

El vidrio en los Oficios del Fuego

[Monografía, investigación de campo]

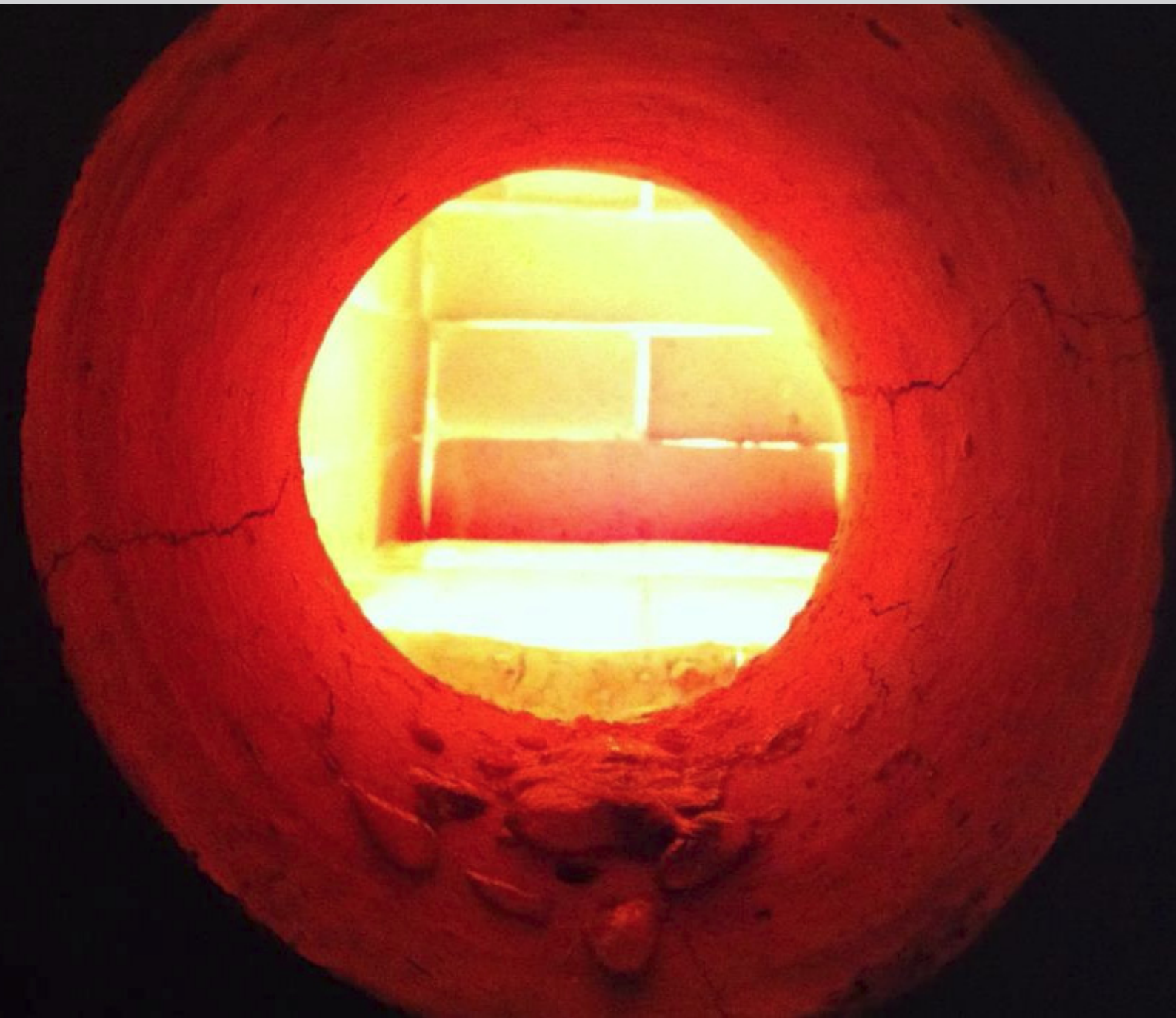
Ariel Niro

arielniro@gmail.com

Parques de Estudio y Reflexión, Punta de Vacas.

Parques de Estudio y Reflexión, La Reja.

Diciembre 2012.



Esta es una manifestación de agradecimiento a Silo.

*Su aliento y enseñanza constante nos impulsó a profundizar
en aquello que reconocemos como más esencial.*

*Aprender a andar por caminos que en momentos se presentan con claridad,
bien definidos y en otras ocasiones se vislumbran casi sin huellas, sinuosos e inestables.
Pero que siempre nos orientan e inspiran para develar un sentido trascendente en la vida.*

Contenidos

Introducción.....	7
Capítulo 1	9
Encuadre sobre Oficios.....	11
Breves comentarios a la charla “La Piedra”.....	12
1. Comienzo de la investigación.	18
2. Primera etapa, del 2004 al 2009.....	19
2.1. Cambio en el punto de vista.	21
2.2. El fuego. Carta de Silo.....	22
3. Algunos datos históricos sobre el Vidrio.....	24
3.1. Libros de referencia histórica sobre el vidrio	27
3.2. Observatorio Monte Palomar.....	30
3.3. Vidrio del Espacio.....	31
4. Recopilación de información, viajes.....	33
4.1. Viaje a Italia, Florencia.	33
4.2. Comentarios sobre Venecia y Murano.	33
4.3. Viaje a Murano.....	34
4.4. Stazione Sperimentale del Vetro, Murano.....	36
4.5. El vidrio de Bohemia.....	37
4.6. Viaje a España, Segovia.	39
5. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 1.....	42
Capítulo 2.....	43
1. Qué es el vidrio.....	45
1.1. Composición. Características de los elementos.....	45
1.2. Relación. Fusión de los componentes.....	46
1.3. Síntesis. El vidrio.....	46
2. Técnicas de trabajo históricas.....	47
2.1. Tallado.....	47
2.2. Moldeado.....	47
2.3. Modelado sobre un núcleo.....	48
2.4. Prensado.....	49
2.5. Laminado.....	49
2.6. Colado en molde con cera perdida.....	49
2.7. Soplado al aire.....	49
2.8. Soplado en molde.....	50
3. Construcción de hornos para vidrio.....	51
3.1. Otros intentos. Múltiples ensayos.....	54
4. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 2.....	58
Capítulo 3.....	59
1. Comentarios sobre la segunda etapa.....	61

2. Primeros trabajos con vidrio en Parque Punta de Vacas.	62
2.1. Contexto.	62
2.2. Primer Experimento. Horno tacho.	62
2.3. Producción del primer objeto de vidrio en Punta de Vacas.	64
2.4. Descripción técnica de lo hecho.	65
3. Segundo experimento. Horno tacho en Punta de Vacas.....	67
3.1. Comentarios de Silo.	69
4. Tercer experimento. Horno tacho.	70
5. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 3.	75
Capítulo 4.	77
Construcción en el Taller de los hornos para vidrio.	79
Forma de trabajo, intereses y temas.	80
1. Horno de fusión para soplado de vidrio.	81
1.1. Ladrillos refractarios porosos.....	81
1.2. Moldes para ladrillos.	82
1.3. Placas refractarias.	83
1.4. Toberas o entradas para quemadores.	83
1.5. Cocción de ladrillos, toberas y placas refractarias.	83
1.6. Los crisoles.	84
1.7. La forma de los crisoles.	85
1.8. El secado de los crisoles.	86
1.9. La cocción de los crisoles.....	86
2. Construcción de un horno de fusión para vidrio.	87
2.1. Materiales.	88
2.2. Descripción del armado del horno.	89
2.3. Tensores, terminación del horno.	94
2.4. Cambio de crisol.	95
2.5. Construcción del horno en Imágenes en 3D.	96
2.6. Fotos de la construcción del horno.	102
3. Horno para el templado o recocido del vidrio.	104
3.1. Construcción de un horno para el recocido del vidrio.....	104
3.2. Materiales.	105
3.3. Armado del horno.	106
3.4. Tensores de hierro.....	109
3.5. Puerta corrediza.	111
3.6. Quemador.....	112
3.7. Control de temperatura.	112
3.8. Fotos del montaje del horno para templado.	112
4. Los quemadores.	113
4.1. Quemador cerámico.	114
4.2. Colector para gas.	115
4.3. Quemador artesanal con premezcla aire-gas.	116
4.4. El control de la temperatura, pirómetros e indicadores.	118

4.5. Otras formas de medir la temperatura.....	119
5. Las herramientas.....	120
6. El taller, los hornos y los espacios de trabajo.....	124
7. Una forma de trabajo.....	125
8. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 4.....	126
Capítulo 5.....	127
1. Puesta en marcha de los hornos y trabajos con el vidrio.....	129
1.1. Encendido del horno de fusión para soplado.....	129
1.2. Primera carga de vidrio.....	130
1.3. Colocación del quemador aire-gas.....	130
1.4. Uso de los quemadores.....	131
1.5. Uso del crisol de dos cámaras.....	132
1.6. Afinado del vidrio y burbujas.....	132
1.7. Prueba de consistencia, primeras muestras de vidrio.....	132
1.8. Uso del horno para templado o recocido.....	133
1.9. Tiempos de recocido o templado del vidrio.....	133
2. Recomendaciones sobre la seguridad.....	134
3. Trabajos con el vidrio. Primeras prácticas.....	135
3.1. Uso de la varilla, formación de la gota.....	135
3.2. Procedimientos e indicadores.....	135
3.3. Soplado de vidrio.....	139
3.4. El cilindro, consideraciones.....	139
3.5. Procedimiento para hacer el cilindro.....	139
3.6. El amasado del cilindro.....	140
3.7. El soplado. Algunas consideraciones.....	141
3.8. Procedimiento.....	142
3.9. Segunda toma de vidrio.....	143
3.10. Uso del banco de vidriero.....	144
3.11. Vidrio de colores, inclusiones y encamisado.....	146
3.12. Colado sobre molde de arena.....	147
3.13. Colado o soplado en moldes cerámicos.....	147
3.14. Apagado de los hornos.....	149
3.15. Terminaciones de los objetos.....	149
3.16. Imágenes.....	151
4. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 5.....	153
Experiencia personal con los Oficios en relación con la Ascesis.....	154
Comentarios finales.....	157
Glosario sobre el vidrio.....	159
Bibliografía.....	164
Resumen. El vidrio en los Oficios del Fuego.....	165

Introducción.

En esta monografía trataremos de presentar una parte de lo que hemos investigado, experimentado y compartido con algunos amigos sobre los trabajos de Taller referidos al vidrio.

En los primeros dos capítulos, después de definir el encuadre del trabajo se entrelazan algunos datos históricos y técnicos junto a unas pocas anécdotas de viajes, experiencias personales, descubrimientos y algunas recomendaciones recibidas de Silo.

Los últimos tres capítulos son mas descriptivos y prácticos, se refieren a la construcción de los hornos, a los elementos necesarios para montar un taller, junto a las técnicas y los procedimientos que se pueden realizar para experimentar y dar forma al vidrio en caliente.

En esta investigación se intentó recrear a través de la comprobación práctica una gran parte de lo estudiado y reflexionado sobre el tema. No es mucho lo que se pudo desarrollar, porque lo hecho se fue realizando intermitentemente, poco a poco, con pocos medios materiales, sin grandes pretensiones. Consideramos que por esos motivos este tema de estudio tiene un desarrollo parcial, bastante limitado y tal vez corresponda reconocer que todavía falta mucho para completarlo.

Recrear y desplegar de modo práctico los trabajos con el vidrio fue algo que Silo, por lo menos desde el 2003, estuvo incentivando con mucho interés en distintos lugares y situaciones. Varios amigos poniendo atención a esas charlas y sugerencias, tratamos de tomar el tema y comenzamos a realizar algunos Intentos. Cada uno en su país y a su modo, fuimos buscando e intercambiando sobre las formas de avanzar en esta parte de los Oficios del fuego.

Al comparar el trabajo con el vidrio, con lo que habíamos hecho rudimentariamente con la alfarería y la metalurgia, observamos que los hornos, las temperaturas necesarias y los procedimientos que exige este material implican un salto de escala, pasar a otra categoría, a otra intensidad de fuegos, es un nivel de trabajo más complejo que lo anterior.

Cuando se trata de llevar a la práctica un Oficio, uno se encuentra con varias opciones y formas de trabajo posibles. Tener en cuenta las múltiples relaciones y direcciones que se despliegan al hacer algo, desde lo más simple a lo complejo, nos enseña a ordenar metódicamente lo que queremos estudiar y a reducir la cantidad de variables con que trabajamos para comprender mejor el particular proceso que estamos intentando.

Según el punto de vista que se utilice, los procesos que requiere cada material para transformarse, enseñan diversos modos de proceder, con amplitudes y profundidades distintas, que resultan útiles en otros aspectos de la propia vida y particularmente en los trabajos con las Disciplinas y la Ascesis.

Encarar el tema en cuestión desde distintos ángulos, sin forzar, sobre todo cuando aparecen los inconvenientes o las dificultades; meditando sobre lo hecho, observando las relaciones que se derivan de ello, puede resultar en inspiraciones que se traducen con nuevas formas y respuestas que a veces nos sorprenden.

En la experiencia personal con los Oficios, se hizo evidente que cuando se atiende a los procedimientos que se van ejecutando, se puede aprender mucho. Al aplicar reflexivamente cierto orden buscando la justa proporción, la esencia de estos trabajos comienza a mostrarse de una forma más clara.

Al tratar de “sintonizar” con un Oficio de la forma conocida, se va descubriendo la genuina necesidad de acrecentar la permanencia, la pulcritud y el tono. Que al ir asociando hechos y reacciones externas e internas, puede dar lugar a experiencias importantes donde se traducen significados más amplios que, de algún modo, refuerzan el trabajo que uno realiza con su Ascesis.

Vale resaltar también que muchos de los trabajos realizados en la construcción de hornos para vidrio y su puesta en marcha, fue producto de tareas que emprendimos en diferentes momentos con la activa participación de varios amigos, compartiendo con ellos el entusiasmo por esta tarea. Fue y sigue siendo gracias al trabajo en equipo con permanencia que pudimos hacer muchas comprobaciones prácticas y llegar a numerosas comprensiones sobre los trabajos con el vidrio.



Queremos hacer llegar nuestro agradecimiento a todos aquellos que participaron en las diferentes etapas y compartieron estas experiencias durante años.

Al elaborar este trabajo, recordamos lo vivido en los primeros encuentros con los Oficios, esas experiencias iniciales merecen un especial agradecimiento a Silo, a Tania Germ y a “Kuasar” Juan Carlos Benenati, a Marta Lucas, a Esteban Boasso, a Bruno Pezzuto, a Cristina Bretta, a Fernando Garcia, a Eduardo Gozalo y a tantos otros amigos... que compartieron generosamente sus conocimientos y amistad durante muchos años, haciendo pruebas y trabajos con Silo, muchos de ellos en el taller de la Casa de la Palmera en Mendoza, Argentina.

Trataremos de ordenar, sintetizar y presentar estos trabajos con la intención de compartir e intercambiar experiencias. Esperando lograr aplicar un punto de vista que facilite el diálogo y el intercambio con aquellos que tengan gusto y se inspiran al profundizar en estos temas, sobre todo en los Talleres de los Parques de Estudio y Reflexión.

Complementando los textos, fotos y diagramas de lo hecho, hemos editado cinco videos referidos a los trabajos realizados. Estos están intercalados en los capítulos 3, 4 y 5 en las siguientes páginas:



Pag. 64 [01-Soplado-vidrio-Silo-PdV-feb2010.mp4](#) **7:09.**

Pag. 69 [02-vidrio-pdv-4abril2010.wmv](#) **2:28.**

Pag 111 [03-construccion_hornos_vidrio.avi](#) **6:00.**

Pag 115 [04-quemador_cerámico.wmv](#) **1:15.**

Pag. 135 [05-practicas_vidrio_soplado.wmv](#) **5:23.**

Se adjuntan como material anexo y también cada uno de ellos tiene un link para descargarlo o verlo en la web. Agradecemos la colaboración de los amigos que filmaron y editaron estas producciones.

En síntesis, el interés está en simplificar un tema complejo, buscando recrear las condiciones mínimas, para compartir con otros la experiencia del Oficio del vidrio, en el contexto de los Trabajos de Escuela enseñados por Silo.

Capítulo 1



Primera etapa, del 2004 al 2009.

Encuadre sobre Oficios¹.

“Los oficios preparan para entrar en el trabajo de las Disciplinas. Un oficio enseña a proporcionar internamente, a hacer equilibradamente. Se va adquiriendo proporción interna gracias a ese trabajo externo mientras aparecen problemas de exactitud y de detalle. Hay un tono que asocia estados internos con operaciones externas. Una Disciplina, en cambio, muestra un camino de transformación interna. En los oficios se trabaja tratando de lograr pulcritud, proporción y orden al mismo tiempo que se va logrando permanencia.

Se aprende a trabajar equilibradamente y estos oficios pueden tener distintas temáticas, pueden ser materiales, plásticos, o perfumería, etc. Tienen sus reglas de trabajo, sus trucos y secretos de Oficio. Lo único que hemos trabajado es alfarería, metales y, por último, los vidrios.

Es una franja de trabajo que tiene que ver con los hornos, referida a sustancias que se transforman. Es distinto a la perfumería donde los fuegos son escasos. Sólo se usa fuego cuando se preparan esencias y perfumes por medio de la destilación. Pero en toda la perfumería, excepto la sintética, el fuego no participa. En los Oficios que conocemos más de cerca hay fuegos. En las cerámicas el fuego es esencial. De todas maneras, es un interesante trabajo este oficio material y también el prolegómeno sobre esto, el trabajo sobre el fuego, que nos permite reproducir cómo se originó y cómo se produjo. Se lo inventó mucho después de haber aprendido a conservarlo. No se trataba de robar y conservar el fuego, sino de producirlo.

Trabajamos las distintas formas de conservación, pero es la producción la que requiere más pulcritud. Si un ciudadano intenta producir fuego ahora no le resulta fácil. El trabajo con el fuego y con los hornos es importante. El tema de los oficios es muy amplio y nosotros andamos en los comienzos de esto. Se va adquiriendo proporción interna gracias a este trabajo externo, mientras se aprende.

En general decimos que la gente que se acerca a una Disciplina, debe tener manejo mínimo de algún oficio.

Será bueno disponer de talleres en los Parques, Centros de Estudio y Trabajo. Que la gente pueda trabajar en ellos. De ese modo podrá relacionar lo que pasa en la cabeza con este tipo de trabajos.”

1 Las cuatro disciplinas. Preparación, pag. 1. Encuadre sobre oficios. 2010.

Breves comentarios a la charla “La Piedra”.

En la charla conocida como “**La Piedra**”², Silo desarrolló magistralmente los trabajos con los Oficios del fuego. En distintas partes de esa charla fue dando referencias, indicaciones y sugerencias que impulsan a profundizar en estas artes.

Tendremos también en cuenta algunas partes donde se habla sobre la cerámica, los metales y diversos moldes, porque se relacionan íntimamente con la puesta en acción de los trabajos con el vidrio.



Lo dicho en ese momento sobre el fuego y las distintas formas de trabajo con el vidrio, los hornos y las herramientas; fueron referencias que tomamos como guías de gran valor y tratamos de convertir en temas a recrear durante estos años de investigación.

A continuación tomamos las partes de esa charla que están referidas al tema que estamos investigando. En algunos lugares incluimos algunos comentarios distinguiéndolos del texto original con otra tipografía o bien con notas a pie de página. Para mayor contexto recomendamos la lectura completa de la charla citada.

Extractos de “La Piedra” referidos al vidrio.

... en ese aspecto se comporta como un metal. En un molde para vidrio, sacas el burbujón de vidrio y lo soplas y le vas dando forma, pero la forma se la pones al material fundido. Acá ya no es arcilla donde tienes la forma previamente. Porque tanto en el vidrio como en el metal no cambian las características esenciales y en la cerámica sí. Estás pasando de la greda o de la greda cocida a la cerámica que es otra cosa físicamente. Cambian muchas de sus características. Cambia el sonido, cambia la rigidez, cambia la permeabilidad, se produce un cambio de cualidad; en el metal, no. Este sigue siendo el mismo metal fundido que lo puedes trabajar porque está fundido y en el vidrio sigue siendo el mismo vidrio, no hay cambio.

“... Los vidrios y los metales se van a parecer mucho. El vidrio a la cerámica se va a parecer mucho en que van a trabajar con fuego los dos, pero no se van a parecer nada ya que en la cerámica tiene que estar preparada la forma previamente y en el vidrio la forma no se prepara previamente, se funde. Y con el vidrio fundido se hecha en el molde y ahí toma la forma o bien se saca un burbujón, se lo sopla y se le va dando forma. Estamos hablando de trabajar sobre el material en caliente. Mientras que la cerámica tiene la forma en frío. Cuando tienes todo preparado le das el calor y cambia sus características físicas cuando cambia de arcilla a cerámica.

Entonces los dos usan la temperatura pero el vidrio toma la forma en caliente y aquella toma la forma en frío. En eso sí se parecen el vidrio a los metales, en que toman la forma en caliente. Tú tomas el metal y fundes el metal y haces la colada sobre el molde. Al meter el metal fundido en el molde, toma la forma del molde. Toma la forma ahí. En eso se parece al vidrio.

Tú enfrías el metal y todo bien. Tú enfrías muy rápido el vidrio y se te quiebra y en eso se parece más a la cerámica que al metal. No tanto en el tema de la subida de temperatura sino en la bajada. Si tú enfrías muy rápidamente la cerámica se te quiebra y si enfrías muy rápidamente el vidrio, se te quiebra. En eso se parece, en la bajada, en el peligro de la bajada se parece el comportamiento de la cerámica al comportamiento del vidrio y no así los metales.

Entonces vas a encontrar en esos tres aspectos, esas tres variables, vas a encontrar cosas en común y cosas diferentes. El vidrio templado es nada más que una variación de temperaturas, no se lo enfría. Lo bajas y después lo subes de nuevo. Estás a mil grados y después lo bajas a 800 grados y cuando lo has sostenido durante un tiempo en 800 °C, de ahí lo vuelves a subir a 1000 °C y lo templas.”

² El presente apunte es una transcripción de una charla dada por Silo en el taller de “La Pirámide” el 19 de noviembre de 2003. Santiago, Chile. (Revisado por Silo.)

“VIDRIO.

Acá no estamos hablando de manejo artístico y el raku es simultáneo con el trabajo de la cerámica. Y bueno y si tienes más o menos o algún manejo con esta tecnología habrá que pasar al vidrio. El vidrio no lo fabricas de entrada, te consigues vidrio de ventana, vidrio boratado, te consigues la ventana de un vecino, vas, le pegas un pedrazo, sacas un pedazo, te llevas los pedazos del vidrio de ventana, los mueles bien, adentro de un paño, y le das, y le das hasta que haces un polvo.... En un molde de yeso que está bien seco y es suficientemente gordito y consistente, puede aguantarte una colada de vidrio para un objetito chico. No estamos hablando de cosas grandes, para cosas grandes se tiene que recubrir el yeso con manta mezclada con yeso, es una porquería, y le da consistencia y después lo cubres con alambre, de malla, tejido y después le vuelves a dar, es al final un zocotroco enorme para hacer un objetito pequeño, si haces una colada con mucho material se te quiebra. En la enfriada el vidrio se contrae. Tú haces toda esta operación muy tranquilo, caminando paso a paso, y al final se te quiebra, “crack-crack” y al final termina todo quebradito. Cuando llegas a los 400 °C, “crack”. Mejor es dejarlo en el horno y bajar la temperatura pero lentamente, sobre todo cuidar de los 500 °C a los 400 °C, cuando llega a los 350 °C ya lo puedes poner al aire libre. Entre los 400 °C y los 500 °C es la quebradera general. Tú puedes hacer esos experimentos: haces la primera figurita de vidrio y la dejas a la intemperie y ves como hace “crack”; esas pruebas se hacen en Praga, en Murano, en distintos lugares, hacen caballitos y te lo muestran y hacen “crack”, se quiebran cuando llegan a los 400 grados. Ni te cuento si hay alguien que deja abierta una puerta... “cierren esa puerta...”. Esas corrientes de aire te quiebran todo, entonces a veces se usa la vermiculita, un tacho cualquiera lleno de vermiculita, de arena, o perlita y entonces tienes todavía al rojo el objeto de vidrio y haces un hoyito, lo metes ahí y lo cubres y va bajando entonces la temperatura lentamente, te sirve ese asunto de la perlita, la arena podría llegar a servir pero la perlita sirve para bajar la temperatura sin necesidad de meterlo en un horno. Evita la quebradura, la bajada de temperatura en el vidrio es el lío, es crítica, es el gran lío. No la subida, la bajada.

Entonces con el vidrio haces todos esos moldes, distintas cosas hasta que logras un cierto material refractario que es muy bueno para hacer moldes. Pero hasta que logres ese material refractario mejor que pruebes con el yeso, con los desmoldantes y que pases a lo que llaman “yeso de dentista”, que graciosamente tiene de todo menos yeso. Es el que usan los mecánicos dentales para hacer los moldes. Esos materiales son unos compuestos de unos 7 elementos, más o menos. Son muy buenos. Con eso, los mecánicos dentales funden cromo y cadmio. Y también platino, que son 1700 °C. Compañerito, estamos hablando de temperaturas importantes. 1700 grados, eso es un molde. No es yeso que a los 1000 grados se rompe. También se puede usar grafito para los moldes. Y al calentarlos impiden que se produzca una comprometedor diferencia térmica.

