video "Cuerpos Cerámicos en Pastas Coloreadas Horneados a 1050°C". Seminario de Sargadelos. Cervo. Lugo, España.
- Conferencia y Audiovisual "Nuevas Propuestas en la Cerámica Argentina". Casa Argentina en Italia. Roma, Italia. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- III ECERS. 3º Conferencia Europea de la Sociedad de Cerámica. Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid. Madrid, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1994 Conferencia, Audiovisual y Video "Cuerpos Cerámicos en Pastas Coloreadas Horneados a 1050°C". Escuelas de Artes Aplicadas e Oficios Artísticos de Galicia. España.
- Charla, Audiovisual y Video "Mabel Waisman, Pastas Coloreadas". Universidad Hebrea de Jerusalén. Bezalel, Academia de Arte y Diseño. Departamento de Cerámica. Jerusalén, Israel.
- Conferencia, Audiovisual y Video "Mabel Waisman, Su Trayectoria". Universidad de Bretagne Occidental. Facultad de Letras "Victor Segalen". Brest, Francia. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1995 Conferencia, Audiovisual y Video "Mabel Waisman, Su Trayectoria". Universidad de Granada, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura. Granada, España. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- 1996 Conferencia, Audiovisual y Video "Mabel Waisman, su obra". Invitada por el Centro Argentino de Arte Cerámico dentro del marco del XXXVIII Salón Anual Internacional de Arte Cerámico. Centro Cultural Recoleta. Bs. As, Argentina
- 1997 I Simposio Internacional de Cerámica. Bs.As, Argentina.
- 1998 Técnicas Avanzadas de vidrio termomoldeado. Escuela Provincial de Cerámica de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- 2000/2005 Vidrio de Termofusión. Niveles I - II y Avanzados. Ciclo de Cursos Extensión Universitaria. Dirección de Posgrado en Artes Visuales. Escuela Superior de Bellas Artes "Ernesto de la Corcova" Bs.As, Argentina.
- "Sense of Wonder" Congreso sobre Diseño de Joyas. Birmingham, Inglaterra.
- Charla y Audiovisual "Mabel Waisman, de la Cerámica al Vidrio". Universidad Hebrea de Jerusalén. Bezalel, Academia de Arte y Diseño. Departamento de Cerámica. Jerusalén, Israel. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.
- Charla y Audiovisual "Mabel Waisman, de la Cerámica al Vidrio". Universidad de Haifa. Departamento de Arte. Haifa, Israel. Auspiciada por la Dirección General de Asuntos Culturales del

Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Cancillería Argentina.

Charla y Audiovisual "Mabel Waisman, de la Cerámica al Vidrio". Negev College. Departamento de Arte. Ashdot, Israel.

Curso de capacitación docente sobre "Técnicas Avanzadas de Vitro-fusión". Escuela de Artes Aplicadas "Oficios del Fuego". Santiago, Chile.

Seminario Internacional de Vidrio I Escuela de Artes Aplicadas "Oficios del Fuego". Santiago, Chile.