Pero cuando empiezas a meter ciertos metales, en el yeso que tiene mucho azufre, ¿entonces qué pasa?, que cuando le metes el hierro, larga el sulfuro que es mucho gas y entonces larga burbujas. Ah, entonces dices, es porque el yeso está húmedo. Le metes hierro y haces sulfuro de hierro. El sulfuro de hierro es un gaserío tremendo, que se llena todo de burbujas y tú siempre estás con que se ha llenado de burbujas porque esta húmedo. No estaba húmedo, es el azufre del yeso.

Entonces, no puedes trabajar con esos metales que forman sulfuro con el yeso pero sí con el vidrio. Por eso tienes que buscar para los metales otros moldes que no están basados en el yeso. Pero el yeso también te va a servir para las barbotinas, te va a servir para las sustancias frías, para las barbotinas y para el vidrio. Hasta cierto punto, pero más allá el yeso no te va a servir. El yeso llega hasta ahí. Claro que tienes muchos trucos que pueden absorber esos gases. Como es la carbonilla del carbón vegetal que si tú lo mezclas al 3% con el yeso, cuando se forman los gases permite que se combinen con el carbono de la carbonilla de los vegetales y entonces no larga el gaserío. Esa carbonilla también se ocupa en los moldes de arena. Se mete un 3-4% de carbonilla y absorbe el gas que de otro modo te formaría burbujas en el metal. Y eso de la humedad es relativo. Porque en los metales si estamos hablando de metales pesados, el hierro, los moldes tienen que estar muy secos, los moldes de arena para volcar las cosas tienen que estar muy comprimidos para que no se quiebren y todo aquello, aparece de pronto una técnica y un molde antiquísimo, el molde “en verde”, pero verde no porque sea verde de color sino porque las cosas verdes no han terminado de madurar, son moldes húmedos. Y al molde húmedo le echan hierro fundido...

Suponemos que si le echamos algún material fundido a una cosa húmeda, el agua nos va a burbujear y hasta a quebrar el molde. ¿Y qué me dices del molde en verde? No burbujea.

Entonces tienes que revisar tus supuestos. Le echas metal ahí y sale una pieza maravillosa. En otros

casos tú echas metal sobre un molde que está húmedo y es un burbujeo...

Lo puedes probar con metales de baja temperatura de fusión. Peltre: 400 grados, lo vuelcas sobre el yeso húmedo o cualquier otra cosa húmeda y te sale una cosa burbujeada espantosa. Son pocos grados de temperatura. ¿Qué me dices del hierro?, con semejante temperatura el agua superficial que está más cerca del metal que llega, el metal fundido la disipa y queda solo la humedad en el costado y eso ahí queda poca humedad pero eso es por exceso de temperatura. Cuando ésta es menor, el burbujeo es tremendo porque no alcanza a evaporarla. El molde en verde es un invento buenísimo y muy antiguo, pero para metales de alto grado de fusión.

Cuando se habla del vidrio de ventana y de botellas de cerveza y de distintos tipos de vidrios, se puede hablar de moldes y de distintos tipos de moldes, no hablemos de soplar, hablemos del colado sobre moldes. Cuando has terminado de trabajar con todo esto necesitas hacer el vidrio. Ahí tienes que apelar a distintas fórmulas para hacer el vidrio, lo preparas con polvitos, esos polvitos son silicatos, arenas y ciertas sales. Había un lago en Egipto que se llamaba el lago "Natrón"³, de ahí sale el Natrium, el sodio, cuya designación química es "Na". Aquel lago contenía una sal y a ella la sacaban en cantidades, la metían en sus camellos y la llevaban hasta la capital egipcia o hasta Heliópolis o demás, donde estaban los pelados, esos que manejaban la administración y era la casta sacerdotal. A ellos les llevaban grandes cantidades de natrón como pago y como homenaje.

Con ese natrón ellos manejaban la producción del vidrio, tenían los artesanos para eso y también los artesanos preparadores y embalsamadores de cuerpos que empezaban su tarea eviscerando al cadáver y deshidratando todo en base al natrón. Con esta sal ellos hacían muchísimas cosas. No era la misma sal de mar, cloruro de sodio y muchos otros elementos marinos que el natrón, también cloruro de sodio⁴ (NaCl) con otros elementos, y les resultaba algo muy bueno para mezclarlo con los silicatos de la arena, para hacer el vidrio. Entonces, las cerámicas que tienen como elemento compositivo una tierra rica en silicatos y otras sustancias, incluidos algunos otros pocos elementos orgánicos, a veces les daba cuerpo como para hacer un barro consistente y plástico, pero ese barro no podía ser usado para hacer vidrio, porque la condición de éste es que no tenga sustancias orgánicas, sustancias gredosas sino arena pura, digamos, rica en silicatos en pequeños cristales. Con esas sales, con carbonato de calcio, se opone el conjunto al tipo de tierra usada para la cerámica.

Entonces, nada más indicado que la arena del desierto para el vidrio. Sin material orgánico, raíces o plantas. Arena del desierto, silicato puro. Entonces en el desierto y buscando esas sustancias, el natrón, con esos elementos producen el vidrio y yéndose para el Nilo, para el borde de los ríos toman la greda y ahí sí producen la cerámica. Cerámica por acá, vidrio por allá y los pelados sacerdotes haciendo negocio. Todo bien hasta que llega Akenatón, pero claro los pelados volvieron de nuevo. Así que estamos hablando del vidrio y de la greda para la cerámica, pero para el vidrio, arena. Pero para el vidrio más primitivo pones el bórax para bajar el punto de fusión y producir el vidrio, pero un vidrio de calidad pobre, boratado. Que no va a salir transparente. Pero es vidrio al fin y al cabo. Pero uno lo hace y queda encandilado con lo que ha hecho. Es como un bebé al que te quedas mirando por horas. Con el bórax puedes hacerlo como a los 800 grados. Llegas a hacer vidrio a los 800 o 900 grados. Ya es un logro eso.

Para hacer este vidrio es siempre por calor directo, no por ambiente. No es como la cerámica. No tienes que andar cuidando la subida como en la cerámica, después tendrás que ver como la temperatura baja. Y se hace en la mufla, es perfecto para ello. Ni en el horno ni en la fragua, sino en la mufla. Y después hay que resolver cómo se baja la temperatura, hay que bajarlo despacito porque si lo bajas muy rápido se quiebra. La mufla tiene que tener muy buen aislamiento porque si no, la temperatura baja muy rápido y se quiebra. Pero si se aísla bien la mufla en varias horas bajas la temperatura y en los 300-400 grados ya estás...

También se utilizan moldes de madera que se moja, muy húmeda, muy dura, que lo abren, agarran el burbujón y lo aprietan. Sale humo y cuanta cosa. De madera, la meten en el agua y así mojado, húmedo, aprietan el burbujón. Sale vapor. Lo aprietas y le das forma. Después tienes que cuidar cómo va bajando la temperatura.

3 El **Natrón** era una mezcla natural compuesta por carbonato sódico, bicarbonato sódico, cloruro sódico y sulfato sódico. Normalmente se extraía de yacimientos naturales, principalmente en Uadi-el-Natrum, entre el Cairo y Alejandría.

4 El cloruro de sodio, más conocido como sal común, es un compuesto formado por sodio y cloro.

Y para el soplado tienes que tener un vidrio que corra, como dicen ellos, que “corra”. Tienes que hacerte la cerbatana, un tubo, soplar bien, entonces lo metes en el crisol y tomas una burbuja medio gordita y aprovechando la gravedad la vas girando y se va formando una burbuja bien redonda. Vas soplando y se va hinchando y formando la bola. Después tomas unas pinzas, tiras de un lado y de otro y vas formando.

Cuidado con mezclar vidrios con diferentes puntos de fusión porque no ligan bien en el conjunto. Siempre tiene que ser el mismo tipo de vidrio. Entonces, cuentan con unos previos choricitos verdes, unos amarillos, unos rojos que ya están preparados, arman el burbujón, lo calientan y lo pegan. Tiene que tener el mismo punto de fusión y ser el mismo vidrio. Es el mismo vidrio con distintos tipos de coloración. Es un principio que hay que respetar. A lo mejor de casualidad puedes llegar a unir dos tipos distintos de vidrios, pero eso no es el principio. Esto ha sido un secreto muy bien guardado en el trabajo del vidrio... Ya hacia 1780 se produjo el último juicio secreto para suprimir a los que habían trasgredido el secreto industrial, eran especies de espías atómicos que se escaparon de Murano a Austria; se llevaron los secretos. Se reunió el Dogo con su Consejo veneciano y a los dos prófugos les hicieron un juicio secreto en ausencia y los condenaron a muerte. Los sujetos ya estaban en Austria pero la larga mano del Dogo los alcanzó allí con sus sicarios y una de esas noches aquéllos fueron ejecutados con limpios estiletes. A los dos días los habían liquidado. Se volvieron. Cobraron sus doblones y todo bien. El secreto quedó bien guardado. Respecto al tema del color del vidrio hay todo un folklore, un conjunto de leyendas. Por ejemplo, el rojo sangre es uno de los preferidos de esos cuentos. El azul no, con óxido de cobalto y chao. En cambio, con el rojo sangre hay que saber los secretos del oficio para producirlo. Con ciertas tierras de color, tienes que poner primero unas y luego otras. Si las pones al revés te va a dar otro color. Hay un orden. No sólo las proporciones, si no sigues el orden te sale rosado o amarillo. Son como seis o siete variables, la llave de la fórmula es el orden. La diferencia entre el vidrio y el cristal es que es mucho más fino, más sonoro. La sonoridad del cristal es típica. La sonoridad del cristal no es lo mismo que la sonoridad del vidrio botella. Una copita de champagne bien trabajadita, es una cosa. Algunas con más líquido, otras con menos líquido, puedes hacer toda la escala, do, re mi... Tenemos todos estos temas en nuestros archivos y están a disposición. Y las tinciones, muchas de las tinciones están a disposición. El rojo sangre si que no está a disposición.⁵

Entonces el vidrio primitivo, el vidrio primero es interesante de hacer. Después, la fórmula de Murano (que dieron a nuestros amigos italianos los maestros de Murano), tiene la gracia de que produce un vidrio translúcido. En base a un translúcido puedes hacer un coloreado y no con un vidrio que sale ya coloreado puedes hacer otro coloreado; hay que partir del translúcido y al translúcido le vas dando distintas coloraciones. Así que con la fórmula de Murano obtienes un vidrio translúcido, primera condición interesante, que te permite de ahí virar a otra cosa.

Es una condición de importancia. Si tú trabajas el vidrio translúcido puedes ver desde un extremo a otro. Es un vidrio sin burbujas y que “corre” bien en el soplado.

Sabemos que las burbujas van a la superficie y tienes que llevarlas por cierta temperatura. Así como en los metales echas vidrio para que las escorias y las impurezas se adhieran, sacas las escorias que restan del bronce, te llevas todo, en el caso del vidrio hace unas centurias se usaba la papa. Tomas papa, la tiras y te quedas sin burbujas. Esa papa se calcina, en ese vidrio se quema totalmente, pero aglutina las burbujas, y se las lleva. Puedes estar años tratando de sacar las burbujas probando otros sistemas, pero con un fenómeno tan simple como el de la papa produces un caso interesante. Hay ahora unas sustancias químicas que reemplazan al almidón, a la papa. Pero se necesita cierta temperatura para que las burbujas vayan a la superficie y cuando están en la superficie que la papa se haga cargo, pero tienes que llevarlas arriba, todo entreverado ahí, la papa va a llevarse una parte y el resto va a quedar.

Hay que llevar más arriba que la temperatura de fusión. Entonces llegas a la temperatura de fusión y sigues dándole temperatura para que el burbujeo vaya a la superficie. Metes la papa que carboniza y hace esa recogida que sacas con la cucharita, las burbujas y otras cosas.

Entonces cuando las burbujas van a la superficie necesitas algo que haga de aglutinante como hace

⁵ Después de varias búsquedas, hemos conseguido un antiguo libro que contiene varias fórmulas y los procedimientos para hacer el rojo sangre. Queda disponible para intentar reproducirlo.

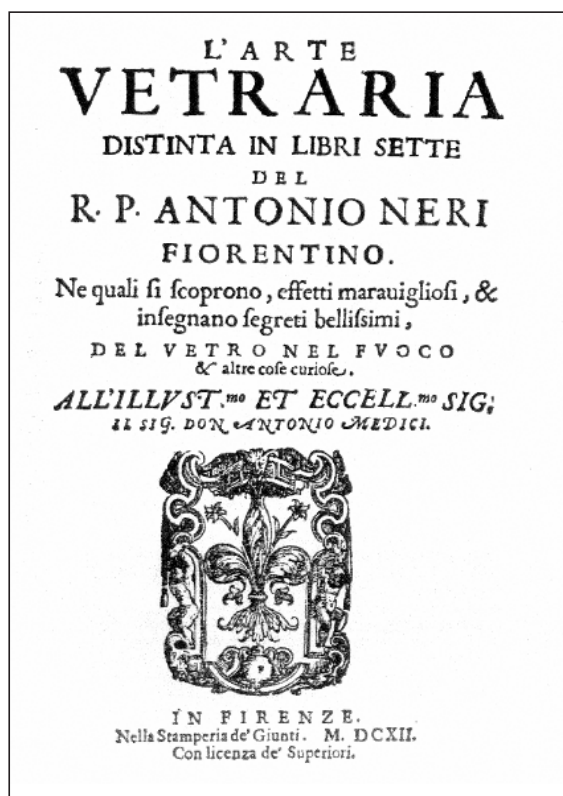
el vidrio en el caso del bronce. Los “residuos” que estás tomando son las burbujas, son las escorias del vidrio.

Decíamos que la fórmula de Murano tiene dos propiedades en su formulado: obtienes un vidrio traslucido que puedes hacer virar a otros colores, eso es muy notable y además tienes un vidrio que fluye, que corre... porque hay vidrios que no fluyen y son como jalea. En cambio ese vidrio que fluye tiene una densidad que te permite tomarle y trabajarle. Al soplarlo, se presenta sumamente elástico, la elasticidad de ese vidrio no es la elasticidad de otros vidrios. Toma un vidrio de botella y verás una cosa asquerosa... lo soplas y te sale por las orejas.

Recomiendo trabajar con la fórmula de Murano. Una vez hecho eso podemos ver cómo darle tinción al vidrio. Tienes los potecitos, con los óxidos y entonces sacas el burbujón, lo soplas, lo pasa suavemente por el pote y ahí está la primera tinción en bruto. Cuando está todo a punto de caramelo lo pones sobre un pote y lo giras. Lo embadurnas en ciertos puntos y ahí toma color, pero no es que quede en la superficie, tienes que llevarlo a cierta temperatura, toca la partícula del óxido y se difunde. Esas tinciones son de difusión de las moléculas del óxido. Se difunde en las moléculas del vidrio. Entonces vidrio y óxido y vidrio y óxido y vidrio, se difunden. Esa es la tinción del vidrio. Por difusión no por tinción. No como esa cosa monstruosa de los falsos vitraux que ve uno pintados con esmalte, eso es una cosa inadmisibles. La tinción que mencionamos convierte el vidrio y éste toma ese color. Entonces quiebras ese vidrio y esta coloreado en todos lados. Por afuera, por adentro, por todos lados. En todos los intersticios, como el rakú: lo quiebras y está negro por todos lados. La tinción del vidrio es una cosa muy mágica. A eso le llamaban polvo de proyección. Con una pequeña cosa tocaban y se teñía todo y quedaban estupefactos. Entonces, por donde lo quebraran estaba igual y entonces tomaban eso, lo molían, tomaban otro vidrio, volvían a colorear, de ese sacaban otro pedazo, ¿qué era eso? Lo proyectaban. No era un vidrio teñido, era un vidrio raro. Después con ése tomabas otro poquito y hacías otra cosa y así lo probaban. Y otro y otro y esto no termina más. Así dice la leyenda que era el polvo de proyección...”

Hacemos un alto en el texto original para intercalar unos comentarios.

En cuanto a las fórmulas de Murano hemos podido rastrear y disponer de varias obras donde están muchas fórmulas y algo de los procedimientos que se usaban en esos tiempos. Será un interesante desafío comprobar por experiencia directa si esas indicaciones están completas.



De los textos antiguos, la obra maestra más reconocida del vidrio, publicada en Florencia en el año 1612, es **L'Arte Vetraria**, de Antonio Neri. Este libro luego fue traducido a distintos idiomas en Europa.

Christopher Merret, médico y naturalista, la traduce al inglés en 1662 añadiendo observaciones personales y comentarios al texto original italiano.

Johann Kunckel von Lōwestern (1630-1702), alquimista y vidriero alemán. La traduce al alemán en 1669, publicándola en Ámsterdam. Se basa en el texto inglés con los aportes de Merret, incorporando a su vez sus propias observaciones y anotaciones.

En 1752 se traduce al francés por un autor anónimo que firma con las iniciales M.D. que luego es identificado como Paúl-Henry Thiry, Barón d'Holbach (1723-1789), científico de gran prestigio.

La versión francesa, que reunía la obra conjunta de Neri, Merret y Kunckel llega a España en 1774, traducida por D. Miguel Gerónimo Suárez, y se utiliza en las Reales Fábricas de Cristales de San Ildefonso. Pedro Gutiérrez Bueno publica en Madrid en 1797 su Manual del arte de la vidriería.

Resulta interesante estudiar como el conocimiento sobre las artes del vidrio fue pasando de un lugar a otro, de un idioma a otro, recorriendo gran parte de Europa con el correr de varios siglos, reuniendo en esos desplazamientos las notas y observaciones de los que experimentaban ese oficio.

Continuamos con el texto de “La Piedra”.

“...Cuando estás trabajando con el bronce, el crisol tiene que ser sólo para bronce, cuando trabajas para hierro sólo para hierro, pero si empiezas con las mescolanzas entonces se producen aleaciones y no sabes qué sucedió. Porque siempre en un crisol quedan residuos.

Y si vas a hacer vidrio, sólo para vidrio. Hay que tener una buena cantidad de crisoles, grandes, chicos, generosos. No victorianos sino generosos. Trabajen con solvencia.

Entonces ya pueden ejercitar el tema de los hornos, claro, éstos están en relación directa al tema de los crisoles y el tema de los materiales en caliente, que son las cerámicas, que son los vidrios y que son los metales. Y ahí vas a encontrar un lío con los moldes, ya para cada tipo de cosa un molde distinto. Todo un desorden en los moldes para vidrio y los moldes para metal. Llegas a la conclusión que siempre todo sale mal. Es muy interesante. Por ejemplo, los viejos que andan en las fundiciones ya tienen un porcentaje previsto de moldes que necesitan cuando quieren producir una pieza. Usan cinco moldes iguales y hacen la colada de los cinco moldes de los cuales tres les salen bien y dos mal. Siempre en las coladas se trabaja con cinco moldes sabiendo que tres van a salir bien y dos mal. Ese es un buen porcentaje, claro. Si de los cinco te salen los cinco malos, es un mal porcentaje. Esos viejos fundidores saben eso. Y se atienen a eso. Y no hay ningún problema, lo tienen asumido y saben que se pierden varios. Uno también ya va con esa cabeza sabiendo que se pierden varios. Si uno viene con una cosa mísera y excesivamente ahorrativa le saldrá todo mal.

También debe haber una forma perfecta en las fraguas, en las muflas y en los hornos para que todo te salga bien, pero una de las cosas más inestables, más complicadas me parece que es el vidrio. Toma las pequeñas variaciones del medio, porque si tú metes en un ambiente donde has estado cocinando, por ejemplo, cerámica y el esmalte que se le pega a la cerámica y metes en ese ambiente vidrio en ese crisol, sacas el vidrio y sale coloreando porque ese esmalte está impregnado en el ambiente, en las paredes del horno y cuando le das calor de nuevo el vidrio lo chupa. El vidrio es un problema. No puedes usar para el vidrio los hornos usados para otra cosa. El vidrio se siente exclusivo, es un exquisito.

... Planteados así los temas y con una revisión un poco histórica de procedimientos y pasando de una cosa a otra, creo que no se debe pretender obtener mucho objeto artístico.

Claro, esa es una cosa posterior y además, de gente que tenga pasta para eso. El objetivo no es tanto el producir bellos objetos de distintos materiales sino simplemente ver cómo se maneja eso. Qué pasa con los hornos, qué pasa con los materiales, qué pasa con los materiales calientes distintos a toda la gama de cosas en el frío, y en esas tres grandes variedades de la cerámica, el vidrio y los metales. De cómo es posible todo eso. Pero sin la pretensión de tener grandes producciones. Hacer los intentos. Siempre se están haciendo intentos de hacer algo bonito...”

1. Comienzo de la investigación.

Podemos diferenciar claramente tres etapas en esta investigación.

- La primera etapa comenzó en el 2004 y llegó hasta el 2009, buscando informaciones, realizando algunos viajes, haciendo las primeras experiencias en la construcción de diferentes hornos para trabajar el vidrio. Se desarrolla en los capítulos 1 y 2.
- La segunda etapa se desplegó durante el 2010, con los primeros trabajos con vidrio soplado en el Taller del Parques de Estudio y Reflexión, Punta de Vacas y en un taller de la Ciudad de Buenos Aires. Se describe en el capítulo 3.
- La tercera etapa comprende los trabajos del 2011 hasta el 2012, donde se produjo una nueva síntesis en la construcción y en la práctica con los hornos para vidrio. Estos últimos trabajos se implementaron en el Taller de Parques de Estudio y Reflexión, La Reja, en Bs. As. Este proceso se intenta detallar minuciosamente, casi como si fuera un manual práctico, en los capítulos 4 y 5.

Durante los primeros años dedicamos alternadamente algunos meses a distintas lecturas, estudios, viajes y pruebas experimentales. Estas últimas casi siempre implicaban largas jornadas, donde lo común era encontrar dificultades a superar, siempre faltaba algo. Fuimos aprendiendo de los errores más que de los aciertos, porque los primeros eran los más frecuentes. Así avanzábamos con alegría tratando siempre de flexibilizar el punto de vista por la acción y el intercambio en un pequeño conjunto de amigos. Luego dejábamos de lado el tema durante un tiempo, aunque internamente ese impulso seguía actuando en copresencia, ideando y buscando los siguientes pasos a dar.

En el ámbito mayor, las actividades más importantes estaban referidas al tema de los Parques, la Escuela y el Mensaje de Silo. El Parque Punta de vacas y el Parque La Reja comenzaban a materializarse a un ritmo veloz. Los viajes a Mendoza y los encuentros entre amigos eran muy frecuentes, la multiplicidad de temas a atender nos llevaban a ampliar la atención y la disponibilidad. Esa disposición se traducía también en las tareas de Taller realimentando un modo de proceder, aprendiendo de los materiales usados.

Cada vez que nos encontrábamos con Silo, inexorablemente aparecían las preguntas sobre los hornos y el vidrio, haciendo que el interés se revitalizara con permanencia.

Reiteradas veces Silo habló sobre la importancia de avanzar con este Oficio, poniendo énfasis en dominar una substancia con transparencia, comentando sobre la vibración y resonancia que producía lo transparente de ese material en niveles altos de conciencia.

En esas oportunidades varios amigos nos quedábamos mirándolo...
Tratando de comprender, esperando que decantaran esas palabras.

2. Primera etapa, del 2004 al 2009.

Al comenzar tratamos de conectar desde distintos ángulos con los conocedores del tema, fuimos consultando textos y visitando a algunos especialistas. Algunos eran industriales, otros científicos, otros artesanos del vidrio.

En Buenos Aires había muy poco sobre el soplado artesanal, casi nadie mantiene vivo este oficio por los altos costos que implica tener un horno que llegue a la temperatura necesaria. Lo más común es encontrar lugares donde se hace vitrofusión a menos de 1000 °C, o la antigua técnica llamada ahora “casting” donde se pone un molde de yeso-cuarzo con vidrio en un horno de cerámica, y cuando funde el material se los mantiene un tiempo hasta que el vidrio se acomoda en el molde, después con una bajada controlada de la temperatura se temple el objeto y retira del horno, logrando así algunas piezas macizas interesantes. También sabíamos del doblado y soplado de tubos de vidrio de boro-silicato con soplete con el que se fabrican instrumentos de laboratorio o esculturas artísticas, pero ese no era nuestro interés.

En esos comienzos, conseguimos la oportunidad de visitar con un amigo, el taller de vidrio del **Centro Atómico Constituyentes**, en Buenos Aires.

En ese lugar fabrican artesanalmente, para las tareas propias de investigación que realizan, partes del instrumental de vidrio que hacen con cuarzo puro. Resultó una visita muy interesante y formadora, a la que asistimos con Eduardo Gozalo. Al llegar nos encontramos con un maestro vidriero, después de las formalidades iniciales se abrió a un diálogo suelto. Contó que desde joven trabajaba en ese lugar y nos mostró las distintas formas de trabajar y manipular los materiales que usaban. Realizaba recipientes con cuarzo puro, modelando ese material a 1800 °C; soldaba vidrio con metal, usando muchos anillos de vidrio de composiciones diferentes hasta que el último era compatible con la dilatación del metal a soldar. Una maravilla! Sus bancos de trabajo tenían, bien ordenadas, muchísimas herramientas que él mismo había hecho para resolver la realización de piezas complejas, hechas con puntas de grafito y mangos de vidrio. Observar ese taller era por sí mismo una enseñanza de trabajo acumulado. Más adelante visitamos a otros fabricantes de instrumental para laboratorio y vimos algo más de esa especialidad.

Buscando dimos con la **Cooperativa El Progreso**, ubicada en la localidad de Berazategui, en el gran Buenos Aires, Argentina. Ahí producen cristalería fina, copas, jarrones, y demás objetos con soplado artesanal, usando fórmulas para vidrio que componen con diversas sustancias.

En ese lugar pudimos aprender las técnicas de soplado, ver grandes hornos funcionando y charlar con trabajadores de este oficio.

En una pared que da a un gran patio interno dentro de la fábrica vimos unos enormes murales, donde el artista plasma su visión del arte del vidrio. Completando una pintura de gran porte se lee una frase que nos resultó muy alegórica:

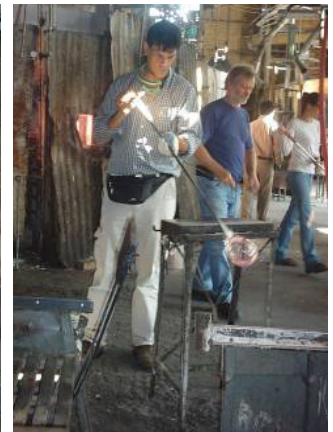
El vidrio es: “Hijo del fuego y hermano de la luz”



El vidrio en los Oficios del Fuego

Durante unos 9 meses asistimos con algunos amigos a las clases prácticas que un instructor daba cada 15 días en ese lugar.

Esta fue la primera posibilidad de meter mano con permanencia. Empezar a sentir y en cierta medida a comprender la sutileza y complejidad del Oficio, tomar una caña y retirar vidrio de un gran horno (que contenía unas 30 toneladas de cristal fundido y que se mantenía encendido sin pausa todo el año) fue una experiencia importante.



Conocimos en ese lugar a varias personas que asistían a las clases, todos maravillados por la magia del vidrio. Pero cuando preguntábamos sobre cómo hacer un horno, en general nos decían que era necesario contar con complejas instalaciones, materiales súper refractarios, muy costosos, que no era posible hacer eso.

Mientras practicábamos la técnica del soplado, seguimos buscando información. Leímos bastante sobre los orígenes del vidrio, retrocedimos en la historia buscando formas de trabajo, textos antiguos, datos que nos facilitarían el comienzo. La información a que accedíamos era buena como documentación arqueológica, cultural y artística, pero poco nos servía en lo práctico para recrear el Oficio.

Encontramos en la historia que los maestros vidrieros eran apadrinados y contaban con instalaciones, fondos y todos los elementos necesarios, porque los que detentaban el poder ponían los recursos necesarios por el interés de contar con esas producciones vidrieras. Vimos que de ese modo se impulsó, por ejemplo, el desarrollo del vidrio en distintos lugares de Europa. Cuanto más leíamos, nos reconocíamos más alejados de poder llevar a la práctica este arte en nuestros humildes talleres.

2.1. Cambio en el punto de vista.

En un momento se pudo cambiar la forma de ver y hacer con el tema. Colocando a un costado las indicaciones técnicas, tratando de comprender la acción del fuego en la transformación de los materiales. Reduciendo a lo esencial, lo decisivo estaba en lograr concentrar el fuego para fundir e integrar las materias primas que forman el vidrio, produciendo una nueva substancia.

Una noche, experimentando una particular sensación de fracaso, se produjo cierta inspiración al recordar una antigua divisa de los alquimistas:

“Igne Natura Renovatur Integra”.

“Por el Fuego será Renovada Íntegramente la Naturaleza”.

Esa extraña frase, quedo resonando en la cabeza de un modo poco racional, encendiendo un esperanza, iluminando el espacio interno con un fuego sagrado.

Aplicando otra mirada y otra disposición interna, con la intuición de que si nos centrábamos en lo que habíamos aprendido y utilizando como base los conocimientos que teníamos en los materiales de trabajo para el Taller, podíamos hacer algo para acrecentar, concentrar y expandir la potencia del fuego.

Desde esa experiencia, dejando de lado muchas pretensiones, pusimos la atención en definir y ordenar los requerimientos mínimos, aceptando nuestra ignorancia, e internamente reconociendo una fuerza e intención que venían de muy lejos alentando e inspirando a la creación en distintos campos del hacer humano.

Tomamos el trabajo con el vidrio desde esa perspectiva.

Apoyados en aprender sobre el manejo del fuego.

Construyendo hornos, crisoles y herramientas nos lanzamos a incursionar en las pruebas que se nos fueron ocurriendo. A veces condicionados por lo hecho antes y otras siguiendo inspiraciones que se presentaban en sueños o mientras hacíamos otras cosas. Ocurrencias que en un primer momento nos parecían imposibles y luego resultaban de utilidad y significado para avanzar en ese camino. Intentando en algunos momentos traspasar los límites de los materiales usados y del Fuego.

En esos tiempos llegó a nuestras manos una carta de Silo sobre el fuego y el proceso histórico. Esa carta encendió algunas intuiciones y nos ayudó a colocar la cabeza en la dirección buscada, la incluimos más abajo.

En esas experiencias estuvimos durante varios años, intencionando aprender a trabajar con el vidrio en caliente, soplando con cañas, usando las herramientas propias del Oficio. Mientras aprendíamos por reiteración esos procedimientos, las indicaciones de Silo ayudaron a ir configurando todo un sistema de imágenes, que crecieron con fuerte carga, sobre cómo hacer un horno de fusión para vidrio e intentar trabajar con eso en el taller.

A poco de andar comprendimos claramente que las motivaciones que nos impulsaban no eran sólo personales sino que estaban destinadas hacia otros, rescatando y aspirando a preservar conocimientos antiguos, para que luego se pudieran reproducir estas experiencias en otros lugares, en los Parques.



A: Tubo para soplar.—B: Abertura pequeña.—C. Marco.—D. Tenaza.—E: Mol-
des para dar forma al vidrio

*De re Metallica. G. Agrícola.
Horno para vidrio. Año 1556*

2.2. El fuego. Carta de Silo.⁶

Nos parece que esta carta da un buen punto de partida para trabajar los Oficios del Fuego y en lo particular para incursionar en la construcción de los hornos para vidrio y el posterior manejo de esa sustancia ígnea a través del fuego.

“Hola Eduardo.

No sabía que andabas a la búsqueda del fuego. Sí conocía que Karen y algunos amigos incursionaban en ese territorio. Por lo demás es muy bueno ese ejercicio de conservación del fuego (como paso histórico previo al de la producción del fuego).

En efecto, la gente tuvo que empezar por animarse a manotearlo, cosa que la distanció de otros grupos animales; luego hubo de proteger y encerrar a ese ser movedizo e impredecible. Fue necesario transportar, amortiguar (como si durmiera en las brasas y en los rescoldos), alimentar, engrandecer y multiplicar. Para entonces, se había pasado de la tea en la que se propagó el fuego llevándola a corta distancia hasta el recipiente original: la pequeña cavidad en la tierra en la que se cuidaba esa vida inestable. Pero todavía estaba allí, no se podía disponer del fuego en los largos desplazamientos. En algún momento posterior, se inventó la cavidad portátil, el cuenco o recipiente de barro que aparte de contener y permitir el transporte se fue solidificando, se fue cociendo por acción del huésped que trabajó endureciendo su nido. Es gracias a la cavidad fija o portátil que se pudo adormecer el fuego entre las cenizas de materias orgánicas vegetales y animales. Es gracias a la cavidad que se pudo despertar al fuego de su sueño en las cenizas y en el calor del pozo tapizado de piedras. Allí se lo hizo crecer y se lo puso a trabajar: ¡el horno estaba inventado!

Sin embargo, la temperatura lograda no llegó a producir la fusión de los metales. Pero se contaba ya con la greda cocida, endurecida y maleada casi hasta el punto de la impermeabilización como ocurría con los recipientes de piedra, de hueso y de madera trabajada. Durante cientos de miles de años se perfeccionaron los hornos, los combustibles y creció el conocimiento sobre las cocciones, las fusiones, las sublimaciones y algunas aleaciones de metales blandos. No hablemos de la luz, de la defensa y de la cocción de alimentos que ya estaba en el origen del interés por el fuego. Todo siguió progresando linealmente hasta que sobrevino el invento del fuego. Para entonces ya estaban echadas las bases de una tecnología compleja que fue utilizada íntegramente en el paso siguiente.

En suma, para conservar el fuego habrá que tomarlo de un incendio y llevarlo a la cavidad en la que habrá piedras que sirvan a la conservación del calor; se usará madera desde la más fina a la más gruesa y del fuego que pierde sus llamas quedarán las brasas incandescentes que animadas con alimento adecuado y con el soplo, harán brotar nuevamente las lenguas flamígeras. Después se sabrá como prolongar la vida del fuego aletargado en brasas pero protegido por las cenizas. He ahí una de las muertes aparentes y de las resurrecciones del fuego en ese ciclo de la llama a la brasa y de la brasa a la llama.

Y para inventar el fuego se habrá de comprender que la brasa se convierte en llama y que es necesario sacar esa brasa del interior de la madera y de la piedra. A las primeras piedras que chocando se les extrajo la brasa, la chispa prometeica, se las conoció en el Asia como “piedras del fuego” y luego fueron llamadas “piritas” (de pyr = fuego) por los griegos.

Hasta el día de hoy llegan las piritas que son el “pedernal” utilizado para recibir los golpes y raspaduras del “eslabón”. El pedernal de pirita (bisulfuro de hierro) se suele presentar en cristales amarillentos blandos parecido a algunos metales preciosos y por ello fue llamado “el oro de los tontos”. Pero una de las cosas más reveladoras de la pirita de hierro (no la de cobre, ni la de níquel, ni de otros metales) es su configuración en cristales metálicos amarillentos en ocasiones octaédricos, dodecaédricos, etc., pero casi siempre presentada como exaedros casi perfectos, es decir como “piedras cúbicas”. Esta “piedra cúbica” productora del fuego, dio lugar a una larga historia que no es el caso desentrañar ahora, pero que habla del fundamento de una ciencia y una mística. En fin, que la pirita golpeada por el eslabón (sílex o cuarzo con algo de alúmina) comienza a perder material que en pequeñísimos fragmentos salta incandescente y en chispas muy calientes teniendo una vida más prolongada que las

⁶ Esta carta estuvo dirigida a Eduardo Gozalo en Marzo de 2003.

chipas producidas por el entrechocamiento de otras piedras.

Y, finalmente, la “yesca” (del Lat. esca = alimento) que tiene el mismo nombre que se da a diversos hongos (yesquero de los abedules, de las cercas, bermellón, falso yesquero, yesquero multicolor y yesquero propiamente tal, que se prepara para recibir la chispa y producir la brasa). Por cierto que se usaron diferentes tipos de “yescas” pero la de hongos secos y muy molidos al igual que algunos excrementos animales utilizados también para conservar el fuego, se universalizaron para la producción de las brasas que, animadas por el soplo y las briznas pajizas terminaron generando el fuego. Así pues, la yesca de hongos acercó al hombre a la brasa y también al humo y al fuego ritual- alucinatorio, pero este es otro fenómeno cultural que no vamos a desarrollar ahora.

También se usó el frotamiento de la madera blanda y seca para la producción del fuego, pero siempre hubo que solucionar el problema de la yesca.

A estas alturas pienso que si se quisiera comprender el comportamiento de los materiales no convendría partir del fuego sino del comportamiento de sustancias “frías” (barro, madera, hueso, piedra) y del comportamiento de las ceras, las resinas, los yesos, los cementos y hasta los sintéticos actuales. También habría que trabajar en los modelos, sus duplicaciones y sus moldes y las diversas técnicas necesarias para producirlos

Si se quisiera entender el significado de la cerámica, la vidriería y la metalurgia, habría que partir por las prácticas que hemos insinuado respecto a la conservación y, posteriormente, la producción de fuego. La fabricación de los hornos y los crisoles enriquecería este conocimiento y, entonces, los materiales y su comportamiento se insertarían en un contexto de comprensión mayor.

Te mando un fuerte abrazo.

Negro.”

3. Algunos datos históricos sobre el Vidrio.

- Los primeros hallazgos ubican el vidrio en el neolítico, aprox. 7000 AEV⁷. El hombre prehistórico sabía de la obsidiana, una roca volcánica vítrea, originada por el rápido enfriamiento de la lava, que tenía un aspecto translúcido, de color verde oscuro o negro, casi nunca transparente. Este material era usado para fabricar herramientas, armas y ornamentos.

El vidrio natural se encuentra como:

- **Cristal de roca y cuarzo** formados por la combinación de alta presión y temperatura en el interior del globo terráqueo,
- **Obsidiana**, producto de las erupciones volcánicas,
- **Fulgurita**, resultante de la fusión de arena del desierto causada por las descargas eléctricas de los rayos.

“Algunos autores suponen que le vidrio fue descubierto por los primeros fundidores de metales, probablemente al tratar los minerales de cobre, ya que en su obtención se separan escorias vítreas opacas y coloreadas. Esta suposición viene avalada por el hecho de que los primeros vidrios o pastas de vidrio fueron de color azul verdoso. Pero igualmente verosímil es la atribución de su descubrimiento a los primitivos alfareros como consecuencia de la vitrificación accidental por sobrecalentamiento de uno de sus barro cocidos.”

“La fabricación del vidrio presentaba, pues, mayores dificultades, pues no solo requería temperaturas muchos mas elevadas, sino que además encerraba otras complejidades operativas. Ello explica que la primera función que desempeñara el vidrio, antes de adquirir su propia identidad como material, fuera simplemente la de su aplicación como recubrimiento de piezas cerámicas, y que tuvieran que transcurrir muchos siglos antes de que la vidriería llegara a desarrollarse como una actividad independiente.”⁸

- **Siria.** Las arenas del río Belus, actualmente llamado Naaman, fueron usadas por sus propiedades para fabricar los primeros vidrios. Se cree que las primeras producciones de vidrio fueron hechas en esta zona y llevadas a Egipto.

Comenta Fernández Navarro que *la vinculación del río Belus a los cultos egipcios a Osiris hace pensar que la fusión del vidrio constituye una representación simbólica del alma después de la purificación de su cuerpo por el fuego.*

- **Egipto.** Del 9000 AEV aproximadamente datan las primeras figuras de arcilla vidriadas encontradas por los arqueólogos. Del 7000 AEV se halló un amuleto de pasta de vidrio, procedente de la primera dinastía. Es considerado el primer objeto de vidrio. Para el año 2000 AEV, según diversas fuentes, la producción del vidrio ya estaba bien desarrollada en Egipto, Siria y en diferentes regiones de Asia. Se usaba la técnica del núcleo de arena o arcilla. Por ejemplo, la copa de Tutmes III se hizo mediante este proceso, alrededor del año 1490 AEV.



- **El primer texto sobre vidrio.** Los datos más antiguos sobre la fabricación del vidrio sitúan su producción en Mesopotamia hacia mediados del segundo milenio AEV. Se toma como referencia una tableta de arcilla con escritura cuneiforme hallada en Tell-Umar y otras posteriores procedentes de la biblioteca del rey asirio Asurbanipal, (668 - 626 AEV) en Nínive, en las que se indican diversas fórmulas para obtener vidrio de distintos colores, así como la forma de construir los hornos y los tipos de combustibles que debía utilizarse. Por ejemplo, una de las fórmulas encontradas en una de esas tablillas, dice: “Tome 60 partes de arena, 180 partes de ceniza de plantas marinas, 5 partes de cal, y obtendrá vidrio”.

⁷ AEV es abreviación de “antes era vulgar”. DEV es abreviación de “después era vulgar”.

⁸ Fernández Navarro, J.M. El Vidrio. CSIC, Instituto de Cerámica y Vidrio, Madrid, 1991. Pag. 6.

- **Horno egipcio.** Recientemente se descubrieron nuevos restos de hornos que corresponden a una posible fábrica de vidrio, localizados al este del Delta del Nilo, en Amarna, estos datan del antiguo reino de Akhenaton (1352-1336 AEV). Para comprobar su funcionamiento, un equipo de arqueólogos de la Universidad de Cardiff, de Reino Unido, reconstruyó un horno completo y logró fabricar un lingote de vidrio (ver foto en la siguiente página).



- **India y China.** La fabricación de vidrio se remonta al 1000 - 500 AEV.

La composición química del vidrio fue variable, se sabe que en China se fabricó vidrio con óxido de plomo y con óxido de potasio antes que en Europa.

- **“En Japón,** las primeras piezas de vidrio encontradas son del periodo Yayoi (250 AEV – 259 DEV) Estas primitivas manifestaciones consisten en cuentas de colores.

Llama la atención que, mientras que la composición química de algunas de estas muestras es de naturaleza sódico-cálcica, muchas de ellas contienen hasta un 70% de óxido de plomo. La manufactura de estas piezas se extendió de forma creciente a lo largo de los tres siglos que duró el periodo Kofun (el de las grandes tumbas). Dentro de él se produjeron notables progresos en la coloración de los vidrios mediante la utilización de diversos óxidos metálicos. También durante este periodo se inició en Japón la producción de los primeros recipientes de vidrio. En el periodo siguiente, el periodo Asuka, que comienza en el año 552 y que marca el comienzo del budismo en Japón, se intensificó la fabricación de vidrio y se depuraron las técnicas de su elaboración. A la producción de los diversos tipos de cuentas, que siguió siendo muy abundante, se sumó en número creciente la de recipientes de vidrio que fueron cada vez más apreciados. Se trata de pequeñas piezas fabricadas por soplado en forma de vasos y botellas. El hecho de que estos pequeños recipientes fueran fundamentalmente empleados para guardar dentro de ellos reliquias de Buda (*shariki*) demuestra la elevada estimación en que se tenía al vidrio como material. Cada relicario de vidrio se guardaba en una caja metálica que era enterrada reverencialmente en el lugar sobre el que se iba a construir una pagoda, con el fin de obtener la protección divina. Estos relicarios solían ser de color verde.”⁹

- **En Siria** se produce la invención de la caña para soplar en el siglo I AEV.
- **El Imperio Romano.** Durante los siglos I - IV DEV los vidrieros romanos alcanzaron altas cotas de originalidad en la producción de vidrio con la creación de formas y temas decorativos.

A continuación unas fotos de la reproducción de un horno romano realizado por el Museo Arqueológico Provincial de Velzeke (Bélgica) en 2008.



- “Desde mediados del siglo 1 DEV, la fabricación de vidrio, partiendo del norte de Italia, comenzó a extenderse en Europa a través de los distintos países que componían el imperio romano, y

9 Fernández Navarro, J.M. El Vidrio: Segunda Edición, CSIC, Instituto de Cerámica y Vidrio, Madrid, 1991. Pág. 22.

los artesanos vidrieros, muchos de ellos de origen sirio, fueron estableciendo talleres al sur de las Galias, en el valle del Ródano cerca de Lyon y en el valle del Sena; en Germania donde los centros vidrieros más importantes se situaron a lo largo del Rin, en Estrasburgo Trveris y en las inmediaciones de Colonia; y en la Península Ibérica, en la región catalana, en el valle del Guadalquivir, en Mérida, en Ibiza y en la zona de la montaña Palentina.”¹⁰

Una famosa pieza de vidrio, a modo de ejemplo, es el **vaso de Licurgo**, con filigrana tallada, de manufactura romana de finales del siglo IV, actualmente en el Museo Británico.



Para realizar esta pieza se unían dos estratos de vidrio de diferente color, tallando luego la capa externa para dejar al descubierto partes de la capa interior y establecer, así una delicada decoración en relieve que resalta por el contraste cromático. En esta pieza se han extraído grandes porciones de la capa externa dejando un entramado decorativo que parece estar apenas sujeto a la capa interior que conforma el recipiente.

La fama y el mérito de este vaso, conocido como diatreta, más que la belleza de su talla, es debida a que su color varía según el tipo de iluminación que recibe. Cuando se contempla bajo luz reflejada, se ve de color verde oliva y, si se observa por transmisión a contraluz, resulta de color púrpura. Este efecto, desconocido en los vidrios de su época, está producido por una dispersión de partículas coloidales de plata y oro en estado elemental, según ha podido comprobarse mediante un análisis espectroscópico¹¹.

- **Bizancio.** En los años 400 - 600 DEV se produjo el mosaico elaborado y vidrieras o vitrales.
- **La civilización islámica.** Del 700 - 800 DEV aporta su contribución a la fabricación de vidrio.
- **Alemania.** Siglo XII, se fabrica vidrio plano en cilindros.
- **Venecia.** En el siglo IX se comienza a trabajar el vidrio y seguirá siendo el punto de referencia europeo durante 8 siglos aprox. En 1291, con el fin de evitar el peligro de incendio, el procesamiento de vidrio se limita a la isla de Murano. En 1568 hay 46 fábricas de vidrio en la isla.
- **Normandía, Lorena.** En los siglos XII al XVII se fabrica vidrio plano en disco. También cobra auge la producción vidriera en **Barcelona**.
- **Óptica.** En el siglo XVII comienza la producción de vidrio óptico y el desarrollo científico.
- **Kepler** diseña en 1611 un antejo astronómico con ocular convergente que fue construido por el jesuita Schainer.
- **Inglaterra, los Países Bajos y Bohemia.** En los siglos XVII y XVIII se desarrolla el arte en vidrio y se crean nuevas composiciones en las fórmulas.
- **Boston.** En 1825 se hace el primer vaso de fabricación americana.
- **En el siglo XX** se incrementa la investigación científica en el campo del vidrio en todo el mundo.

10 Fernández Navarro, J.M. El Vidrio. CSIC, Madrid, 1991. Pág.19.

11 Fernández Navarro. Op. Cit. Pág. 19.

3.1. Libros de referencia histórica sobre el vidrio.

- **Historia Natural (Naturalis Historia).** Plinio el viejo redactó en el año 70 DEV su gran obra, considerada la enciclopedia más antigua de la historia compuesta por 37 libros, fruto de la información recogida de más de 2.000 libros.

Rescatamos aquí algunas partes del libro XXXVI, que pueden servir de referencia para acercarnos a las descripciones y al “clima” con que se trasmitían los conocimientos en ese pasado remoto.

Historia Natural. Libro XXXVI.¹²

“De la naturaleza de las piedras, de su uso en construcción, de los principales monumentos y otros usos”.

“Capítulo XXVI. *Es en Siria, en un país llamado Fenicia, que limita a Judea y que contiene las raíces del Monte Carmelo, hay un pantano conocido como Candebia. Donde se cree que nace el río Belus, que después de un viaje de cinco mil pasos, desemboca en el mar de la colonia de Ptolemais. El curso es lento, el agua insalubre para beber, sagrado para ceremonias religiosas. El río es cenagoso y profundo y no se muestra sino con el refluo del mar la arena que lleva. Así que, de hecho, la arena, lavada por el mar, queda separada de impurezas y limpia.*

Se cree que este contacto con el agua de mar es el que actúa sobre ella y que sin él sería nada. El espacio de la ribera no tiene más de quinientos pasos, y durante varios siglos fue la única localidad que producía el vidrio. Se dice que una nave con unos comerciantes que llevaban nitro (nitrato de potasio), buscaban dispersos por la costa, unas piedras para preparar sus comidas, al no encontrarlas para poner la caldera, pusieron unos terrones de nitro, su carga sujeta a la acción del fuego, espolvoreadas con arena, sobre el terreno vieron arroyos transparentes de un licor desconocido y este fue el origen del vidrio.”

LXVI. *Dado que la industria es ingeniosa y sabia, no se contenta con mezclar nitro con arena y nos imaginamos que incorporó la piedra imán, en el pensamiento de que atrae el vidrio fundido, tal como el hierro. De la misma manera se empezó a introducir el elenco, de brillantes piedras y conchas y arenas fósiles. Los autores dicen que el vidrio de la India es de vidrios rotos y por eso por nadie puede ser comparado con el Índico. Para cocerlo se usa madera ligera y seca y añadiendo cobre de Chipre y nitro, y entre todos los nitro, los Egipcios.*

Se derrite como el cobre, en hornos que de continuo arden, y que oscurece su masa. El vidrio fundido es tan blando, que incluso corta antes de que se sienta llegar al hueso cualquier parte del órgano que toca. Estas masas se ponen de nuevo en los hornos, donde se le da el color y a continuación, a veces se soplan, a veces se hacen a torno, a veces se labra como la plata.

Sidón fue una vez famosa por su cristal y se inventó incluso los espejos de vidrio. Esto fue la antigua forma de fabricación de este producto. Hoy en día, en la desembocadura del río Volturno en la costa de Italia, en un espacio de seis mil pasos entre Cumas y Liternum, recoge una arena blanca muy suave y que se muele en el mortero y con muelas. Luego se mezcla con tres partes de nitro, o por el peso, o por medida, la mezcla se funde, y luego en hornos de otro tipo: donde se forma una masa a la que damos el nombre de hammonitrum. Esta masa vuelta a fundir, da puro cristal y vidrio blanco. Este arte ha pasado, a la Galia y a España, donde la arena se trata de la misma manera. Se dice que durante el reinado de Tiberio se dio con una mezcla de un vidrio flexible, y que la fábrica del artista fue destruida para que no bajase el valor del cobre, la plata y el oro. Y este rumor ha sonado durante mucho tiempo siendo más común que cierto, ¿pero que importa?. En tiempos del príncipe Nerón encontramos un proceso de labrar el vidrio que se vende a 6.000 sestercios dos cálices medianos llamados petrotos.