## ***Premios***

- 1983 1º Premio - Sección Cacharros. XXIX Salón Anual del Centro Argentino de Arte Cerámico. Cámara Argentina de la Construcción. Bs. As, Argentina.
- 1988 2º Premio - Sección Escultura. XXX Salón Anual del Centro Argentino de Arte Cerámico. Cámara Argentina de la Construcción. Bs. As, Argentina.
- 1º Premio - Sección Escultura. V Salón Anual Universitario. Universidad de Belgrano. Departamento de Graduados. Bs. As, Argentina.
- Premio Único en Cerámica - Sección Escultura. VI Salón Anual de Artistas Plásticos de San Isidro. Municipalidad de San Isidro. Bs. As, Argentina.
- Mención de Honor - Sección Escultura. Salón de la Mujer. Asociación Latinoamericana de Artistas Plásticos. Galería de Arte Contemporáneo. Bs. As, Argentina.
- Gran Premio de Honor. XXXI Salón Anual del Centro Argentino de Arte Cerámico. Salón Malvinas Argentinas. Bs. As, Argentina.
- 1º Premio - Sección Escultura. I Salón Anual de Artes Plásticas. Vicente López. Bs. As, Argentina.
- 1º Premio - Sección Escultura. Salón Anual. Asociación Latinoamericana de Artistas Plásticos. Galería de Arte Contemporáneo. Bs. As, Argentina.
- 1990 Premio Punta del Este 1990 en Cerámica. Hotel San Rafael. Punta del Este, Uruguay.
- 1991 2º Premio - Sección Cacharros. X Salón Nacional de Arte Cerámico. Ministerio de Cultura de la Presidencia de la Nación. Salas de Exposición del Automóvil Club Argentino. Bs. As, Argentina.
- 1996 Premio Punta del Este 1996 "Mejor Muestra en Escultura". Punta del Este, Uruguay.
- 1999 1º Premio - III Salón Nacional del Vidrio en el Arte. Municipalidad de Berazategui. Bs. As, Argentina.
- 2000 Premio a la "Excelencia en el Tratamiento de los Materiales". Cámara Argentinas del Vidrio. I Salón Nacional de Vidrio Funcional. Mar del Plata, Argentina.

## ***Poseen sus Obras***

- Embajada de la República Argentina en Italia. Roma, Italia.
- Embajada de la República Argentina en el Estado de Israel. Tel Aviv, Israel.
- Bezalel, Academia de Arte y Diseño. Univ. Hebrea de Jerusalén. Jerusalén, Israel.
- Château Musée de Vallauris. Cannes, Francia.
- Asociación ORT Argentina. Bs. As, Argentina
- Museo de Arte Americano de Maldonado. Punta del Este, Uruguay.
- Varig. Departamento de Relaciones Internacionales. Bs. As, Argentina
- Museo de Sargadelos. Instituto Galego de Información. Galicia, España.
- Housing & Urban Development Corp. Tajimi Housing Site. Tajimi, Japón.
- Instituto de Diseño. Escuela de Cerámica de Avellaneda. Bs. As, Argentina
- UNESCO. Delegación Argentina. París, Francia.
- Taipei Fine Arts Museum, Taipei, Taiwan, República de China.

- Sociedad de Arte de Rambouillet. París, Francia.
- Varig. Departamento de Relaciones Internacionales. París, Francia.
- Universidad de Bretagne Occidental. Facultad de Letras. Brest, Francia.
- Museo Eretz Israel. Pabellón de Vidrio. Tel Aviv, Israel.
- Universidad de Granada. Facultad de Bellas Artes. Granada, España.
- Universidad Jaume I. Facultad de Humanidades. Castellón, Valencia, España.
- Fundación Bancaixa. Castellón, Valencia, España.
- Dirección de Cultura. Punta del Este, Uruguay.
- Banca March. Palma de Mallorca. España.
- Aerolíneas Argentinas. Bs. As, Argentina.
- SHOA. Museo del Holocausto. Bs. As, Argentina.
- Colecciones Particulares.



Se terminó de imprimir en Impresiones Dunken  
Ayacucho 357 (C1025AAG) Buenos Aires  
Telefax: 4954-7700 / 4954-7300  
E-mail: [info@dunken.com.ar](mailto:info@dunken.com.ar)  
[www.dunken.com.ar](http://www.dunken.com.ar)  
Agosto de 2009



## HABÍA UNA VEZ

En la década del noventa decidí dejar la cerámica para explorar e incursionar en un nuevo camino: el vidrio. Una colega me dio algunas pautas y con ellas y mis propios conocimientos me lancé al desafío. Así hice mi primera horneada de vidrio en mi horno de cerámica. En ella coloqué 8 placas y obtuve 8 maravillas. Creí entonces que hacer vidrio era algo sencillo y que con él podría hacer lo que quisiera a partir de tan excelente resultado.