LXVII. *Otro género es el vidrio de obsidiana, algo similar a la piedra que fue descubierta en Etiopía por Obsidius. Esta piedra es muy oscura, a veces translúcida, pero que formando espejo para la pared,*

¹² La traducción que tomamos como referencia es del año 1623, hecha por Jerónimo de la Huerta (1573 -1643), médico, poeta, traductor y humanista español.

hace la sombra en lugar de la imagen de los objetos. Muchos de ella hacen joyería. He visto enormes estatuas de obsidiana del divino Augusto, gustoso de su sustancia semi-transparente. A sí mismo como una maravilla en el templo de la Concordia dedicó, 4 elefantes en piedra obsidiana.

El emperador Tiberio mandó a los Heliopolitanos para sus ceremonias, una estatua de piedra de obsidiana de Menelao. Se encuentra en la herencia de un prefecto de Egipto. Esto demuestra que estamos lejos de terminar con el uso de esta sustancia, ahora confundida con el vidrio debido a la similitud. Según Xenócrates, obsidiana se encuentra en la India, en Samnio Italia y España, a orillas del océano. Se produce, utilizado como colorante de la obsidiana diversos utensilios de mesa y una copa de vidrio toda roja, opaca, que se llama haematinum. También hay un vidrio blanco, vidrio murrina, imitando el jacinto, el zafiro, de todos los colores en una sola palabra.

No se puede hacer ya materia más manejable, ni más colorida, pero el más estimado es el vidrio incoloro y transparente, porque se ve más cristalino. Para beber incluso se prefiere a la taza de plata y el oro, y no sufre el calor a menos que antes tenga algún líquido frío, y sin embargo cuencos de cristal llenos de agua, frente al sol, encienden los rayos tanto que queman las telas. Los fragmentos de vidrio no se pueden soldar al fuego, sino se funde completamente, antes debe triturarse. Los objetos de vidrio de cristal de colores, se llaman oculis; estos objetos en ocasiones ofrecen incluso más matices. El vidrio fundido se endurece con azufre en piedra.

LXVIII. *Después de contar todo lo que crea el ingenio, reproduciendo la naturaleza a través del arte, debemos mirar con admiración que es casi nada lo que el fuego no perfeccione.*

Capítulo XXVII. *El fuego recibe las arenas, en unos sitios se funde el vidrio, en otras la plata, también el minio y el plomo y sus variedades, también tintes, medicinas en otros lugares. Por el fuego las piedras se convierten en cobre; por el fuego, el hierro se produce y se domina, por el fuego, el oro es purificado; por el fuego, se quema la piedra que en cemento dará la fortaleza de nuestros hogares. Algunos materiales deben presentarse más de una vez a su acción y la misma sustancia que le da un producto primero, a la primera vez cocidas, un segundo producto y un tercero a la segunda y tercera vez.*

Capítulo XXXIV. *El carbón que queda luego de arder, y apagarse, comienza a tener fuerza, sobre todo gran alcance, y se creía muerto. Enorme y engañosa parte de la naturaleza, ¡y que no conocemos aunque se crea que es más lo que destruye que lo que produce!*

Estas son parte de los relatos de Plinio en su Historia Natural.

Algunos historiadores consideran este origen del vidrio como una leyenda de la que se puede tomar sólo algunos datos ciertos y otros no se creen posibles, como fundir arena con la llama de una hoguera. Aunque este tema se prestó a discusión durante mucho tiempo. Se ha podido comprobar experimentalmente, cuenta Fernández Navarro, que con un fuego de leña se puede llegar en dos horas a 1200 °C, temperatura que sería suficiente para fundir un vidrio binario de silicato sódico. En algunos hornos hechos en nuestros Talleres, también hemos sobrepasado los 1200 °C, esa experiencia nos habilita a intentar hacer alguna prueba y tal vez producir un vidrio básico.

- **De originibus rerum.** Siglo IX, se publica en Alemania la obra de Hrabanus Maurus.
- **Schedula Diversarum Artium.** “Lista de diversas artes” de Theóphilus Presbítero (1070-1125). Se publica en Alemania en 1120. Esta obra permite una visión detallada sobre las técnicas utilizadas en las artes aplicadas en la Edad Media, está dividida en tres libros. El segundo trata de la producción de vidrios de colores y las técnicas de pintura sobre vidrio. El tercero trata diversas técnicas de orfebrería en metal y otros temas. En el segundo libro se desarrolla el tema de los hornos.

Ahí podemos leer algunas cosas ilustrativas, por ejemplo:

“Capítulo I Sobre la construcción del horno para hacer vidrio.

Si vas a tratar de hacer vidrio, en primer lugar corta una cantidad de troncos de madera de haya y sécalos. Luego quémalos juntos en un lugar limpio y cuidadosamente junta las cenizas, teniendo

cuidado de que no se mezclen con la tierra. Luego construye un horno de piedras y arcilla, de 4,5 metros de largo y 3 de ancho, de la siguiente manera...¹³

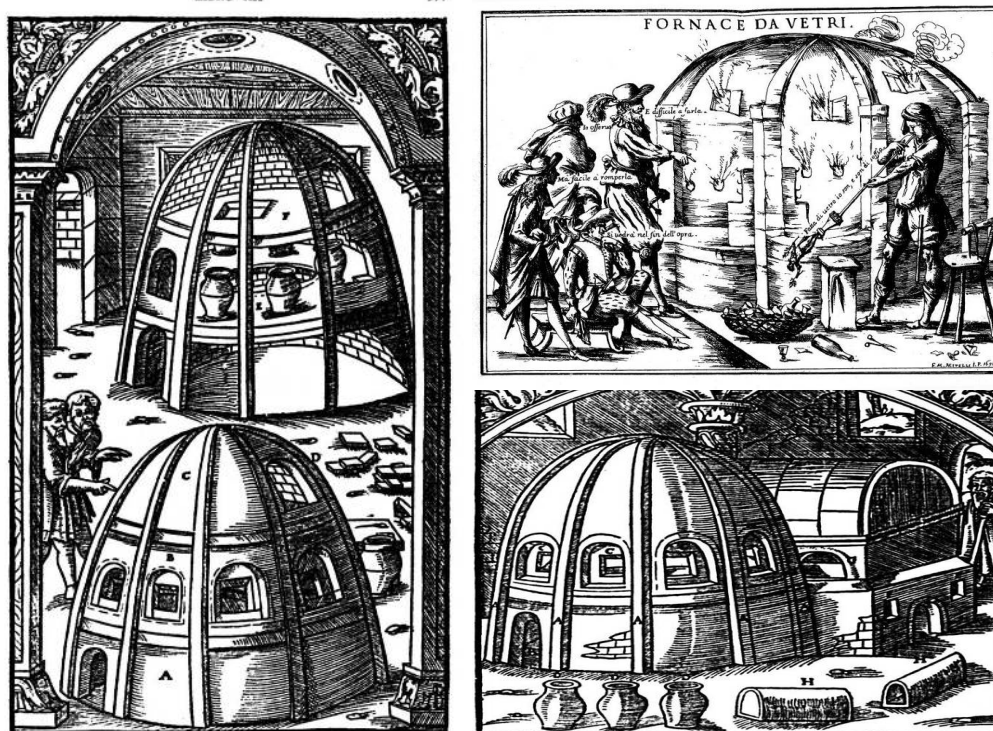
“Capítulo II. Acerca del horno de enfriado.

También debes hacer otro horno, de 3 metros de largo y 2,4 de ancho, con 1,2 metro de alto. Aquí, en un lado realiza una abertura para introducir madera y fuego, con una ventana en un lado, de 30 cm para colocar y retirar todo lo que sea necesario; y un hogar firme y suave en su interior. Este horno se llama horno de enfriado...¹⁴

En este libro el tema es como hacer vidrio transparente y de colores para los vitrales de las catedrales, las descripciones que dan son muy comprensibles.

Este es prácticamente el primer libro de occidente que describe técnicamente los procesos y procedimientos que se realizaban en este arte.

- **Pirotechnia.** De Vannoccio Biringuccio (1480-1539). Se imprimió en Venecia en 1540. En el último capítulo del segundo libro se estudia la tecnología vidriera.
- **De Re Metallica.** de Georgius Agrícola (1494-1555). En el último capítulo se describe detalladamente el trabajo con el vidrio y la construcción de los hornos.
- **De Arte Vitraria.**¹⁵ En 1612 aparece el trabajo de Antonio Neri publicado en Florencia, se lo considera como el primer texto técnico completo escrito para la producción de vidrio.



A: Cámara baja de otro horno segundo.—B: Cámara central.—C: Cámara alta.—
D: Boca.—E: Abertura redonda.—F: Abertura rectangular

A: Arcos del segundo horno.—B: Boca de la cámara inferior.—C: Aberturas de la cámara superior.—D: Vasijas puntudas.—E: Boca del tercer horno.—F: Nichos para los recipientes.—G: Aberturas de la cámara superior.—H: Recipientes oblongos

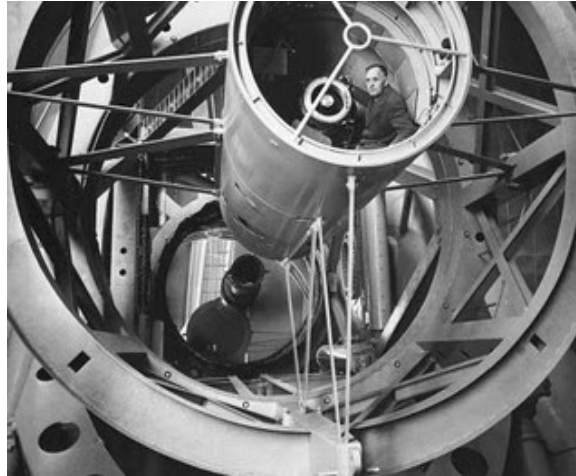
13 *Schedula diversarum Artium.* Segundo libro, capítulo I, London 1847, pág 191.

14 *Schedula diversarum Artium.* Op. cit. pág 193.

15 Algunos comentarios sobre este libro se hicieron anteriormente dentro de la charla “la Piedra”.

3.2. Observatorio Monte Palomar.¹⁶

En 1934 empezó la fundición del disco de vidrio Pyrex (un vidrio especial, térmicamente muy estable) para construir la óptica principal de 5 metros de abertura del telescopio de Monte Palomar, que fue el más grande del mundo durante casi tres décadas. Este telescopio está ubicado en San Diego, California. EE.UU.



Hacer el molde requirió tres años de trabajo. Se prepararon 38 toneladas de vidrio a pesar de que sólo se necesitaban 20 toneladas.

El calentamiento previo duró 10 días hasta conseguir una temperatura de 1575 °C. La operación de llenar el crisol duró tres semanas. La colada duró diez horas y después se dejó bajar lentamente la temperatura hasta los 650 °C.

Esta temperatura (650 °C) se mantuvo durante dos meses, haciéndola luego descender diariamente una pequeña fracción hasta llegar a la temperatura ambiente. Tuvieron que esperar 11 meses para su gradual enfriamiento.

Una vez estabilizada su temperatura, el disco de vidrio de 20 toneladas fue trasladado al Instituto Tecnológico de California, donde fue pulido durante 11 años hasta que su superficie quedó perfectamente configurada.

El telescopio se terminó de construir completamente en el año 1948 y fue nombrado Telescopio Hale en honor del astrónomo George Emery Hale.

“Para pulir el lente de un telescopio, se coloca polvo abrasivo y encima una torta de brea, se gira la torta de brea con el abrasivo y no insistes en perfeccionar sino en producir el máximo de errores y los errores se van distribuyendo, trabajando por el azar, y al final no quedan errores gruesos sino distribuidos uniformemente. Si insistes en la precisión, profundizas el defecto. Luego puedes pasar a un aparato de Foucault para inspeccionar y perfeccionar. Los antiguos por la práctica se dieron cuenta y uniformaron los defectos. Las máquinas tienen micrones de defecto y si pasas miles de veces por lo mismo, lo que haces es agrandar el defecto. Este sistema se usó en el telescopio de El Palomar, miles de tipos haciendo su imperfecta labor.

Es muy bueno considerar que en el trabajo de uno hay que bajarse los humos, estos tipos descubrieron que hacían bien el trabajo con el error. Necesitamos su defecto y no su maravilla. No podrás orientarte por la perfección de tu pretensión. El Palomar enfrió el vidrio en años, grado por grado.

Enganchando con el aprendizaje a las Disciplinas, que la gente perfeccione sus errores hasta que queden agotados. No podrás orientarte por la perfección de tu pretensión. Es especialmente lindo el trabajo de sinceramiento con las propias posibilidades. En cuanto un tipo dice que es mejor que los demás...”¹⁷

¹⁶ Los tiempos de espera y el largo trabajo de pulido que llevo la lente de vidrio para el telescopio del Palomar, fue usada como ejemplo por Silo en varias oportunidades. “...vamos a poder equilibrar la sumatoria de errores como cuando se pulen los lentes de los telescopios.” **En qué estamos.** Silo, 2010.

¹⁷ Extraído de notas personales de una charla de Silo, 29 de enero 2010 en el Centro de Estudios de Parque Punta de Vacas.

3.3. Vidrio del Espacio.

Finalizando esta resumida reseña sobre algunos aspectos de la historia del vidrio, ponemos un artículo de Karen Miller y el Dr. Tony Phillips, extraído de Science@NASA, que anuncia probables y novedosas aplicaciones del vidrio a futuro.

“Abril 14, 2003: Es fácil: mezcle algunos materiales como arena, piedra caliza y sosa. Calíentelos a más de 1100° C. Enfríe entonces el líquido incandescente con mucho cuidado o los cristales no podrán formarse. Es así como se fabrica el vidrio.

Los artesanos en la Tierra han seguido esta receta básica durante milenios. Y siempre funciona. “Ahora sabemos que funciona aun mejor en el espacio”, dice el experto en vidrios y cerámicas Delbert Day, quien ha estado experimentando con vidrios fundidos en Transbordadores Espaciales durante los últimos veinte años.

Al comenzar estos experimentos iniciales, decía, esperaba obtener un vidrio más puro. Esto es debido a que en la Tierra, la fundición - el líquido fundido del cual se forma el cristal - debe de ser manejado dentro de alguna clase de recipiente. Eso es un problema. “A altas temperaturas”, decía Day, “los vidrios fundidos son muy corrosivos contra cualquier tipo de contenedor conocido”. Puesto que el material fundido ataca y disuelve el recipiente, se contamina, y por tanto también el vidrio resultante.

En ambientes de muy baja gravedad, en cambio, no se necesita ningún recipiente. En los experimentos iniciales de Day, el fundido - una gota líquida de 0,6 cm de diámetro - se colocó dentro de un horno caliente y se sostuvo mediante la presión de ondas sonoras emitidas por un levitador acústico.

Con ese levitador acústico, explica Day, “podíamos fundir y enfriar y volver a fundir y enfriar una gotita de material sin que ésta estuviera en contacto con algún otro objeto”. Como había esperado Day, el procesamiento sin contenedor produjo un vidrio de mejor calidad.

Cuando la mayoría de la gente piensa en el vidrio, se imaginan ese material transparente en las ventanas. Pero el vidrio ni tiene por qué ser transparente, ni se encuentra siempre en las ventanas. Entre los investigadores hay una definición diferente: “vidrio” es un material sólido con una estructura interna amorfa. En los sólidos, los átomos están normalmente dispuestos según patrones regulares y predecibles, como los ladrillos en una pared. Pero si los átomos están revueltos de una manera desorganizada, como los ladrillos amontonados en el suelo -- eso es el vidrio.

El vidrio de ventana que nos es tan familiar está formado principalmente por sílice -- un compuesto de silicio y oxígeno. Esencialmente es arena fundida. Pero en teoría, un fundido de cualquier composición química puede producir un vidrio con tal de que el fundido pueda ser enfriado con la suficiente rapidez como para que los átomos no tengan tiempo de colocarse en patrones, o cristales.

En órbita, en cambio, los líquidos fundidos no cristalizan tan fácilmente como lo hacen en la Tierra. Es más fácil la formación del vidrio. Por tanto, no solamente se puede hacer vidrio menos contaminado, sino formarlo a partir de una variedad más amplia de fundidos.

¿Pero por qué es esto tan importante? ¿Qué defectos tiene el vidrio hecho con sílice?

Para las ventanas el sílice es adecuado. Pero el vidrio hecho de otras composiciones químicas ofrece una multitud de propiedades inesperadas. Por ejemplo, hay “vidrios bioactivos” que se pueden usar para reparar huesos humanos. Esos vidrios eventualmente se disuelven una vez que han cumplido con su finalidad. Por otra parte, Day ha desarrollado vidrios que son tan insolubles dentro del cuerpo que están siendo utilizados para tratar el cáncer mediante la distribución de altas dosis de radiación directamente en el lugar del tumor.

Otro ejemplo: el vidrio hecho de metal puede ser muy duro y resistente a la corrosión. Y no se necesita moldearlo mecánicamente en las precisas e intrincadas formas necesarias, digamos, para un motor. Se puede simplemente moldear o vaciar.

Es también intrigante para los investigadores espaciales el vidrio de fluoruro. Hecho con una mezcla de zirconio, bario, lantano, sodio y aluminio, este tipo de vidrio (también conocido como “ZBLAN”) es cientos de veces más transparente que el vidrio de sílice. Sería excepcional para fibras ópticas.

Una fibra de fluoruro sería tan transparente, dice Day, que un rayo de luz que entre por un extremo en Nueva York, podría llegar a otro extremo tan lejano como París. Con las fibras de vidrio de sílice, la señal lumínica se degrada a lo largo del camino.

Desdichadamente, las fibras de vidrio de fluoruro son muy difíciles de producir en la Tierra. Los fundidos tienden a cristalizar antes de que se forme el vidrio.

Por estos días, Day está planificando su próximo experimento en el espacio - a bordo de la Estación Espacial Internacional - con el que espera confirmar sus ideas. Se fundirán y enfriarán muestras idénticas de vidrio de la misma forma en la Tierra y en muy baja gravedad. Entonces se contará el número de cristales que aparezcan en cada muestra. Si la dilución por corte existe, dice, habrá menos cristales en las muestras fundidas en el espacio que en las producidas en la Tierra.”

Los avances del vidrio en los últimos cincuenta años son tan numerosos que exceden el interés de este trabajo. No entraremos en el detalle de los vidrios fototrópicos, las fibras ópticas, los vidrios semiconductores, los vidrios láser, los vidrios de alta tenacidad, por nombrar algunos de los más representativos que se van constituyendo en la realidad material de esta época.

4. Recopilación de información, viajes.

Un parte importante en la búsqueda de estos conocimientos y experiencias fue visitar en Italia y España algunos centros vidrieros, algunos museos y muchos amigos.

Mientras recopilábamos información actual, dedicamos un largo tiempo a conseguir libros antiguos para estudiar. Tratamos de recopilar los textos que han sido claves en la historia del vidrio, para conocer los diversos procedimientos desde las fuentes originales. Como varios de estos libros estaban escritos en diferentes lenguas, fue gracias a algunos amigos que hicieron la traducción de esos textos al español, que pudimos meternos en sus páginas.

4.1. Viaje a Italia, Florencia.



En Italia visitamos una fábrica en las cercanías de Florencia, en Valdarno.

En ese lugar, gracias a la gestión de un amigo, Olivier Turquet, conversamos con los dueños de la fábrica, recorrimos sus instalaciones y pudimos ver de cerca los hornos encendidos y el trabajo de algunos sopladores de vidrio.

Cada pieza artesanal, una copa por ejemplo, es realizada por varios especialistas, uno hace la base, otro el cuerpo, otro los cortes apropiados, con simpleza y velocidad. Todo un arte donde lo característico es el trabajo sincronizado de un conjunto para producir algo en común.

4.2. Comentarios sobre Venecia y Murano.¹⁸

Venecia tuvo gran importancia y ejerció una influencia notable en los trabajos con el vidrio. En Murano se producían mosaicos ya en el siglo IX; pero el florecimiento de la industria vidriera veneciana data del año 1204, época de la conquista de Constantinopla. Gracias a las relaciones comerciales con el Oriente, Venecia había asimilado, entre otras artes griegas y sarracenas, la fabricación de vidrio. Durante mucho tiempo predominó en la industria vidriera veneciana la influencia bizantina, que siguió manifestándose sobre todo en los mosaicos hasta el siglo XIV, a partir de ahí el arte italiano emprendió nuevos caminos junto al Renacimiento.

A la metrópolis del Adriático acudían de todas partes pintores, escultores, arquitectos, fundidores de bronce y toda suerte de artesanos. Pero una de las artes que más contribuía a la fama de Venecia era la elaboración del vidrio, que se había desarrollado ahí de un modo especial.

Por una resolución del gran Consejo de Venecia, se trasladaron todos los hornos a la isla de Murano en el año 1291, en esa resolución se decía: *“Para que un arte tan noble siempre esté y permanezca en Murano”*.¹⁹

Para entonces la industria vidriera ya tenía tres siglos de desarrollo, tomando como referencia un documento del año 1091. Los Phiolarius o fabricante de frascos como eran también conocidos, formaron un gremio que reconocía cuatro clases: los sopladores de vidrio, los fabricantes de espejos y cristales para ventanas, los que hacían cuentas o perlas de vidrio y los sopladores que producían mediante el soplete, con pasta de vidrio de color, varillas y esmaltes, objetos artísticos. Cada una de esas clases tenía su reglamento especial.

En Murano ningún extranjero podía dedicarse a la industria vidriera, una ley del 1489 confirma este hecho, incapacitando además a todo participante en una fábrica de Murano para irse al extranjero.

La isla de Murano tenía su código propio, contaban con muchos privilegios, tenían su propia moneda

¹⁸ Para hacer estas menciones sobre la historia de Venecia y Murano, nos basamos en un libro de 1889, llamado “Los grandes inventos”. Tomo cuarto. De Francisco Reuleaux, Madrid, Gras y Compañía, editores. En la pág. 596 y siguientes se puede leer el relato completo.

¹⁹ “ut ars tam nobilis Samper stet et permaneat in loco Muriani”.

de oro y plata; y estaban decididos a conservar el secreto de sus procedimientos. Toda tentativa de divulgarlos se castigaba con las penas más severas. Los que traicionaban el código y se daban a la fuga eran emplazados a volver, encarcelando entretanto a sus parientes, y si esa medida no producía el efecto deseado, la República enviaba agentes tras los fugitivos con orden de matarlos. A pesar de todo, los procedimientos especiales se propagaron a otros países.

Los siglos XVI y XVII fueron los más celebres para los vidrios de Murano, ese período del Renacimiento dio un vigoroso impulso a todas las artes. Aquellos vidrieros dominaban sus materiales y gracias al sentido artístico de la época, no les faltaban ocasiones para lucir sus habilidades.

Pero la industria vidriera decayó cuando empezó a empañarse el brillo de la República. Entre tanto otros países se esforzaron en la producción de vidrios, para hacerse independientes de Venecia, tratando de conocer los secretos y procedimientos muranenses. Así en Bohemia, Estiria y Carintia se dio lugar a la inmigración de algunos vidrieros venecianos. Además de Alemania y Flandes, Francia había hecho notables progresos en la fabricación de espejos, Todas estas circunstancias contribuyeron a la decadencia de la industria de Murano.

Casi todo cayó en el olvido, a tal punto que cuando en 1859 se trató de restaurar los mosaicos de San Marcos, las fábricas existentes en Murano eran incapaces de surtir los esmaltes necesarios. Antonio Salviati concibió la idea de hacer renacer el arte antiguo; y aunque de profesión letrado, poseía los conocimientos químicos y arqueológicos suficientes. Salviati profundizó sus investigaciones anticuarias y merced a su inteligencia y actividad, y mediante la fundación de una escuela de dibujo, talleres de modelar y un museo especial logró en breve tiempo producir objetos de vidrio casi tan hermosos como los antiguos.

4.3. Viaje a Murano.



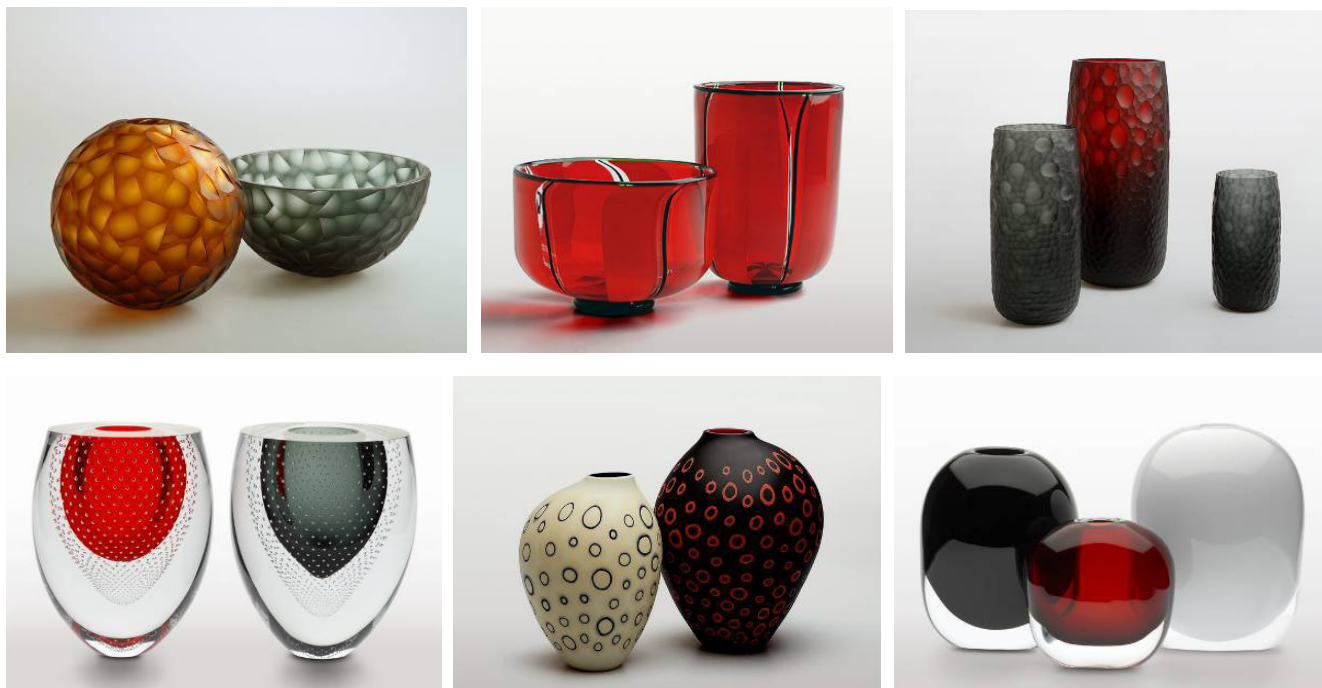
Un tiempo después fuimos a Venecia con Daniela Mencarelli, Claudio Marchini y Carmem Martins Araujo a ver los hornos de Murano y observar a esos renombrados maestros vidrieros en acción. Gracias a las traducciones de estos amigos pudimos entender con claridad lo que nos comentaban en esos lugares.

Recorriendo algunas de las fábricas pudimos ver el arte del vidrio soplado en forma artesanal. En cada fábrica encontramos un espacio destinado a los visitantes para que vean las piezas que van realizando en ese momento. Entre explicaciones varias muestran su destreza en el dominio de este arte.

Las producciones que hacen en Murano son de gran valor y maravillan al observador. En las obras realizadas con veloz precisión se hace evidente el producto de siglos de acumulación en el oficio del soplado de vidrio.



A modo de ejemplo ponemos unas fotos de algunas producciones actuales de la fábrica Salviati de Murano, que funciona desde mediados del siglo XIX. Antonio Salviati, decidió revitalizar la industria del vidrio veneciano que había sido eclipsado por el cristal Inglés y de Bohemia.



La observación que pudimos hacer de los distintos hornos en varias fábricas y del trabajo con ellos, fue completando la imagen que teníamos sobre el tema. Permittiéndonos cotejar con la experiencia que habíamos realizado hasta el momento. Los materiales refractarios y quemadores de los hornos que usaban coincidían con los que conocíamos.

Es para destacar que mucho de lo visto en ese viaje aumentó la comprensión de una parte importante del proceso histórico del vidrio.



4.4. Stazione Sperimentale del Vetro, Murano.



La Estación Experimental de vidrio es una agencia especial de la Cámara de Comercio de Venecia, su tarea se basa en encuestas, estudios, investigaciones, analizando el progreso técnico nacional de la industria del vidrio.

En una visita que hicimos tuvimos la oportunidad de charlar con un especialista en la materia, que nos explicó a grandes rasgos el proceso que realizan en ese lugar, analizando y probando las materias primas, los tipos de vidrios y cristales que formulan en las distintas fábricas de Murano.



En este lugar cuentan con una completa biblioteca técnica y artística sobre el vidrio y brindan asesoramiento especializado sobre la materia.

Esa visita nos permitió despejar una duda que mantuvimos durante años, respecto a una fórmula de vidrio de Murano que nos había pasado Silo tiempo atrás.

En esa formula hay un componente llamado “cerapol”. Durante mucho tiempo buscamos y especulamos sobre qué sería ese elemento, pero no lo grábamos encontrarlo ni definir qué era.

En esa entrevista aprovechamos para preguntar sobre ese componente, al principio nos dijo que no lo conocía, luego pensando un poco, exclamó: “ah, esa era una marca comercial que ya no se usa, pero el elemento es óxido de Cerio...” por fin alguien nos daba un respuesta comprensible. Nos explicó su función en las fórmulas de cristal.

El óxido de Cerio, cuando se funde y llega a 1400 °C de temperatura libera oxígeno, esa liberación de oxígeno a alta temperatura sirve para afinar el cristal. Esas burbujas de oxígeno arrastran a otras burbujas más pequeñas que hay atrapadas en el interior de la masa vítrea mejorando la calidad, purificando el cristal.

También el óxido de Cerio se usa, por su dureza, para el pulido final del vidrio y el cristal.

En cuanto a la seguridad, vale aclarar que el cerio, como todos los metales de tierras raras, tiene un moderado nivel de toxicidad. Es un fuerte agente reductor y arde espontáneamente al contacto con el aire a temperaturas entre 65 °C y 80 °C. El humo desprendido es tóxico. No debe utilizarse agua para detener las llamas de cerio, dado que este reacciona con el agua produciendo gas hidrógeno.

Otra información que obtuvimos fue sobre la función del Neomidio²⁰, también parte de la fórmula mencionada antes. Otra substancia que entra en la categoría de tierras extrañas de la tabla periódica de Mendeleiev, se usa en porcentajes variables, entre otras funciones, para dar más brillo al cristal.

20 El Neomidio es un componente del didimio, usado para colorear cristales y la fabricación de gafas de protección para los soldadores, pues absorben la luz ámbar de la llama. Algunos tipos de cristal que contienen neodimio son utilizados para producir rubíes sintéticos utilizados en láser.

4.5. El vidrio de Bohemia.

Se denomina cristal de Bohemia al vidrio elaborado en las regiones de Bohemia y Silesia, en la zona de lo que es actualmente la República Checa y Polonia, cuyas particularidades estriban en diferentes modos de tallar y grabar el vidrio.

En República Checa, la técnica del vidrio se pierde en los tiempos, se han encontrado abalorios de la Edad del Bronce. Los vidrieros medievales crearon el "vidrio de bosque" en Bohemia, caracterizado por el uso de abundante madera y arena de cuarzo, cuyas impurezas le aportaban un tono verde.



El cristal de Bohemia se comenzó a fabricar al término del siglo XIII, por el año 1200 en los monasterios de Praga empezaron a producirse los artículos de uso cotidiano de cristal sopládolo con caña. Se usaba el cristal por ser un material fácil de producir y moldear gracias a la riqueza en la región de Bohemia de potasio y cuarzo.

Durante el Renacimiento, se empleó en la decoración de castillos y era el favorito de los Habsburgo. Por entonces, los maestros del cristal utilizaban puntas de diamante para dar forma a sus creaciones, y para dotarles de color empleaban diferentes elementos químicos.



Sin embargo, hasta finales del siglo XVI el cristal de Bohemia no contó con gran repercusión. Gracias a **Rodolfo II de Habsburgo** se llegó a conocer en toda Europa, especialmente los jarrones, vasos y objetos decorativos.

Los objetos producidos con multitud de facetas labradas requerían un vidrio de bastante espesor. En oposición a los vidrios venecianos y a los demás vidrios alemanes, donde eran característicos sus efectos artísticos. Las producciones de Bohemia se hicieron más pesadas, esforzándose principalmente en producir brillantes efectos por reflexión y refracción de la luz, logrando un vidrio diáfano e incoloro.

Rodolfo II empleaba en su corte a talladores de cristal de roca y la talla del vidrio recibió un notable impulso, perfeccionando los procedimientos de esas producciones.





El arte vidriero de Bohemia operó un cambio esencial en la composición del vidrio.

En los otros puntos de fabricación, lo mismo que en Venecia, se venía produciendo el vidrio de sosa, usando el carbonato sódico natural o las cenizas de plantas de las playas marítimas; pero en Bohemia se vieron obligados a emplear la ceniza de las leñas de sus bosques, creyendo que era lo mismo, pues no sabían que las plantas terrestres contienen potasa en lugar de sosa. Recién se estableció la distinción de ambos álcalis en el año 1757.

Esta confusión dio lugar al empleo de un componente para el vidrio, el potasio, que resultó mejor que la sosa. La gran pureza de las sustancias minerales que se hallaban en Bohemia, influyó favorablemente en la calidad del vidrio que fabricaron.

Luego, la carencia de leña obligó a buscar otras formas de abastecerse, usando sales potásicas de las minas de Stassfurt a partir de 1861.



Algo similar, en cuanto a descubrimientos, sucedió en Inglaterra con la fabricación del vidrio de plomo. Al faltar madera para hacer leña, usaron hulla para alimentar los hornos, la hulla producía mucho hollín que llenaba de impurezas al vidrio. Usaron crisoles semi tapados para evitar ese inconveniente pero de esa forma el vidrio no se podía fundir completamente, entonces buscaron un fundente eficaz que se halló precisamente en el óxido de plomo. Con este medio no sólo resolvieron el problema en cuestión, sino que inesperadamente, se produjo un vidrio más blando que el conocido hasta entonces y que poseía en alto grado las estimadas propiedades de transparencia y brillo.

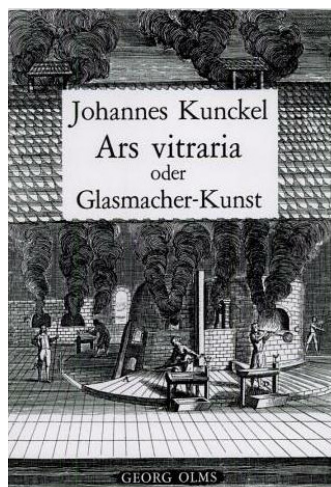


Posteriormente el análisis de algunos vidrios antiguos demostró que los romanos ya producían vidrio de plomo antes de esta era, tenemos aquí otro ejemplo de cómo un descubrimiento se pierde en un momento y por necesidad vuelve a redescubrirse mucho tiempo después.

En el siglo XVII puntualmente en el año 1679 la producción de vidrio potásico da un salto con los aportes de J Kunckel, al publicar **Ars vitraria**, traducción comentada de la obra de Antonio Neri. En esa obra enlazando con la experiencia italiana Kunckel presenta avances propios y de sus contemporáneos alemanes en los trabajos con el vidrio.

En esos tiempos los autores de esos adelantos no eran sólo vidrieros, sino también un gran número de alquimistas, que a través de sus experimentaciones y búsquedas de transmutaciones hacían importantes hallazgos que se utilizaban en la ciencia y la producción.

Era una época de extensión de los conocimientos con velocidad por la difusión de la imprenta y la movilidad de los científicos. El mismo Kunckel, que provenía de una familia de vidrieros era sobre todo alquimista y tenía conocimientos de diversas técnicas. Era también la época de Glauber²¹, Huygens²², Leibnitz²³ y otros que en sus intentos de explicar el mundo de forma empírica sientan las bases de la física y química modernas.

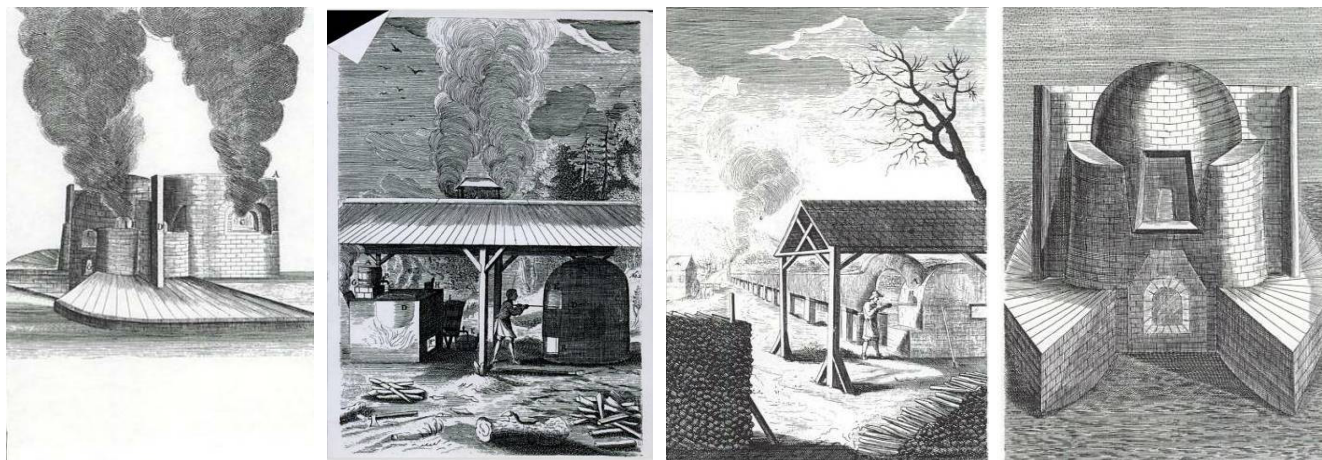


21 **Johann Rudolf Glauber** (1603 - 1668). Químico alemán que representa el paso de la alquimia a la química. Obtuvo el ácido clorhídrico y el sulfato sódico o sal de Glauber.

22 **Christiaan Huygens** (1629 - 1695) fue un astrónomo, físico y matemático holandés, nacido en La Haya.

23 **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646 - 1716) fue un filósofo, matemático, jurista, bibliotecario y político alemán. Junto con René Descartes y Baruch Spinoza, es uno de los tres grandes racionalistas del siglo XVII.

A continuación, unas imágenes del citado libro, con diseños de los hornos usados. Resulta particularmente llamativa la última imagen, semejante a un gran atañor alquímico, casi como si fuera un altar. Aunque mirando desde lo funcional, nos parece que muestra la parte de atrás, por donde se alimentaba con leña ese fantástico horno.



4.6. Viaje a España, Segovia.²⁴

Real Cristalería de San Ildefonso, la Granja.

Muy cerca de Segovia están el *Museo Tecnológico del Vidrio*, *La Escuela del Vidrio* y el *Centro de Investigación y Documentación Histórica del Vidrio*. Todo esto se ubica donde antes estaba La Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso.

La historia de La Real Fábrica se remonta a 1727, cuando Ventura Sit, con apoyo de la Corona instala un pequeño horno para vidrios planos para abastecer el cerramiento de huecos o ventanas y de espejos en las estancias del Palacio Real de La Granja.

En esos momentos, a mediados del siglo XVIII, las prestigiosas composiciones inglesas de vidrio al plomo, y las bohemias de vidrio potásico, de una transparencia y brillo inigualables, fueron imponiéndose en toda Europa, llegando a desbancar incluso al preciado cristal o vidrio sodocálcico veneciano que tanto éxito alcanzó en épocas precedentes. En este contexto, La Real Fábrica de Cristales de La Granja tuvo la obligación no sólo de fabricar vidrio plano, sino también todo tipo de objetos de carácter suntuario acorde con la demanda del momento. Unas exigencias que tuvieron que satisfacerse con la incorporación de mano de obra especializada extranjera, pues la Península española no contaba con artífices los suficientemente diestros y conocedores de las nuevas composiciones. Una tarea bastante arriesgada debido al enérgico control que ejercían los distintos gobiernos de Centro Europa sobre sus manufacturas, temerosos de la difusión de los secretos de elaboración de un vidrio que se había impuesto en el comercio europeo del momento y que tenía en España uno de sus principales mercados.



²⁴ Las visitas por España y Segovia resultaron muy fructíferas gracias al apoyo y hospitalidad de varios amigos españoles que nos atendieron muy bien, nos facilitaron algunos libros y acompañaron a varios lugares de interés.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Pese a las dificultades iniciales, lograron disuadir en la más estricta clandestinidad a un buen número de especialistas extranjeros, mediante el ofrecimiento de suculentas cantidades de dinero. Así fueron recalando en La Granja de San Ildefonso un gran número de expertos vidrieros procedentes de Francia, Alemania, Bohemia, y otros países Centro Europeos.

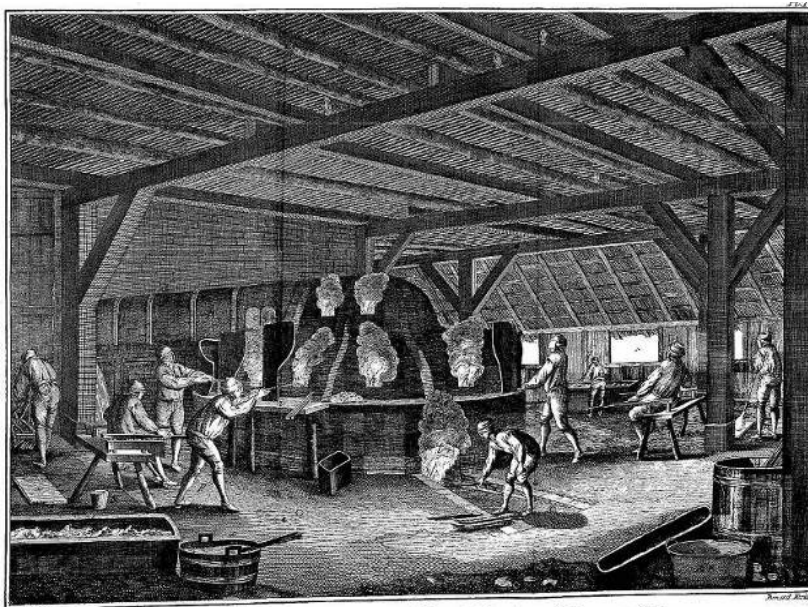
Cada fábrica contaba con sus propias recetas para realizar sus composiciones vítreas, así en la fábrica de labrados o de franceses se utilizaba plomo en sus composiciones pretendiéndose así imitar el lead glass inglés de moda en toda Europa; en la fábrica de vidrios planos o de españoles se empleaba un vidrio sodocálcico y, por último, en las fábricas de entrefinos o de alemanes se utilizaba un vidrio de base potásica.

En el **Museo de la Granja**, pudimos ver numerosas piezas, moldes, hornos y herramientas, usadas para trabajar el vidrio. También notamos colgadas en las paredes varias replicas de las laminas de grabados de La Enciclopedia de Diderot y Lambert.²⁵

La observación atenta de las piezas originales y los grabados puede resultar muy interesante, porque la representación de esos objetos llevan a imaginar cómo se usaban en el pasado, cómo se relacionaban entre si, ver o intuir qué función tenía cada uno de ellos dentro del conjunto. Al tratar de unir los datos que se tienen con el apoyo de las imágenes de esos objetos en particular, se va configurando una suerte de relato de la acción de cada oficio documentado.

Las ideas y argumentos que uno se hace con esas observaciones, son hipótesis a comprobar cuando se presente la oportunidad de recrear esas ocurrencias en el taller. Algo similar sucede al mirar los grabados que ilustran muchos libros antiguos, donde muchas veces hay situaciones plasmadas en alegorías que transmiten climas, ambientes, dinámicas de movimientos y significados, que no están puestas de manifiesto en las explicaciones escritas.

Aparte de las piezas y exposiciones del museo funciona también la fábrica donde se realiza bella cristalería fina.



Verrerie en bois, Intérieur d'une Halle de petite Verrerie à pivoter ou en bois.



²⁵ Se pueden ver y bajar las 2800 planchas con grabados originales sobre artes, oficios y demás temas, en: <http://www.planches.eu/planche.php?nom=VERRERIE&nr=1>

En el taller de La Granja, un maestro vidriero nos comentó que en la actualidad en lugar de las fórmulas que preparaban antes ellos mismos, usan una fórmula precocida que traen de otro país europeo, por que resulta más eficaz de ese modo. Nos decía que cuando ellos preparaban las fórmulas tenían que poner una especial atención en la pulcritud del ámbito, porque bastaba una pizca de polvo que se colara en una composición para modificar la fórmula cambiando el cristal que necesitaban hacer.

Al terminar el día es suficiente colocar el preparado precocido en el horno y dejar que se funda durante la noche. A la mañana siguiente se tiene un muy buen vidrio listo para trabajar y esta operación se repite cada día sin complicaciones.



5. *Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 1.*

- La charla de La Piedra y los trabajos de Taller con los Oficios del Fuego, junto al impulso que fue dando Silo a este proyecto, nos llevaron a profundizar e intentar desarrollar estos trabajos durante varios años.
- Explorar desde sus inicios la creación y producción del vidrio, desplegó un nuevo horizonte de aprendizaje y experiencias. Comprender la necesidad de recrear los orígenes del fuego para experimentar el germen esencial de los hornos y su consiguiente aumento de temperatura para fundir distintos materiales, motivo un fuerte interés y permanencia.
- Viajar y visitar, aunque sea, unos pocos lugares donde estos trabajos tuvieron importante desarrollo permitió ampliar el campo de comprensión y habilitar nuevas ideas.
- Relacionar algunos datos de la historia sobre las condiciones en que se desarrolló el manejo de este material, teniendo en cuenta los esfuerzos realizados y las dificultades superadas para alcanzar y mantener temperaturas elevadas, combinando diferentes elementos, pone en evidencia, para nosotros, un enfoque que podríamos definir como alquímico. Donde se busca esencialmente la transformación de las distintas sustancias por acción del fuego y probablemente en esos intentos se alcanzó a comprender el impactante proceso de la generación de nuevos materiales.
- Ese enfoque se viene expresando como motor e inspiración, al no conformarse con lo dado, con lo establecido y se realimenta con nuevas búsquedas y descubrimientos. Nos parece que ese mismo impulso estuvo presente en el creciente manejo que se fue logrando en la alfarería, la cerámica y la metalurgia durante milenios.
- Luego esos conocimientos fueron difundiendo por el mundo y aplicándose a diversos usos. Pasando de una civilización a otra, mostrando el grado de desarrollo alcanzado por los niveles de temperatura que se lograban manejar. Al principio con el vidrio, por la dificultad que representaba su fusión, se podían fabricar pequeños objetos, cuentas para collares, recipientes chicos. Luego se fue avanzando, logrando fundir y dominar dimensiones mayores. Hasta desarrollarse como industria que se aplica en la construcción, la ciencia y la técnica.

Capítulo 2.



Qué es el vidrio.

Técnicas de trabajo históricas.

Construcción de hornos para vidrio.

1. Qué es el vidrio.

Para algunos de nosotros el vidrio es una materia rara, como un fuego líquido transparente, que se mueve cuando se lo toca para darle forma. Una sustancia interesante porque para producirlo y manipularlo hay que lograr un manejo alto del fuego, alcanzando niveles de luminosidad deslumbrantes, que a veces por breves instantes, resuena con ubicaciones altas en el espacio de representación.

El contacto con esa sustancia ígnea incandescente produce en el operador registros profundos de fuerte impacto. El simple hecho de acercarse a la boca del horno, donde fuegos de gran intensidad funden el vidrio, implica un acto intencional que sobrepasa el temor a quemarse. Para algunos se asemeja a la experiencia que tal vez tuvo el hombre primitivo al tener que superar sus instintos de conservación para tomar el fuego de la naturaleza o recibirlo como regalo de los dioses y erguirse sobre la tierra creando las artes y las ciencias, como nos cuenta el mito de Prometeo.

Desde el punto de vista de la química, la explicación es más técnica y se consideran distintos factores. Se dice que el vidrio, a diferencia de los sólidos cristalinos, es un sólido en estado amorfo, es decir, desordenado molecularmente y obtenido por el enfriamiento lento de una masa fundida.

La composición del vidrio se divide en vitrificantes (arena de sílice), fundentes (sodio, calcio) y estabilizantes (aluminio, plomo, zinc).

El sodio, llamado comúnmente barrilla, se obtenía de la incineración de plantas marinas. La potasa, en cambio, se obtenía de la incineración de las plantas y cortezas de las zonas boscosas.

En Egipto se utilizaba la rochette, que es la ceniza de la planta conocida como *al kali*; por su parte, los españoles la obtenían de la barrilla, los franceses del salicor o cresta marina y los alemanes de las cenizas del abeto.

El color natural del vidrio es de un tono verdoso y para decolorarlo es necesario utilizar ciertas cantidades de óxido de manganeso, que era conocido como el jabón de los vidrieros. Los óxidos metálicos dan al vidrio coloraciones muy variadas: el hierro produce el verde-azul o el amarillo, según su valencia; el cobre origina el verde turquesa o el rojo; el cobalto el azul; el oro el rojo púrpura o rubí; el manganeso el morado o violeta; el azufre y el antimonio el amarillo, y el estaño el blanco opaco.

El vidrio al plomo, que comúnmente se entiende como cristal, fue descubierto en el siglo XVII por el químico inglés, George Ravenscroft, al introducir en las composiciones plomo o minio (al menos un 24%), ingredientes que aportaban a los vidrios transparencia, translucidez, sonoridad y en definitiva, belleza.

Para conseguir vidrio, es necesario fundir las materias primas en el interior de un crisol de arcilla refractaria introducido previamente en el horno. Para conseguir la fusión de estas materias primas, el horno debe alcanzar una temperatura cercana a los 1.500 °C.

Aplicando nuestro Metodo²⁶ de estudio una forma de ordenar este proceso puede ser así:

1.1. Composición. Características de los elementos.

La principal materia prima en la elaboración del vidrio es la arena rica en óxido de silicio. Este óxido representa el elemento formador de la estructura del vidrio. La arena de estas características tiene una temperatura de fusión demasiada alta por la cual para obtener el vidrio no se la utiliza sola.