Con entusiasmo me dediqué a colocar dentro del vidrio cualquier material que se me ocurriera, y así traté de avanzar creyendo extraer 'lo máximo'. Comenzaron las horneadas llenas de frustraciones, con roturas inexplicables, pero acordes con mi nivel de conocimientos de aquél entonces. Capa tin? Maduración? Stress?

Admiraba en ese momento, la obra de una persona que se dedica al vidrio en un país vecino y por intermedio de alguien en común, le envié mi Curriculum Vitae para que lo evalúe y me permita plantearle todos los problemas que me estaban sucediendo. Su respuesta fue negativa, no estaba dispuesta a compartir sus conocimientos conmigo.

Esta falta de generosidad, contraria a mi naturaleza, paradójicamente me alentó a buscar otros horizontes, algunos de los cuales se encontraban fuera de mi imaginación. A través de mi prima que vive en Seattle conseguí que Rob Vinnedge (un amigo suyo y fotógrafo de William Morris) me introduzca a Pilchuck Glass School, Seattle, EE.UU. Allí, no solo disfruté de las clases sino también del entorno donde estas se brindaban, y del alojamiento que me proveyeron en una cabaña en medio del bosque. Fueron tres semanas inolvidables que dejaron una huella muy profunda en mi corazón. Pasaba las noches leyendo mientras afuera, en el bosque oscuro se paseaban ardillas y osos. Me dormía a las 5 de la mañana tras consultar abundante material en inglés para luego desmenuzar los conceptos con mi profesora Judith LaScola a partir de las 9hs del día siguiente.

Fueron veinte días de un trabajo intenso, tanto de día como de noche, y de recorridas por galerías para apreciar la obra monumental de Dale Chihuly, William Morris, Lino Tagliapietra y muchos otros. Esos fueron los días que consolidaron definitivamente mi decisión de abocarme a esta profesión.

Los fines de semana viajábamos a Vancouver a visitar ateliers (talleres de artistas en vidrio) que me abrieron no sólo sus puertas sino también sus secretos como Carroll Hall en Portland (EE.UU) y Melanie Rowe y Brog Craig en Vancouver (Canadá). También la fortuna de ver trabajar a grandes artistas como William Morris y Judith La Scola (vidrio soplado y escultura con arenado) y a Rob Vinnedge, uno de los más grandes fotógrafos en vidrio. No podía creer estar viviendo tanta maravilla de apertura y generosidad.

Allí pude contemplar no sólo la verdadera excelencia en el trabajo con vidrio, sino también la alta tecnología de la que disponen, y se abrió ante mis ojos un nuevo y fascinante universo.

De regreso a Buenos Aires, comencé a experimentar con vidrio importado y me deslumbré. Trabajé mucho con él hasta darme cuenta que el producto que obtenía no se correspondía con lo que aspiraba a proyectar. Sus colores brillantes no servían para reproducir mis imágenes y no se correspondían con mi estética en ese momento. Fue así que comencé de lleno con el vidrio float y decidí investigar al máximo sus posibilidades.

Con el resultado obtenido acudí entonces a galerías mostrando mi obra y mi curriculum y escuché: "no tenemos cultura en vidrio", "son piezas frágiles, temo roturas". Otra vez sentí que no podía creer lo que escuchaba, una nueva negativa.

Decidí entonces capacitar gente para ayudar a crear la cultura de la vitrofusión en la Argentina, y así contribuir al movimiento del vidrio en nuestro país. Para mi orgullo, a mis seminarios de capacitación concurre también gente de diversos países.

Mi paso por esta actividad me ha dejado, entre otras cosas, una valiosa enseñanza: aprendí que ser generosa con nuestros conocimientos nos devuelve los mejores frutos.

Deseo que este libro sirva de base a quienes quieran continuar explorando y creciendo. En él plasmé todo lo que solitariamente fui aprendiendo en este recorrido como así también lo que me aportaron mis alumnos.

Muchas gracias a todos y mucha suerte a Uds. en este camino.