Para bajar la temperatura de fusión de la arena se le adiciona un segundo componente que es la soda o carbonato de sodio. La soda baja el punto de fusión desde los 1710 °C para la arena, hasta los 1530 °C para la mezcla de los dos.

El vidrio que resulta de esta mezcla presenta la desventaja de ser soluble en agua, se requiere pues adicionarle un tercer componente que elimine del vidrio esta solubilidad. Para ello se emplea la caliza, la cual aporta el óxido de calcio que actúa como fundente y estabilizador.



26 Ver "Las 4 Leyes universales y el Método para la comprensión y la acción".

Las materias primas más comunes empleadas en la elaboración de un tipo de vidrio, conocido como sodacal por ejemplo son las siguientes:

1. **Arena** hasta un 35% del total de la mezcla
2. **Carbonato de sodio**, soda, hasta un 12% del total de la mezcla
3. **Carbonato de calcio**, mármol, hasta un 15% del total de la mezcla
4. **Casco**, restos de vidrio con la misma base, hasta un 45% del total de la mezcla.



La primera etapa consiste en la obtención de la mezcla de las materias primas. Para ello se trituran bien los materiales y se mezclan cuidadosamente poniendo las cantidades exactas de cada uno de ellos. La operación es delicada, pues debe obtenerse una mezcla perfectamente homogénea para facilitar la fusión.

Esta se realiza calentando la mezcla a elevada temperatura (1400 °C / 1500 °C) para que la masa se torne muy fluida y facilite la homogeneización. Posteriormente se deja reposar la masa manteniendo la temperatura; de este modo las partículas no disueltas, las impurezas y burbujas salen a la superficie formando una espuma (la hez de vidrio) que se retira con una herramienta adecuada.

Finalmente se disminuye progresivamente la temperatura hasta que el vidrio toma la viscosidad deseada para trabajarlo, cerca de los 1200 °C.

1.2. *Relación. Fusión de los componentes.*

Durante este proceso se producen los siguientes fenómenos:

1. **Descomposición de los carbonatos.**

El carbonato de sodio (Na_2CO_3), soda o sosa, se convierte en óxido de sodio (Na_2O) + dióxido de carbono (CO_2). El carbonato de calcio (CaCO_3), mármol, en óxido de calcio (CaO) + dióxido de carbono (CO_2)

2. **Reacción.**

Los óxidos de sodio y calcio reaccionan con la sílice, formando un compuesto inicial (silicato de sodio y calcio) que se hace líquido a baja temperatura (aprox. 850 °C).

3. **Disolución.**

El líquido formado por el silicato de sodio y calcio va disolviendo progresivamente los granos de sílice, formando una sustancia más y más viscosa, por eso es necesario elevar la temperatura hasta la disolución completa de la arena.

4. **Afinado.**

Parte del dióxido de carbono obtenido de la descomposición de los carbonatos permanece en el vidrio en forma de burbujas. Al aumentar la temperatura del vidrio obtenido se facilita la liberación de las burbujas.

1.3. *Síntesis. El vidrio.*

Una vez lograda la íntima relación de los componentes, con una proporción bien ajustada, se logra producir como síntesis un nuevo material, el vidrio. Dependiendo de la composición que tenga, sus propiedades se puede clasificar en:

- **Vidrios sódicos**, formados por silicato sódico y silicato cálcico, son bastantes fusibles y se emplean para las ventanas, vasos, etc.
- **Vidrios potásicos**, mezcla de silicato potásico y cálcico, apenas son atacados por los reactivos y se utilizan para fabricar aparatos de óptica y material químico.
- **Cristales**, constituidos por silicatos de plomo y silicatos alcalinos, son más blandos, pesados y fusibles que los demás vidrios.

2. Técnicas de trabajo históricas.

“Para el trabajo con el vidrio se han utilizado numerosas técnicas, algunas de ellas compartidas con la cerámica y la metalurgia, otras exclusivas para el vidrio. De los restos arqueológicos encontrados, se interpreta que los primeros procedimientos para obtener piezas de vidrio fueron el tallado y moldeado, tanto colado como estirado”²⁷.

A continuación daremos algunas breves referencias sobre ellas, que pueden ser motivo de inspiración para varios trabajos a realizar en los Talleres, siguiendo el desarrollo de las distintas técnicas que usó el ser humano en la historia con el Oficio del vidrio.

Sin duda que al intentar aplicar estas técnicas y procedimientos, con unas pocas referencias, se presentarán varias dificultades, y sabemos que en eso está la gracia de estos temas. Poniendo la cabeza de un modo liviano y atento, seguramente se producirán buenas experiencias y tal vez se logre materializar algún objeto que resuene con la sensibilidad de otra Edad.



Collar con cuentas de pasta vítrea.



Collar egipcio de oro y pasta vítrea.

2.1. Tallado.

“Esta técnica se empezó a usar en la segunda mitad del segundo milenio AEV. Consistía en tallar en frío un bloque de vidrio hasta conseguir un recipiente o un objeto ornamental. El tallado también se podía usar como una técnica decorativa complementaria con cualquier otro tipo de procedimiento formativo.”

2.2. Moldeado.

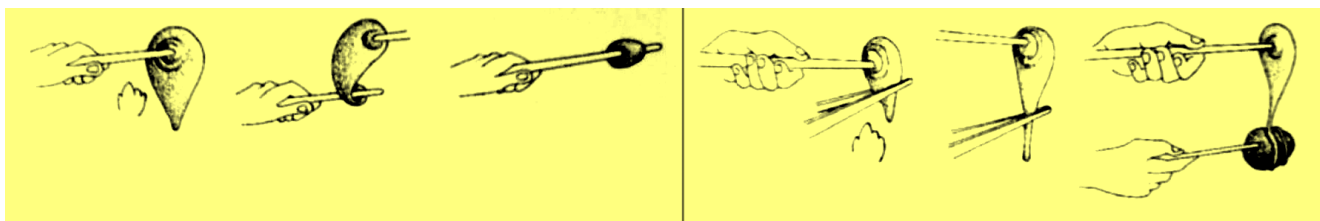
El moldeado es una técnica realizada en caliente, empleándose diversos métodos:

- **Colado.**

Técnica usada desde la Edad del Bronce, consistía en colar la pasta vítrea en moldes, dejarla enfriar y solidificar. En este caso, los objetos tenían un lado plano.

- **Estirado.**

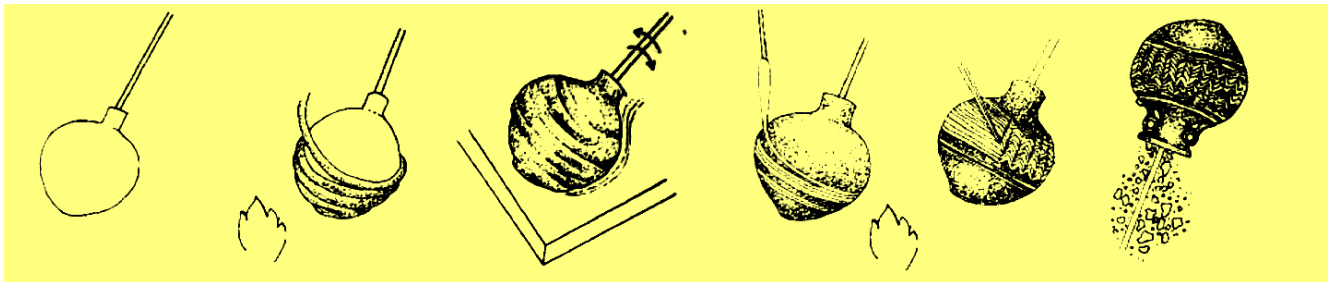
El vidrio fundido puede ser estirado para conseguir láminas y/o varillas de vidrio con un corte uniforme. El estirado se realizaba sobre un listón metálico o un hueso, se usaba para obtener las cuentas para los collares. O sobre una barra o varilla, que ensanchaba su diámetro, para obtener brazaletes.



27 Parte de estos textos e imágenes se extrajeron de <http://lostonsite.wordpress.com/>

2.3. Modelado sobre un núcleo.

El modelado sobre un núcleo fue la técnica exclusiva más antigua del vidrio. Este procedimiento consistía en fijar a una varilla de metal una mezcla de arcilla con la forma deseada y sumergirla en una pasta vítrea o envolverla con hilos de la misma pasta.”



“Para fabricar un recipiente con este procedimiento se empleaba un mandril de cobre ligeramente cónico, de un diámetro igual al diámetro interior del cuello de la pieza. Sobre el extremo del mandril se modelaba en una masa plástica de arcilla o de arena, un núcleo con la forma de la pieza que se deseaba obtener y se envolvía en una funda de tela que se ataba al vástago del mandril. Las huellas de los hilos del tejido y de las ataduras han podido verse impresas en las paredes interiores de los recipientes.

Sobre el núcleo se iba enrollando en espiral la delgada varilla de vidrio inicialmente obtenida, hasta que toda la superficie quedaba completamente cubierta. El conjunto se recalentaba en el horno tantas veces como fuera necesario hasta que las vueltas se unían entre sí y la superficie de la pieza quedaba uniforme.

Acto seguido se procedía a su decoración enrollando todavía en caliente hilos de vidrio de diferentes colores y luego rodando la pieza con movimiento de vaivén sobre una superficie pulida para que los hilos se incrustaran y se obtuviera una superficie lisa. Estos hilos se disponían en forma de anillos paralelos alrededor de la pieza y a continuación, con ayuda de un punzón, se estiraban hacia arriba y hacia abajo dibujando ondas o zigzags. Otras veces se colocaban en sentido oblicuo o vertical en forma de figuras rameadas o plumeadas. Un sistema decorativo análogo consistía en aplicar pequeñas gotas de vidrio fundido que se incrustaban en la pieza formando lunares.

Terminada la decoración de las piezas, se colocaban por último el pie y las asas, y se dejaban enfriar. El mandril de cobre contraía y se retiraba de la boca, a continuación se extraía la arena o la arcilla contenida en el interior de la pieza y esta quedaba terminada.”²⁸



Anforisco, Enócoes y Aríbalos. Siglo VI – IV AEV. Originario del Mediterráneo Oriental. Modelado sobre núcleo y decoración de hilos aplicados en forma de zig-zag.

28 Fernández Navarro, J.M. El Vidrio. CSIC, Instituto de Cerámica y Vidrio, Madrid, 1991. Pág 9.

2.4. *Prensado.*

El vidrio fundido se vertía sobre un molde que era prensado por un émbolo. Tanto el molde como el émbolo podían tener diseños que quedaban grabados en la pieza. Con ello se conseguía que el vidrio fundido copiara perfectamente al molde.

2.5. *Laminado.*

El vidrio fundido se vertía sobre una superficie plana, efectuando un posterior alisado con rodillo y un acabado final puliendo ambas caras, obteniendo láminas de vidrio.

2.6. *Colado en molde con cera perdida.*

Primero se hacía un modelo en cera, al que se rodeaba de un material blando que se solidificaba y se endurecía (yeso, cuarzo y tal vez algo más). Después se introducía en el horno y al quemarse la cera, ésta salía por unos orificios creados al efecto. Introduciéndose en su lugar vidrio triturado muy fino. Así pues, se trataba de llenar el espacio vacío dejado en el molde por la cera con vidrio triturado. Posteriormente se llevaba a un horno hasta que se fundía el vidrio.

2.7. *Soplado al aire.*

Empezó a usarse aproximadamente en el 150 AEV en la costa fenicia. Se trata de otra técnica exclusiva del vidrio. El soplado puede hacerse al aire o a un molde.

Con una caña de soplar era posible hacer toda clase de recipientes, ampollas, urnas de gran capacidad o delicadas piezas de adorno, en un tiempo muy inferior al de otras técnicas.



En esta imagen se puede observar los pasos que se realizan para hacer un balón o botella. Tomando una porción de vidrio del horno, soplando hasta el tamaño deseado y luego modelando la forma al aire, estirando el cuello con una pinza. Inmediatamente se pega la pieza desde la base a un puntil y se corta el cuello para desprender la caña que se usó al comienzo. Se calienta el cuello del objeto en el horno para formar la boca y labio, finalmente se desprende del puntil y queda terminado el balón para llevar al horno de recocido.

Podemos ejemplificar esta técnica con algunas imágenes que se remontan a la primera mitad del siglo I DEV.



Balsamera jaspeada. Primera mitad del siglo I DEV. **Jarra y ánfora.** Siglo I DEV. Originarios de Italia del Norte. Soplado al aire con pequeñas porciones de colores. Asas aplicadas.

El vidrio en los Oficios del Fuego

La inclusión de gotas de colores se realizaba aplicando a la masa vítrea, antes del soplado, trocitos de vidrio de colores diferentes, que con el calor se fundían y se distribuían de forma irregular por la superficie durante la operación del soplado, creando un efecto muy vistoso. La variedad de producciones de los denominados vidrios mosaicos es mucho más amplia e incluye numerosos tipos: vidrio jaspeado, vidrio a bandas, vidrio reticulado, vidrio "millefiori", etc.

Muchos de estos recipientes de vidrio se empleaban para preparados médicos y cosméticos, ya que no era poroso, conservaba el contenido y permitía reconocer el color y la consistencia del contenido.

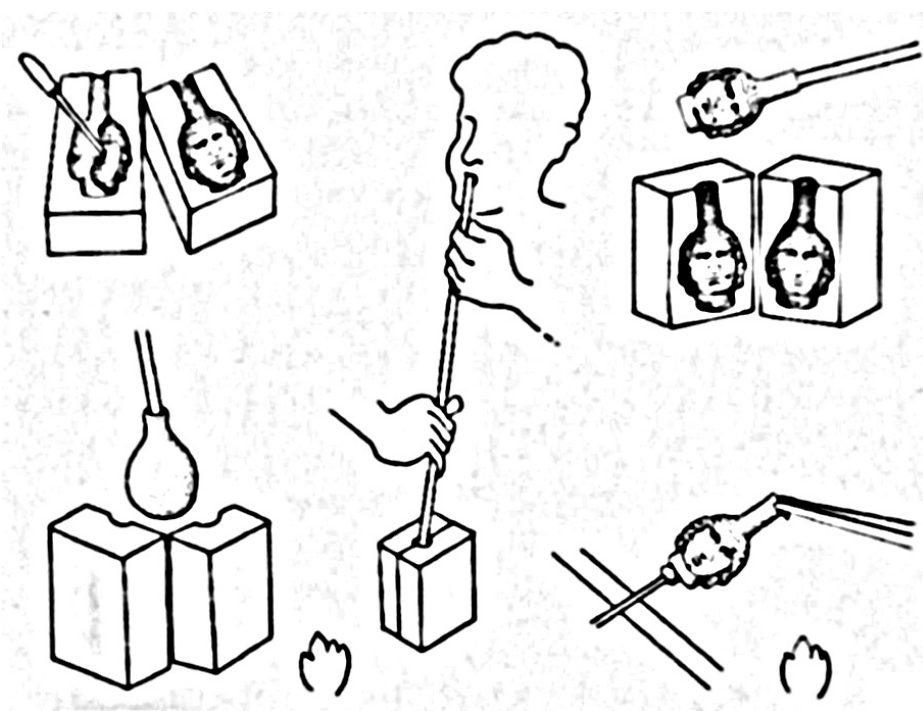
Ánfora. Siglo IV – V DEV. Originario de Siria y jarra. Siglo I DEV. Posiblemente originario de Italia del Norte. Encontrado en Ampurias (Gerona). Soplado al aire, con asa aplicada.



2.8. Soplado en molde.

Los moldes se hacían de madera, arcilla o hierro colado, en general se los mojaba con agua antes de colocar el vidrio caliente para evitar que se pegue. Cada uno de esos materiales requieren procedimientos particulares y diferentes desmoldantes.

En la imagen siguiente se observa un molde con dos caras, con expresiones opuestas. Estas piezas, características de los artesanos de Siria y Palestina, recuerdan a las máscaras que se usaban en las representaciones teatrales.



El soplador después de formar una burbuja de aire dentro del vidrio, lo coloca en el molde, que será cerrado por un ayudante. Inmediatamente sopla para que el vidrio tome la forma interna del molde, luego se abre para retirar la pieza soplada. Se pega un puntil a la base y se corta el cuello para desprender la caña. Finalmente se calienta el cuello del objeto en el horno y se le da forma a la boca, acto seguido se desprende la pieza del puntil y queda terminado el objeto, sin demora se lo ubica en horno de recocido.

Balsamera. Siglo III DEV. Originario del Mediterráneo Oriental. Procedencia desconocida.



3. Construcción de hornos para vidrio.

En agosto del 2007 comenzamos un intenso proceso de construcción y prueba de hornos dedicados solamente para trabajar con vidrio.

Estas experiencias se realizaron en un taller para los Oficios del Fuego instalado en la Ciudad de Buenos Aires. El proyecto se llevó adelante con varios amigos²⁹ que participaban en ese momento, algunos con intensa permanencia y otros más esporádicamente. Después de realizar diversas pruebas e investigaciones con hornos para cerámica alimentados a gas o leña, tomó fuerza la necesidad de centrarnos en el tema del vidrio con acciones más decididas.

Hacer el primer prototipo llevó casi tres meses de trabajo, dedicando 3 o 4 días por semana. Se comenzó haciendo los ladrillos refractarios en el taller, usando una fórmula de pasta refractaria que tomamos del Diccionario de cerámica de Jorge Fernández Chiti³⁰.

Ese horno estaba compuesto por una base que tenía forma cilíndrica y una cúpula semiesférica. A un costado estaban la chimenea y la entrada del quemador, dirigiendo el fuego sobre el crisol. Al frente una puerta corrediza.

La base metálica donde se asentaba el horno se hizo con hierros y chapas de acero, contaba con unas ruedas para poder trasladarlo dentro del taller.

Para unir los ladrillos se usó un cemento refractario formulado para resistir hasta 1600 °C y se preparó una tobera para que entrara la llama del quemador, con un hormigón refractario que también debía soportar hasta 1600 °C.

Sobre los ladrillos se colocó manta cerámica de 2" de espesor y terminando el montaje se revistió el conjunto con acero inoxidable.

Se probaron distintos quemadores a gas envasado y gas natural, haciendo las adaptaciones que cada uno de ellos requería para ajustarse al horno.



²⁹ Ese grupo estaba formado por: Cristina Bretta, Osvaldo Sosa, Manuel Fuertes, Liliana Ambrosio, Rodolfo Opolski, Blanca Leal, Catalina de Darás, Mariel Gonzalez, Norma Melo, Nieves Barbi, Alicia Ordoñez, Lea Kovensky, Fernando Haddad, Walter Lema, Hernán Daulte, Fernando Liska.

³⁰ Jorge Fernández Chiti. Ceramista argentino, escribió numerosos libros sobre cerámica y hornos cerámicos.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Después de varias pruebas, el quemador que mejor funcionó fue uno con premezcla de aire-gas de alto poder calórico. Cada nuevo paso implicaba nuevas necesidades y respuestas para continuar aprendiendo del proceso.



Estas actividades implicaron en el taller una transformación constante del lugar de trabajo, haciendo los cambios que considerábamos necesarios para que todo pudiera funcionar del mejor modo posible.



Casi cada semana se cambiaban las cosas de lugar, se abrían aberturas en el techo para que salieran las llamas del horno, se techaban nuevas partes de la terraza donde trabajábamos, se construían accesorios metálicos, herramientas, bancos de trabajo, etc.

Simultáneamente se probaban fórmulas para crisoles y ladrillos refractarios, tomando nota de las modificaciones que se producían en las composiciones para después cotejarlas con otros ensayos.

Una vez completado el montaje de ese horno para fusión preparamos otro horno que serviría para recalentar las piezas que se fueran haciendo con el vidrio. Este horno más pequeño se pensó para que funcionara manteniendo una temperatura de 1200 °C con la puerta abierta. Cada puesta en marcha de estos hornos nos permitió hacer distintas experiencias, afinando mejor el incipiente conjunto de instalaciones.

Durante todo este intenso aprendizaje, muy creativo y alegre, Silo seguía de cerca lo que hacíamos alentando nuevos intentos, ayudándonos a interiorizar en nuestras motivaciones y a comprender las intuiciones que aparecían cada tanto inflamando nuevas imágenes y formas.



Con ese horno realizamos unas 12 pruebas en un periodo de dos meses, usando distintos quemadores, crisoles de varios tamaños y algunas fórmulas de vidrio. La satisfacción y enseñanzas que sacamos en ese periodo fueron fundamentales para seguir.

En estas imágenes se ven los pequeños crisoles que usábamos en el comienzo y algunas de las primeras y modestas producciones de vidrio.



El vidrio en los Oficios del Fuego

En la última prueba con el horno sobrepasamos los 1500 °C por un error de medición del pirómetro. La tobera de hormigón refractario se comenzó a fundir haciendo que una parte del techo cayera sobre el crisol derramando el vidrio, produciendo un interesante desastre que aceleró el fin de ese horno.



Ante esa situación, sin apagar el horno, trabajosamente se fueron sacando los fragmentos que se habían desprendido. Sabiendo que, si se dejaba enfriar el horno, sería muy difícil retirar las distintas partes para comprender que había pasado. A pesar de este accidente, resultó una interesante experiencia que nos impulsó a evaluar y construir otros modelos.

Al día siguiente, por las limitaciones que nos imponía el espacio de trabajo en el taller, con alegre desprendimiento desmontamos el primer horno para seguir avanzando.

3.1. Otros intentos. Múltiples ensayos.

Aprovechando una parte de los materiales del primer horno, construimos otro modelo para fusión. Esta vez hicimos una base más amplia con pasta refractaria, que nos permitiría realizar distintas modificaciones en el tamaño y forma de los próximos intentos.

Tratamos de mejorar lo anterior y probar la calidad de diversos materiales, compramos ladrillos de mullita³¹ y sílice pura. Estos eran los refractarios que recomendaban los fabricantes de hornos para vidrio y que soportan temperaturas mayores a 1500 °C.



En el nuevo diseño resolvimos los problemas constructivos que vimos en el horno anterior, atendiendo a que las paredes y la cúpula quedaran bien asentadas y contenidas con una estructura de hierros. Cuando lo encendimos pudimos aprender del funcionamiento de estos materiales. A partir de esa experiencia podemos decir que los **ladrillos de mullita**, si bien su costo es alto, son

31 La mullita se usa para fabricar ladrillos refractarios de alta alúmina, tienen excelente resistencia al choque térmico y a la deformación con carga.

altamente refractarios y soportan muy bien el choque térmico. Acumulan gran cantidad de calorías, aunque esa propiedad de la mullita, hace que la subida de temperatura sea muy lenta. La irradiación de calor es muy alta y la conservación se prolonga durante mucho tiempo. Estos ladrillos pueden resultar útiles para trabajar con formulas a 1500 °C con estabilidad.



En algunas pruebas con un horno de tamaño pequeño, por ejemplo, vimos que para pasar los 1300 °C había que dedicar unas veinte horas y para descender hasta temperatura ambiente demoraba más de dos días.

En otro modelo de horno usamos **ladrillos de sílice pura** para hacer la cúpula, ahí vimos que estos ladrillos son mucho más delicados que los de mullita.

La subida de temperatura debe ser graduada con gran lentitud, subiendo unos pocos grados por hora. La desventaja de estos ladrillos es que no soportan el choque térmico y se quiebran muy fácilmente. Para llegar a 1500 °C se debe alimentar el horno pacientemente durante varios días. Por ignorancia no lo hicimos y quebramos varios ladrillos en las primeras horas, al subir la temperatura sólo un poco más lento de lo habitual. Enseguida se escucharon los crujidos dentro del horno y por esos sonidos comprendimos que no se estaba subiendo con la lentitud necesaria.

Si se quisiera hacer un horno de uso continuo sin duda son los materiales ideales, porque aparte de las características mencionadas antes, de refractariedad³² y acumulación térmica, su composición es bien compatible con todas las fórmulas de vidrio. Pero no resulta apropiado si pensamos en un horno que se utilice sólo unas horas o sólo un día cada tanto. Una prueba con estos ladrillos resultó suficiente para dejarlos de lado.



Luego probamos otras formas y tamaños de hornos, haciendo la pared interna de mullita con menor espesor y reforzando la aislación térmica con ladrillos porosos en la pared exterior. Esta configuración nos mostró que se podía acelerar un poco el tiempo de subida de la temperatura, pero la fuerte irradiación de calor era un tema a resolver.

32 Refractariedad (resistencia giroscópica) es la capacidad de resistir temperaturas sin fundir o reblandecer.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Supimos después de consultas y ensayos que los ladrillos de mullita para trabajar bien requieren de una pared interna que tenga un mínimo de 25 cm de espesor y por fuera se colocan otros ladrillos refractarios de menor calidad, llegando como mínimo a 40 cm de espesor en cada pared.

Las distintas pruebas nos llevaron a comprobar que había que construir gruesas paredes con dos o tres capas de distintos materiales refractarios para que un horno para vidrio funcione correctamente.



Una de las pruebas de este periodo la realizamos aprovechando la visita de Maxi Elegido, Aurelio Carretero, Pau Segado, Gigi Salvioni y Miguel Ángel Invarato que venían de España e Italia.

Una calurosa tarde de finales de 2008 se acercaron hasta el taller con la intención de ver por donde estábamos con el proyecto del vidrio y si era posible hacer algo con el horno.



Encendimos el horno, que parecía un desordenado montón de ladrillos, con un quemador grande que habíamos obtenido unos días atrás. En unas pocas horas pudimos empezar a trabajar con el vidrio y hacer algunas prácticas en ese calor abrasador. Ese horno irradiaba gran poder calórico, no era fácil acercarse a él.

Pero el entusiasmo por la tarea sobrepasó esa situación, durante varias horas se fue sacando vidrio y haciendo algunas gotas e intentos de soplado.



En síntesis, durante esta larga etapa construimos y modificamos 9 prototipos distintos de hornos. Cada uno de ellos nos enseñó distintas cosas que luego pudimos usar como base para los intentos que siguieron.

Para no extender tanto esta parte hemos presentado muy sintéticamente todo el proceso de esta etapa. La influencia y experiencia ganada en esos primeros intentos se va notando después con mayor claridad, por la forma en que se va transformando y plasmando lo aprendido en nuevos proyectos. Formas e imágenes mucho más simples de realizar fueron cobrando cuerpo en los experimentos que se realizaron en los años posteriores.

4. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 2.

- Captar la función de cada grupo de elementos que componen una fórmula para vidrio, facilita la comprensión de lo que se hace con los hornos, los tiempos necesarios y el proceso que se produce en el vidrio.
- Los múltiples procedimientos y técnicas que se pueden usar con el vidrio en caliente, aparte del soplado, abren un amplio repertorio de posibilidades a practicar en el Taller, dando lugar a desplegar distintas habilidades y experimentar el modo de hacer en diferentes momentos históricos.
- En el primer prototipo nos preocupamos mucho por el acabado final del horno, usando cemento refractario para unir los ladrillos, revistiendo con acero inoxidable el exterior, etc. creíamos ingenuamente que ese podía ser el modelo definitivo. Luego comprendimos que estábamos comenzando un largo camino de pruebas. Así dejamos de lado las terminaciones, fuimos ordenando simplemente los ladrillos y materiales refractarios de un modo funcional a los ensayos que necesitábamos realizar. Este cambio de mirada permitió armar y desarmar cada horno con rapidez y poder reutilizar una parte de los materiales para nuevas configuraciones.
- La construcción de varios hornos permitió comprender por experiencia directa las relaciones que se dan entre los materiales refractarios y el tamaño de cada uno de ellos, con los tiempos necesarios para acumular temperatura según los quemadores usados.
- El trabajo metódico, sintonizado entre los participantes del proyecto, registrando con notas e imágenes (fotos y videos), cotejando con las experiencias anteriores, impulsó el intento de mejorar en la siguiente oportunidad y nos permitió seguir una dirección ascendente en ese proceso.
- Recrear el Oficio construyendo los hornos, crisoles y herramientas para poder tomar el vidrio incandescente, más allá de los objetos logrados, produce experiencias que inspiran y habilitan nuevas comprensiones sobre las producciones humanas en la historia. Esto cambia la forma de ver, de valorar y de relacionarse con las cosas en el presente y esa sutil mirada se extiende a muchos otros ámbitos de la vida reforzando el silencioso trabajo que cada uno realiza internamente.

Capitulo 3.



Segunda etapa, 2010.

***Primeros trabajos con vidrio en
Parques de Estudio y Reflexión, Punta de Vacas.***

1. **Comentarios sobre la segunda etapa.**

Durante el 2010, después de reflexionar y evaluar lo hecho en la construcción de los primeros hornos, que llevaban materiales costosos y eran lentos en acumular temperatura, nos volcamos a otra línea de trabajo, que comenzó imaginando unas mínimas adaptaciones a un horno tacho para cerámica que teníamos en el taller.

Después de probar y ajustar este experimento, que resultó muy bien, podemos decir que sirve para contar con una forma simple de realizar los primeros contactos y experiencias con el vidrio.

Posteriormente, en el 2011, pudimos dar otro paso construyendo un horno exclusivo para los trabajos de soplado con caña y el uso de las distintas herramientas de vidriero, incluyendo en ese proceso el templado de lo producido. Para esa fecha pudimos ampliar la imagen de un taller de vidrio funcional, con algo de experiencia en la construcción y uso de los hornos para trabajar con el vidrio en caliente. Todo ese proceso se comienza a desarrollar en la tercera etapa.

Entre otras, una de las indicaciones que Silo nos dio varias veces, cuando le contábamos sobre las pruebas que realizábamos, era intentar hacer un horno pequeño, lo más chico posible.

Esta simple sugerencia no fue tan fácil de implementar, porque descubrir ese tamaño nos llevó a construir y modificar varias veces un mismo tipo de horno. En esas pruebas fuimos comprendiendo que hay una relación entre el volumen interno de un horno, su forma y la capacidad de acumular calorías, sobre todo si se aspira a llegar a altas temperaturas.

Por ejemplo, al comienzo hicimos un pequeño horno que al encenderlo subía bien hasta los 1250 °C, pero a partir de esa temperatura se estancaba, no sabíamos si el problema estaba en el tamaño, en el quemador que usábamos, en la mezcla de aire-gas, o si era una cuestión de dar más tiempo para que acumulara mayores calorías y subiera unos grados más. Después de algunos ensayos pudimos aclarar los motivos de ese límite, que estaba en la forma del horno y en el tamaño del quemador.

Como se puede imaginar las variables a considerar, su influencia y la interrelación entre ellas son muchas y diversas. Despejar y comprender cada una de ellas implica numerosas pruebas, anotaciones y reflexión sobre lo hecho, para sintetizar de cada configuración las conclusiones que se consideran más posibles. El interés fue avanzar aprendiendo con cada modelo de horno construido.

El “horno tacho”³³ es un tipo de horno muy conocido y apreciado en nuestros Talleres, por la simplicidad con que se puede fabricar y las buenas experiencias que permite realizar en los trabajos de alfarería, cerámica y esmaltes.

En este capítulo nos abocaremos a mostrar con imágenes, descripciones técnicas y algunos contextos, los tres momentos de trabajo que resultaron más significativos. Dos videos incluidos en este capítulo, intentan reflejar esas pruebas.

Cada una de esas experiencias permitió realizar progresivas mejoras en las adaptaciones, haciendo más estable el funcionamiento del horno y más fácil su manejo. Tal vez esta variante pueda ser de utilidad, en un primer momento, para aproximarse a los trabajos con el vidrio sin la necesidad de montar instalaciones complejas.

2. Primeros trabajos con vidrio en Parque Punta de Vacas.

2.1. Contexto.

A mediados de febrero de 2010, Silo había convocado a un conjunto de Maestros para preparar los materiales y filmar los videos de las 4 disciplinas³⁴. En esos días Silo terminó el video “En qué estamos”, filmando la parte final “Hacia donde vamos”. Entre las distintas charlas que se producían en esas jornadas inolvidables varias veces se habló sobre los Oficios y sobre el vidrio. En los últimos días, se preparó y luego se puso a circular el **Manual de Oficios del Fuego**.

En lo personal, la noche anterior al viaje una rara inspiración hizo que cargara en el auto unos ladrillos refractarios, un crisol para vidrio y algunas herramientas, caña para soplar, pinzas y tijeras para trabajar con vidrio. La imagen era probar si resultaba posible soplar vidrio con el horno tacho.

Al llegar a Mendoza con Fernando García y Jano Arrechea, nos encontramos con Silo en Chacras de Coria. En un momento preguntó que traíamos de nuevo, le comentamos las ocurrencias de la noche anterior y el detalle de las cosas que llevábamos en el automóvil. Con la alegría que lo caracterizaba hizo algunas bromas sobre traer como equipaje ladrillos, crisoles, etc. y dijo que le parecía muy oportuno. En esa charla se explayó sobre el momento de proceso actual, sobre la forma de poner la cabeza y las direcciones mentales adecuadas.

Fueron pasando los días de trabajo con las filmaciones y una noche nos propuso que al día siguiente a las 18:00 horas hiciéramos los trabajos con el vidrio y si estos salían bien se lanzaba el esperado Manual de los Oficios del Fuego. Quedó así planteado una suerte de desafío.

2.2. Primer Experimento. Horno tacho.

Al día siguiente, con algunos Maestros, nos pusimos a preparar el taller del Parque Punta de Vacas para esa prueba. Mientras unos amigos fueron hasta el hotel Penitentes, ubicado a unos kilómetros del Parque, a buscar botellas de vidrio usadas; otros reordenamos el taller, preparamos el horno, hicimos una mesa para el amasado del vidrio y un banco de trabajo. Todo se hacía con lo que teníamos a mano, algunos hierros, unas chapas, etc.



Colocamos el crisol y probamos una adaptación al horno tacho, con unos ladrillos de mullita montamos una cúpula con una pequeña boca por donde sacar el vidrio y una entrada para el quemador en la parte superior del horno, así la llama se orientaba directamente sobre el vidrio dentro del crisol.



³⁴ Estos videos fueron filmados en Parques de estudio y reflexión Punta de Vacas para ser usados en la presentación de las Disciplinas en los Parques de todo el mundo durante el 2010.

Tratamos de subir la temperatura rápidamente. Encendimos el horno a las 16:00 horas y para las 18:00 horas, como habíamos quedado, no teníamos el vidrio listo para trabajar, el pirómetro indicaba 1000 °C. Los ladrillos refractarios de mullita necesitaban más tiempo para absorber calorías y reflejarlas hacia el centro del horno, pero ese día no disponíamos de ese tiempo, por el desafío que habíamos tomado...

Ante las bromas amistosas reconocimos el fracaso de ese intento. Bajamos un poco la llama del quemador y sin demoras desmontamos con cuidado los ladrillos incandescentes para dejarlos a un lado. A pesar del fracaso inicial, vimos que esa era una forma a mejorar que podía funcionar muy bien, tal vez con otros ladrillos o con más tiempo.



Seguimos con la prueba haciendo otro intento. Bajamos la parte alta del horno tacho, ajustamos el quemador al máximo y la temperatura fue subiendo, en pocos minutos el horno llegó a 1250 °C y el vidrio comenzó a fundirse, su consistencia empezaba a ser aceptable para trabajar, la alegría conjunta se expandía entre los presentes.

Vimos que esta forma presentaba de comienzo un inconveniente, para sacar un poco de vidrio había que levantar la parte alta del horno, lo cual hacía que se perdieran calorías. Pacientemente Esteban Boasso se dedicó a la calurosa tarea de subir y bajar el tacho cada vez que se entraba con la caña al horno. A pesar de esa condición el horno recuperaba rápido la temperatura, manteniéndose en un rango de 1150 °C y 1250 °C. Se podía usar y era un avance significativo. Otro inconveniente que se presentaba siempre era con el suministro de gas, teníamos el quemador conectado a una garrafa que se congelaba en el momento más inoportuno, disminuyendo la presión del gas. Otros amigos calentaban agua para descongelarlas.



En ese trabajo en equipo parecía que todo se concentraba para producir algo nuevo, algo que aún no habíamos logrado hacer en ese lugar y que muchos intuíamos que tenía gran importancia en ese día.

2.3. Producción del primer objeto de vidrio en Punta de Vacas.

Esa tarde, con la sincronía creciente que se produce en los trabajos en conjunto, se logró la condición mínima para sacar las primeras porciones de vidrio incandescente, dándole luego forma a un objeto con la caña y el sople.

Así, en un lugar ubicado en las altas montañas de los Andes, en el Taller de nuestro querido Parque histórico, se pudo producir el primer objeto de vidrio soplado con la alegre y activa participación de Silo.

A continuación, una secuencia de fotos, documentan ese hecho que tiene un significado especial.



Al segundo intento de soplado se pudo dar mejor forma al vidrio y producir un pequeño recipiente con forma cónica.



Luego se siguió trabajando en la producción de distintas formas y piezas sopladas.



[Un video del 1ª soplado de vidrio en Punta de Vacas se ve haciendo clic aquí.](#)

[O abriendo el archivo adjunto: 01-Soplado-vidrio-Silo-PdV-feb2010.mp4](#)

2.4. Descripción técnica de lo hecho.

Para estas pruebas se usaron los siguientes materiales y se trabajó del modo que describimos a continuación.

- **Horno tacho.**

Es un tipo de horno para cerámica. La forma de construirlo está explicada en el **Manual de Oficios del Fuego**.

La parte inferior está hecha con ladrillos refractarios porosos que se ubican siguiendo la forma interna de medio tambor o tacho de 200 litros de capacidad.

La parte superior se hizo con otro medio tambor de 200 litros revestido por dentro con 2" de manta de manta cerámica con zirconio, que soporta hasta 1400 °C.



- **Crisol para vidrio con dos cámaras.**

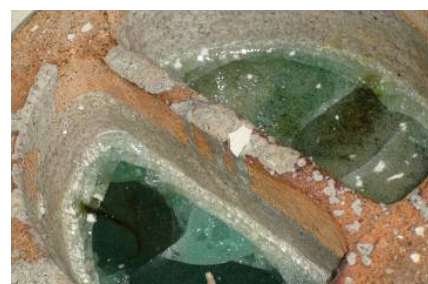
El crisol³⁵ utilizado fue hecho con la siguiente fórmula:

Caolín (40%),

Arcilla blanca aluminosa (30%)

Chamote refractario (30%)

Esta fórmula para crisol es experimental, se podrán probar otras fórmulas. Se buscó un espesor de pared de 3 cm aprox.



Se puede notar en el color terroso de este crisol, la presencia de óxido de hierro en la mezcla que se usó para hacerlo. Corresponde aclarar que el mezclar el caolín, la arcilla y el chamote se veía la pasta bien blanca. Esta coloración propia del óxido hierro se descubrió después de haber horneado el crisol. Seguramente el óxido estaba en alguno de los tres elementos. Esa pequeña cantidad de óxido de hierro es la que tiñó de color verde suave al vidrio que se puso en el crisol, que antes de colocarlo era más transparente. Esto se puede considerar como uno de los defectos más comunes, producido por ignorancia o apresuramiento, al no probar las materias primas antes de usarlas. También se puede tomar como un ejemplo de la capacidad de tinción de los óxidos metálicos con el vidrio.

- **Quemadores.**

Se usó primero un mechero Fisher de laboratorio para templar el crisol hasta aproximadamente los 700 °C, y luego se pasó a un quemador más grande, ambos conectados a bombonas o garrafas de gas propano-butano envasado.



- **Pirómetros.**

Se colocó en la parte alta del tacho, una termocupla tipo "K" para cerámica que mide hasta 1200 °C y luego se cambió por otra termocupla tipo "S" de platino-rodio que soporta hasta 1600 °C, usada habitualmente para trabajar el vidrio.



- **Tiempos de trabajo y afinado del vidrio.**

Con el interés de practicar el soplado de vidrio se aceleró la subida de temperatura y se estuvo en condiciones de trabajo en menos cuatro horas. Cuando el vidrio estuvo sobre los 1200 °C evidenciaba

³⁵ Este tipo de crisol fue usado por primera vez en esa oportunidad. El tema de los crisoles fue difícil de resolver. Los que trabajaban con vidrio nos decían que había que usar sólo crisoles importados muy costosos.

una estado de fusión interesante pero conservaba muchas burbujas de aire en su interior. Para el correcto afinado se necesita mantener alta temperatura durante mucho más tiempo.

- **Encendido del horno.**

Se comenzó templando el horno y el crisol llevando la temperatura de 25 °C a 200 °C, durante algo más de una hora con un mechero tipo Fisher. Paulatinamente se fue dando más fuego hasta que a los 700 °C se vio la necesidad de cambiar por un quemador con venturi, superando los 1250 °C a las cuatro horas de comenzado el proceso.

- **Carga del vidrio.**

Se usaron botellas de vidrio transparente, se las lavó bien y se las rompió logrando pedazos pequeños. Se cargó el crisol hasta el borde y luego cuando el horno estaba a 1000 °C se fue agregando más vidrio en las dos cámaras del crisol, unas 5 o 6 veces, mientras la temperatura seguía subiendo y el nivel de vidrio bajaba al fundirse. En unas dos horas, sobre los 1150 °C se obtuvo un crisol casi lleno de vidrio líquido, a los 1250 °C estaba burbujeando, liberando el aire atrapado.



En seguida vimos que la mejor forma de usar este tipo de crisol, una vez que está lleno de vidrio fundido, es continuar cargando el vidrio en sólo una de las cámaras, esto permite que al fundirse el vidrio pase por debajo a la cámara contigua, de ese modo se mantiene un nivel de vidrio disponible para trabajar en una de las cámaras, mientras que en la otra se va agregando nuevo vidrio para que se vaya fundiendo.

- **Evaluación.**

Comprobamos que el horno tacho, hecho con manta de zirconio, puede llegar fácilmente y en poco tiempo a más de 1250 °C. Con esa temperatura se puede comenzar a trabajar soplando y modelando el vidrio en caliente, usando crisoles hechos en el taller.

Se puede utilizar para el recocido o templado de las producciones realizadas un horno para cerámica, a gas o eléctrico, que se mantiene entre 500 °C y 600 °C, bajando lentamente la temperatura una vez terminada la producción de objetos.

Las pérdidas de temperatura por subir y bajar el horno son algo que se puede resolver con una simple adaptación del horno que describiremos a continuación.

3. Segundo experimento. Horno tacho en Punta de Vacas.

En abril de 2010 volvimos a encontrarnos varios Maestros en el Centro de Estudios del Parque Punta de Vacas. Una noche hicimos nuevas pruebas con el horno tacho y el soplado de vidrio.

Esta vez colocando unos ladrillos refractarios porosos sobre la parte inferior del horno tacho, hicimos una pequeña puerta y otra entrada para el quemador ubicada por arriba del crisol, así se podía colocar un quemador abajo y otro arriba. De ese modo se logró algo importante: no había que subir y bajar parte del horno para retirar el vidrio fundido. Fue una mejora interesante.

Para el techo probamos poner un tacho con manta de menor altura (en la foto se lo ve de color naranja) pero no funcionó bien, la temperatura no subía tan rápido como la vez anterior. Nos pareció que podía ser debido a la poca cámara que se formaba en el horno. Después de algunas conjeturas, bajamos el tacho original sobre los ladrillos y la temperatura se elevó rápidamente.



Esa noche, mientras varios Maestros llegados de distintos países, trabajábamos en el Taller, Agostino Lotti, Aurelio Carretero, Pau Segado, Alain Ducq y Eduardo Gozalo, desde Italia, España y Hungría, compartían el entusiasmo de estas pruebas estando presentes virtualmente por Internet.



Con cierto cuidado, al ser tantos, fuimos haciendo los primeros ensayos de esta modificación del horno, se notaba que la temperatura subía bien y que no salían grandes llamas por la puerta aunque se la dejara abierta.

También pudimos comprobar mejor las observaciones que habíamos hecho la vez anterior sobre el crisol de dos cámaras, sacando vidrio sin interrupciones ni demoras en el proceso, al cargar el vidrio sólo en una de las cámaras.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Más de 25 Maestros hicimos distintas experiencias en una jornada intensa de más de ocho horas, donde casi todos fuimos sacando vidrio para hacer unas “gotas” y varios intentos de soplado. Algunos comentaron sobre la fina sensibilidad que requiere del operador este Oficio, para lograr que el vidrio haga lo que uno se propone antes de caer al suelo.

Las fotos que están a continuación reflejan algo de lo experimentado esa noche.



En esta secuencia de fotos se ve el intento de hacer una esfera soplada, usando el banco de vidriero, papel mojado y ejecutando distintos movimientos con la caña.



[Un video del soplado de una esfera se puede ver haciendo clic aquí.](#)

[O abriendo el archivo adjunto: 02-vidrio-pdv-4abril2010.wmv](#)

3.1. Comentarios de Silo.

Cuando bajamos de Punta de Vacas algunos amigos nos encontramos con Silo en Mendoza. Después de los saludos, preguntó cómo habían resultado las pruebas con el vidrio. Le contamos que casi todos los maestros presentes habían podido participar de las prácticas, sacando algunas gotas muy buenas, que habíamos trabajado durante muchas horas con entusiasmo.

Mirando las numerosas fotos que se habían sacado, nos dio una charla sobre los Oficios.

Esa noche nos recomendó profundizar más aún, redoblar los esfuerzos y encarar la práctica de los Oficios desde sus orígenes, tomando las materias primas de la tierra, de la montaña. Partir de los comienzos con el vidrio. Ver lo difícil que es fundir la arena y comprender por necesidad, el agregado de sustancias fundentes que bajar el punto de fusión de la arena. Ver que sale un vidrio raro, con muchas impurezas, nada transparente, luego se van perfeccionando las fórmulas, se logran maravillas...

Como se dijo hace tiempo sobre los metales, buscar el mineral de hierro y aprender a fundirlo y extraer de ahí el metal, buscar el mineral de cobre, etc.

Destacaba la gracia de hacer de ese modo, saliendo de la comodidad, no es lo mismo tomar un pedazo de hierro de un motor, que buscar y extraer de las entrañas de la tierra, de una mina, el mineral que luego de muchos procedimientos, de muchos trabajos y muchas purificaciones, te permite obtener un metal más o menos aceptable.

“En el Taller tratamos de hacer todo y aprender de eso, de la superación de las dificultades sale luz si uno pone bien la cabeza.”

4. Tercer experimento. Horno tacho.

Después de las experiencias en el taller de Punta de Vacas, se trató una vez más de mejorar lo anterior. Reflexionando sobre lo hecho en esas oportunidades, se pensó en armar una cúpula de ladrillos porosos sobre el horno tacho que incluyera una puerta o boca de trabajo y entradas para varios quemadores, a distintas alturas del horno.

La intención fue probar distintas combinaciones de fuego, de modo que se pudiera poner un quemador en la base del crisol y otros dos al ras o sobre el crisol.

De esa manera tendríamos la oportunidad de despejar algunas incógnitas sobre la capacidad de absorber calorías y el tamaño de un horno.

El interés de estas pruebas fue:

- Observar el funcionamiento de estos cambios en el horno tacho, hechos con ladrillos porosos aislantes comprados, con una puerta pequeña y una chimenea.
- Ver si se puede mantener la puerta abierta sin pérdidas de temperatura.
- Probar el funcionamiento de tres quemadores simultáneos.
- Ver cómo funcionan dos cañas para soplar, que hemos hecho con un tornero mecánico con largos diferentes, una de 145 cm. y otra de 130 cm.
- Probar si unas rajaduras en la parte alta de un crisol, que ya hemos usado muchas veces, soportan más usos. (por si hubiera derrames de vidrio hemos colocado una abundante cantidad de caolín en polvo en el piso del horno).



Armado del horno.

Sobre la base del horno tacho se formó una cúpula con ladrillos porosos aislantes para 1500 °C. Se usaron alrededor de 40 ladrillos que fueron afirmados con pasta de caolín y agua, uniendo algunas hiladas. La parte superior y el techo se los dejó suelto para posteriores ajustes y pruebas.

Sobre el techo se colocaron 2 hiladas de 4 ladrillos cada una, formando una chimenea con una abertura de 12 x 12 cm. Para cerrar la puerta se usó un ladrillo que se puede poner y se sacar con facilidad cuando es necesario.

El horno tiene tres entradas para quemadores, una inferior a la altura de la base del crisol y otras dos en la parte superior, al ras de la boca del crisol.



▪ Puesta en marcha del horno y pruebas.

Antes de encender el horno se puso el crisol con algo de vidrio en su interior. En esta oportunidad se usó un crisol sin división de cámaras. Luego se completó el montaje del techo y la chimenea.



Se encendió el horno con un quemador chico, tipo Fisher y se fue subiendo con suavidad la temperatura para templar el crisol. En 90 minutos se lo llevó a 400 °C, luego se colocó otro quemador con venturi y en 15 minutos más se subió a 700 °C.



En 20 minutos más, utilizando los dos quemadores al mismo tiempo, se llegaba a 1100 °C y el vidrio comenzaba a fundirse.



El vidrio en los Oficios del Fuego

30 minutos después se llegaba a 1200 °C. La puerta entreabierta mejoraba el tiraje, el vidrio continuaba desprendiendo burbujas.



A las tres horas de comenzado el proceso se llegaba a 1260 °C, el vidrio ya tenía la consistencia para usar, se comenzaron a producir algunas piezas sopladas.

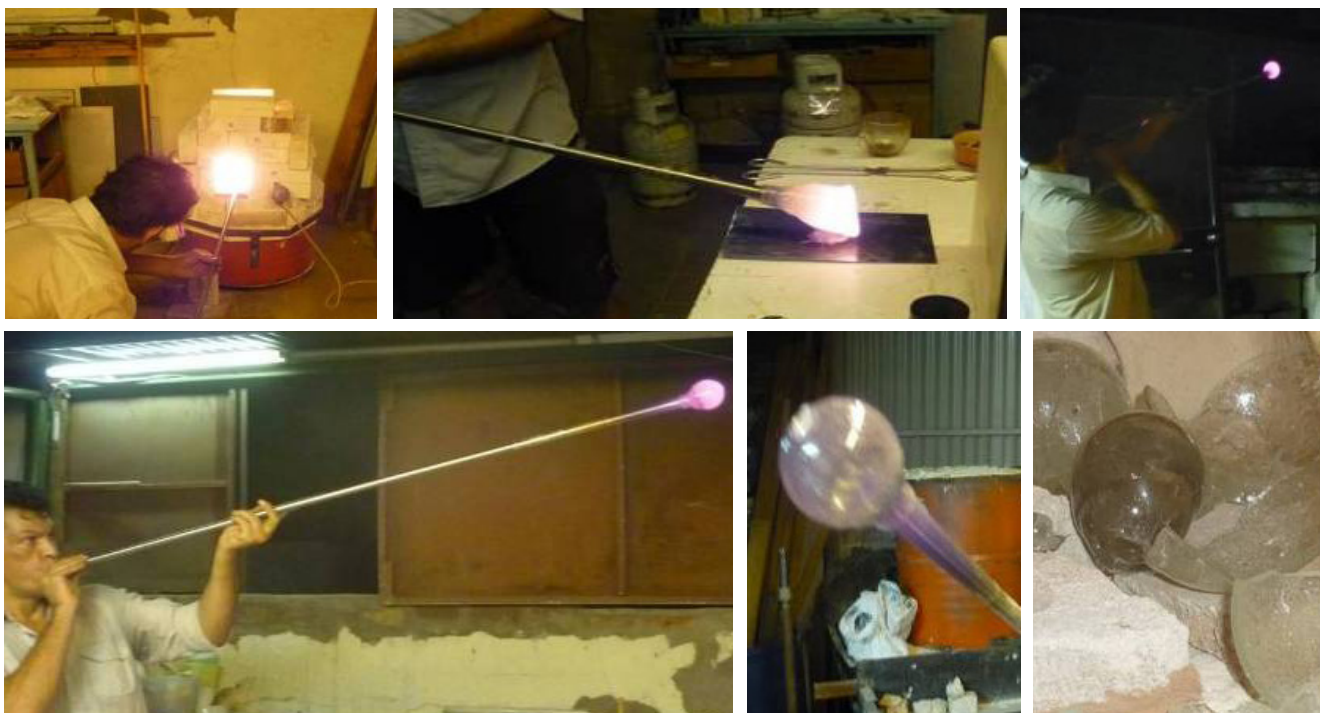


▪ Soplado y tinción con “Polvo de Proyección”.

Se practicaron distintos procedimientos para dar forma y color al vidrio en caliente. En un momento se intentó teñir el vidrio con “polvo de proyección”³⁶. Se pudo realizar una esfera que evidenciaba un cambio de color en el vidrio, distribuyéndose una leve e interesante tonalidad dorada en todo el objeto.



³⁶ El “polvo de proyección” fue obtenido en el paso 12 de la Disciplina Material.



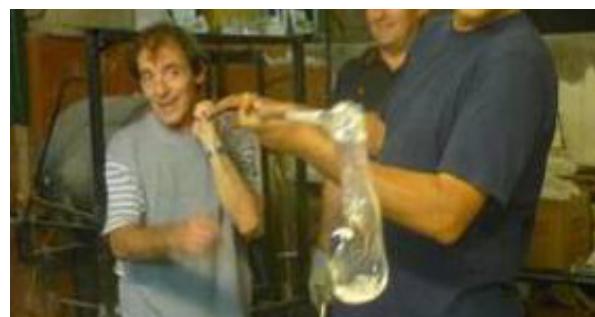
- **Profundizando las prácticas de soplado.**

Después de lo hecho en el Parque Punta de Vacas nos reunimos en Buenos Aires con cinco amigos y nos pusimos una noche a practicar el soplado del vidrio.

Esta nueva prueba permitió ajustar un poco más el funcionamiento del horno tacho y el uso del crisol. Se trabajó usando dos garrafas de gas con distintos quemadores, pudimos ver que se pueden usar dos quemadores al mismo tiempo durante un período para aumentar la temperatura, pero si se suma uno más el resultado se invierte por saturación o falta de cámara de combustión.

El hecho de trabajar en un grupo reducido permitió a cada uno insistir varias veces en sus intentos, hasta lograr alguna forma de vidrio soplado, transmitiendo la experiencia adquirida hasta el momento. Las prácticas comenzaron con la varilla para hacer unas gotas y tomar el pulso al material y luego se centraron en el uso de la caña para soplado y el banco de vidriero utilizando algunas herramientas de mano para manipular y estirar el vidrio en caliente.





▪ Evaluación de lo hecho.

- Adaptar un horno tacho agregando unos ladrillos porosos para formar una cúpula, dejando una pequeña puerta abierta, permite sobrepasar los 1250 °C en cuatro horas y sacar porciones de vidrio para trabajar con el soplado y con pinzas.
- Los ladrillos aislantes para 1500 °C logran concentrar muy bien y rápido la temperatura.
- La prueba de encender tres quemadores al mismo tiempo despejó una de las hipótesis que queríamos ensayar. Vimos que el horno al tener una capacidad pequeña no resultaba acorde al flujo de fuego que lanzaban los tres quemadores. Al no tener un tiraje proporcionado, se ahoga, bajando la temperatura en lugar de subirla. Al usar dos quemadores, uno abajo y otro arriba del crisol, se logró un mejor funcionamiento, cuando se pudo equilibrar las dos llamas con un ajuste proporcionado.
- Las cañas nuevas funcionaron muy bien.
- El crisol resistió bien la exigencia de la jornada, más allá de unas fisuras que tenía en la parte superior.
- Practicar el soplado entre 4 o 5 operadores, da tiempo y lugar para que cada uno haga los intentos necesarios, haciendo más metódica la práctica con las herramientas y el vidrio.
- Cuando los grupos son numerosos se puede experimentar algo del proceso, para profundizar en la práctica del Oficio será útil diseñar una forma de trabajo, tal vez un retiro de dos días, para que cada uno pueda hacer su parte sin apuros.

5. *Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 3.*

- La ocurrencia de simplificar lo hecho anteriormente, después de varios años de investigaciones, resultó muy positiva para entrar en una nueva etapa.
- El haber construido y probado distintos prototipos de hornos, con aciertos, errores y enseñanzas, fue ampliando en cierta forma la base de conocimientos desde donde proyectar los siguientes pasos. La acumulación de trabajo aplicado, posiblemente habilitó la ocurrencia de adaptar el horno tacho.
- Ese experimento, con el horno tacho dio buenos resultados, permitiendo realizar el primer soplado de vidrio en Punta de Vacas con la participación de Silo junto a muchos amigos trabajando en equipo.
- A partir de esas experiencias se avanzó muchísimo, realizando pequeñas mejoras hasta lograr una forma simple que permite con un pequeño horno tomar una muestra de las prácticas con el vidrio, sin contar con grandes instalaciones.
- Si el interés por estos temas es mayor y se planea en otros lugares construir en el Taller los hornos necesarios para trabajar con el vidrio, seguramente realizar previamente este tipo de experiencias servirán para aproximarse de un buen modo.
- Se notó una aceleración en las pruebas, concomitante con el proceso general de Escuela en ese período. La dinámica de las imágenes referidas al tema se hizo más precisa y clara, llegando a nuevas síntesis conceptuales que antes no se alcanzaban. Probablemente la acumulación de experiencias y la necesidad de avanzar para poner el Oficio del vidrio a disposición de otros hicieron su parte.

Capítulo 4.



Tercera etapa de 2011 al 2012.

Proyecto: construcción del taller y los hornos para vidrio.

Construcción en el Taller de los hornos para vidrio.

En este periodo, a partir de un intercambio entre algunos Maestros del Parque La Reja, coincidimos varios en el interés de seguir profundizando en el Oficio del Fuego, intentando desarrollar la parte que corresponde al vidrio.

El entusiasmo por el tema fue creciendo, atrayendo a otros amigos. Eso nos llevó a sintetizar las experiencias que habíamos realizando en las etapas anteriores y avanzar un poco más.

En poco tiempo se diseñó un plan de trabajo donde estaba la construcción de dos tipos de hornos exclusivos para la experimentación con vidrio. Así evitamos usar los hornos que ya había para cerámica y de ese modo no limitar las otras actividades y trabajos que se realizan en el Taller. Se comenzó a organizar y preparar un espacio en el Taller del Parque para destinarlo a esta parte del Oficio del Fuego.

En ese plan se definieron los elementos básicos a realizar:

- 1. Construir un horno de fusión para el soplado de vidrio.**
- 2. Hacer un horno para el templado o recocido de los objetos realizados,**
- 3. Fabricar las herramientas y accesorios básicos, crisoles, varillas, cañas para soplado, pinzas, mesas, bancos, moldes, etc.**
- 4. Organizar el ámbito de trabajo, funciones y atender a los aspectos de seguridad.**

Para definir la forma y características del primer horno a construir se consideró la temperatura que había que alcanzar para hacer o fundir vidrio y los tiempos de proceso necesarios para que el vidrio estuviera en condiciones de sacarlo del horno y aprender a darle forma con distintos procedimientos.

Vale aclarar aquí que hacer o crear el vidrio desde cero, partiendo de arena o cuarzo, es una tarea de cierta complejidad, que implica largos tiempos, mucha paciencia y varios conocimientos para lograr que las sustancias se transformen en esa materia tan particular que es el vidrio. Sabemos que este proceso, según la fórmula que se quiera realizar, puede implicar calcinaciones y procesos de más de treinta horas cada uno, manteniendo el horno a máxima temperatura, sin interrupciones.

El horno que se use tiene que poder llegar y sobre todo mantener temperaturas muy altas, entre los 1400 °C y 1500 °C sin deteriorarse, la atmosfera que se genera al fundirse los componentes de la fórmula es sumamente cáustica y corrosiva. Esa condición implica que los materiales refractarios y los quemadores estén hechos para ese nivel de exigencia, al ámbito de trabajo debe contar con muy buena ventilación y extractores de aire en algunos lugares específicos.

El tema de los tiempos que lleva hacer un vidrio partiendo de arena o cuarzo, con una fórmula determinada, fue decisivo para definir la construcción del primer tipo de horno.

Al final de esas consideraciones se tomó la idea de construir dos hornos, uno de fusión para trabajar con vidrio reciclado y otro para el recocido de las piezas realizadas. Con esos hornos se podría comenzar a practicar sin largas demoras los diversos procedimientos del trabajo con el vidrio.

Se dejó para más adelante el proyecto de construir otros hornos, también de fusión, donde intentar purificar y fundir las sustancias que componen alguna de las fórmulas antiguas de vidrio que es de interés experimentar, como sugiere Silo en la charla “La Piedra”.

Respecto a las fórmulas, como ya se dijo en otra parte, contamos con varios libros antiguos que contienen los componentes y procedimientos que se usaron en distintas épocas y están a disposición del que se interese en ese tema.

Sin duda la experiencia que se logrará con el uso de este primer horno de fusión para soplado, permitirá encarar la construcción de otros hornos para hacer vidrio con distintas fórmulas y tal vez varios colores, entrando así en otra etapa de este largo proceso.

Forma de trabajo, intereses y temas.

Siguiendo las experiencias que tuvimos en la segunda etapa de la investigación, donde comprobamos que las técnicas de soplado de vidrio reciclado se pueden hacer con un horno que llegue a algo más de 1250 °C, nos pusimos a construir uno que fuera exclusivo para vidrio. De esa manera el horno tacho queda para los trabajos con cerámica. Se tuvo en cuenta que ese nuevo horno pudiera mantener la intensidad de fuego necesaria sin fundir los ladrillos refractarios que lo forman.

Un conjunto de Maestros³⁷ comenzamos a preparar las condiciones de trabajo formando un equipo. En ese equipo al principio participaron muchos amigos, unas semanas después se fue consolidando un núcleo más estable.

El interés primario, después de construir el primer horno lo pusimos en aprender a acercarnos a su boca de fuego y tomar una porción de esa materia vítrea, tratando de dominar las primeras técnicas de trabajo.

En cuanto a la calidad del material usado, al comienzo nos planteamos despreocuparnos de las burbujas del vidrio. Luego de lograr cierta pericia en el manejo de las técnicas, se buscaría mejorar la calidad de los vidrios, destinando mayores tiempos a la purificación y al afinado, tal vez dedicando dos días de trabajo continuos. Se sabe que cuanto mayor sea el tiempo que se mantenga a alta temperatura mejor será el afinado del vidrio y tendrá menos burbujas, ganando en calidad.

Sobre el modo de aprendizaje, se necesitan en la mayoría de los casos, reiterados intentos y ajustes, acompañados de la reflexión sobre lo hecho, hasta lograr cierto dominio en el arte de soplar y de dar forma a esta materia en caliente. Hemos visto con numerosos amigos que estas prácticas pueden producir experiencias de fuerte impacto, que alientan a la permanencia en el trabajo metódico.

Estimamos que según el interés de los participantes se podrán dedicar meses o años para lograr un manejo en este Oficio.

Este **cuarto capítulo** lo dedicaremos a describir los elementos compositivos que forman un taller básico de vidrio, con algunos diagramas y fotos de los hornos, herramientas y accesorios que fuimos realizando en el último año. Las experiencias que vamos logrando, cada que se encienden los hornos, nos llevan a imaginar y a veces a realizar algunos cambios y modificaciones en la forma y tamaño del horno de fusión para mejorar su desempeño. Por esa razón el que observe con detenimiento algunas de las fotos que acompañan el texto, notará cambios sutiles en el horno para soplado. Tal vez más adelante escribamos otro un anexo con las modificaciones más substanciales que se realizan en este proceso.

El registro fotográfico y fílmico, las notas de bitácora, junto a la búsqueda y estudio de datos técnicos e históricos son catalizadores importantes que permiten evaluaciones y ajustes que forman en cierta medida los cimientos del Oficio. Las notas de bitacora facilitan también la puesta en tema de los nuevos amigos que se suman posteriormente al inicio de un proceso de este tipo para tomar el hilo de lo hecho antes.

Un video sobre la construcción de hornos se incluye en este capítulo.

En el **quinto capítulo**, trataremos de explicar un modo de usar los hornos y algunas técnicas de trabajo con vidrio como son “la gota”, el soplado con la caña, el colado en moldes, el uso de las herramientas, el templado o recocado de los objetos y el acabado de lo producido.

37 Fueron tantos los amigos que participaron de distintas maneras durante esta etapa, que se hace difícil nombrar a cada uno sin correr el riesgo de olvidarnos de alguno, nos disculpamos por esta falta. Sin duda se los irá reconociendo en las fotos que acompañan los textos de esta etapa.

1. Horno de fusión para soplado de vidrio.

Al comenzar este proceso tomamos conciencia que estábamos usando algunos materiales que han acompañado a las distintas culturas durante miles de años. Esa caída en cuenta nos llevó a estudiar y a valorar de otro modo cada elemento, sobre todo el fuego y las arcillas que necesitábamos para esta tarea.

En esta parte pondremos especial atención a la construcción de los hornos de fusión y de templado; a los quemadores y pirómetros; a las herramientas y sus usos. También daremos relevancia a las medidas de seguridad a tener en cuenta.

Iremos describiendo los materiales necesarios y una forma de hacerlos, con la imagen de equipar un taller donde trabajar con vidrio, sin desconocer que pueda haber muchas otras formas de avanzar en este tema.

En cuanto a los diseños de estos últimos hornos, podemos decir que, en cierta forma, incluyen en sí mismos una suerte de síntesis de los anteriores prototipos.

En el proceso que realizamos en el Taller de Parque La Reja, decidimos comenzar desde la fabricación de los ladrillos refractarios e intentar hacer la mayor parte de los elementos, herramientas y accesorios que se necesitan para este Oficio.

Para los ladrillos refractarios, comenzamos buscando las arcillas más puras, arcilla blanca aluminosa, caolín blanco, chamote refractario de grano mediano (cerámica molida), también usamos caolín blanco calcinado y aserrín de madera. Con estas mismas substancias, en distintas proporciones, también elaboramos los crisoles, las placas refractarias, las toberas y algunas partes de los quemadores.

1.1. Ladrillos refractarios porosos.

En un horno, un elemento fundamental son los ladrillos refractarios, en este caso se usaron ladrillos aislantes o porosos, estos se pueden comprar o hacer en el taller.

La cámara interna del horno se realizó con ladrillos refractarios porosos y por afuera, se colocaron formando una segunda pared, bloques de HC "hormigón celular curado por auto clave". Mientras los ladrillos refractarios porosos resisten altas temperaturas, los bloques HC cumplen la función de aislar muy bien el calor, facilitando la concentración del fuego en el interior del horno.

Construido de este modo, el horno puede tener en su interior más de 1300 °C y por fuera no tener pérdidas de temperatura, pudiendo apoyar la mano sobre los bloques de HC sin problema.



▪ Composición.

Para hacer los ladrillos refractarios porosos se mezcló en seco y por volumen.

40 % de caolín extra blanco.

30% de arcilla blanca aluminosa.

30% de chamote refractario.

Luego de mezclar bien los materiales en seco, se vierten lentamente en un recipiente con agua, un 50% o 60% del volumen en agua puede resultar suficiente, y se vuelve a mezclar otra vez.

Después de hidratar bien la mezcla de los materiales refractarios se agrega un 70 u 80 % de aserrín de madera, en volumen y se amasa muy bien, buscando lograr una pasta homogénea. Es bueno que el aserrín no sea polvo ni viruta, el que queda de las sierras de corte es un buen tamaño (1 a 2 mm).



El aserrín de madera al quemarse dejará pequeños poros dentro del ladrillo, esos poros son los que dan la propiedad de aislantes.

Esta mezcla se deja reposar por lo menos uno o dos días, para que el agua penetre bien en todos los componentes. Pasado ese tiempo se vuelve a amasar prolongadamente tratando de comprimir la pasta, buscando que no quede aire en su interior. Si tiene mucha humedad se la deja secar un poco al aire hasta que toma la consistencia adecuada para presar en los moldes y hacer los ladrillos. Como ejemplo de cantidad usada, cada ladrillo chico antes de hornear, tuvo un peso aproximado en húmedo de 5 kg.



1.2. Moldes para ladrillos.

Se usaron moldes de tres tamaños, las medidas fueron:

Ladrillo chico: 26 x 13 x 7cm, ladrillo grande: 33 x 19 x 10 cm y dintel: 46 x 13 x 7 cm.

Se usó madera de pino de 2 cm de espesor para formar los moldes rectangulares, las bases se dejaron separadas, sin clavar al molde, para facilitar el desmolde de los ladrillos. Como desmoldante se colocó papel de diario en la parte interna de cada molde.

Después de un buen amasado de la pasta refractaria, se colocó en cada molde una porción acorde al tamaño y se presó bien. Este trabajo es de suma importancia, si queda aire en la mezcla, este puede hacer reventar el ladrillo cuando se lleve a cocción.



Después de presionar muy bien se desmolda sobre una placa de madera con papel de diario y se los deja secar, según el clima, una o dos semanas, cambiando la posición de los ladrillos cada tanto para lograr un secado homogéneo.

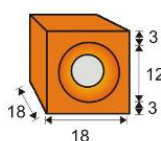
1.3. Placas refractarias.

Con la misma mezcla refractaria se hacen algunas placas de 34 x 28 x 2 cm que se usarán para la base de la boca de trabajo. Conviene tener varias de estas placas para ir cambiándolas cuando sea necesario, sobre ellas quedará vidrio chorreado de las sucesivas entradas que se hacen para retirar material con la varilla o la caña.

1.4. Toberas o entradas para quemadores.

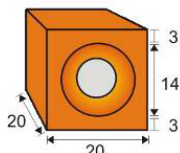
Las toberas son piezas importantes en el horno. Las que usamos para este horno tienen una forma externa más o menos cúbica. En la parte interna, pasando de un lado a otro, se realiza una forma vacía compuesta por dos conos unidos por su base.

El cono que da al exterior se llama de convergencia y por ahí entrará el fuego del quemador y el cono que da al interior del horno se conoce como de divergencia. Esta forma interna acelera un poco el paso del fuego.



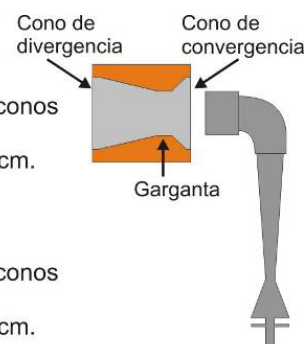
Tobera o entrada para el quemador inferior.

Con la mezcla refractaria se modela un cubo con un hueco formado por 2 conos unidos por una garganta de 9 cm. Se lo deja secar y se hornea a 1200°. La medida final, después de horneado, será aproximadamente de 16 x 16 cm.



Tobera o entrada para el quemador superior.

Con la mezcla refractaria se modela un cubo con un hueco formado por 2 conos unidos por una garganta de 11 cm. Se lo deja secar y se hornea a 1200°. La medida final, después de horneado, será aproximadamente de 18 x 18 cm.



Para hacer las toberas se preparó una pasta refractaria que pueda soportar las mayores temperaturas, se usó esta fórmula:

- 50% de caolín.
- 20% de arcilla blanca.
- 30% de chamote.
- 50% de aserrín de madera, tomando como referencia el volumen total de los materiales refractarios.

Estos materiales medidos por volumen y bien mezclados se vuelcan lentamente dentro de un recipiente con agua, en cantidad suficiente para que se hidraten bien. Después se agrega un 50% de aserrín de madera, se mezcla otra vez hasta lograr una pasta homogénea y se deja en reposo unos días.

Posteriormente se amasa prolongadamente, si la pasta estuviera muy húmeda se la deja secar al aire o sobre placas de yeso, hasta lograr la consistencia adecuada para modelar las toberas.

Después de darle la forma se las deja secar completamente y finalmente se hornean a más de 1200 °C. Como ejemplo, una tobera de 20 x 20 x 20 cm. después de horneada pesó 8 kg.

1.5. Cocción de ladrillos, toberas y placas refractarias.

Las horneadas de estos materiales refractarios se hicieron en dos tipos de horno, el horno tacho alimentado con gas envasado y el horno de barro alimentado a leña. Resultaron más blancos, los que se hicieron con gas en el horno tacho.



Para la cocción se elevó la temperatura muy lentamente haciendo mesetas prolongadas. Al principio durante unas dos horas se mantuvo la temperatura a 100 °C, luego se fue subiendo a 300 °C con lentitud, después a 500 °C y a partir de los 700 °C se fue un poco más rápido. Después de unas diez horas aproximadamente se llegó a 1200 °C y se mantuvo esa temperatura durante una hora más para que se quemara la mayor parte del aserrín de madera del interior de los ladrillos.

1.6. Los crisoles.

El crisol es un recipiente apto para contener el vidrio y resistir altas temperaturas. Los hay de distintas formas, tamaños y materiales según el uso que se vaya a hacer de ellos.

Para trabajar con vidrio es necesario contar con crisoles que además de soportar las temperaturas de trabajo durante periodos largos de tiempo, no contaminen las sustancias que componen el vidrio. En esto es muy distinto a los metales, para fundir metales se suelen usar crisoles de grafito o carburo de silicio y si hubiera algún desprendimiento del material del crisol se puede retirar con las escorias antes de hacer la colada correspondiente, sin tener mayores complicaciones.

En el caso del vidrio los materiales del crisol tienen que ser compatibles con la composición del mismo para evitar contaminación en la fórmula y cambios de color.

Algunos componentes como el caolín, la arcilla o el chamote, pueden ser poco puros y contener algún porcentaje de óxido de hierro por ejemplo, esto puede dar al vidrio cierta coloración. Es recomendable hacer pruebas previas, horneando pequeñas muestras a más de 1200 °C, para saber que materia prima se está usando.

Los crisoles que hemos probado para trabajar con vidrio hasta ahora fueron hechos con:

- **40 o 50 % de caolín.**
- **30% de chamote refractario (lo más blanco posible)**
- **20 o 30% de arcilla blanca.**

Estas proporciones son relativas a la calidad de los materiales, hemos comprobado por experiencia que en algunos casos se puede aumentar o disminuir el caolín o la arcilla blanca, según la consistencia y plasticidad de la pasta resultante. El posterior funcionamiento que demuestre el crisol, al usarlo a altas temperaturas, nos indicará la calidad real de la materia prima usada y las modificaciones necesarias en la formulación, si fuera el caso, para los próximos crisoles.

El caolín es un tipo de arcilla muy magra, con poca plasticidad, eso hace que sea difícil de modelar. Cuanto mayor sea el tiempo en que el caolín esté en agua hidratándose mejor será porque gana en plasticidad.

Una buena sugerencia es tener 30 o 50 kilos de caolín en agua y guardarlo en un envase cerrado durante el mayor tiempo posible, removiéndolo cada tanto. Esta materia prima así tratada se podrá usar para hacer futuros crisoles o piezas importantes en la construcción de los hornos.

Si se cuenta con caolín hidratado se agregan los otros componentes, si no fuera así se mezclan todos los componentes en seco y luego se vuelcan lentamente sobre una cantidad de agua mezclando bien todo. Como hemos dicho en otras partes, es bueno dejar reposar la mezcla para que se hidrate completamente durante unos días.

Luego de ese tiempo, se retira el exceso de agua y se deja secar hasta que tiene la consistencia adecuada para trabajar.

Se amasa prolongadamente presionando para quitar todo el aire y luego se le da la forma a mano presionando contra un molde de yeso. El grosor de las paredes conviene que sea por lo menos de 2 a 3 cm. Terminado el modelado se deja secar por unos días en un lugar ventilado.

Es útil tomar notas y muestras de las distintas pruebas que se realicen para cotejarlas posteriormente. Lo mismo vale para las materias primas, cada partida de arcilla, caolín, etc. pueden variar, el cotejo de las notas ayuda a reconocer y comprender esos cambios.

1.7. La forma de los crisoles.

Hemos experimentado con varias formas y tamaños de crisoles. Para algunas pruebas con pequeñas cantidades de sustancias nos resulto bien la forma de vaso ligeramente cónico.



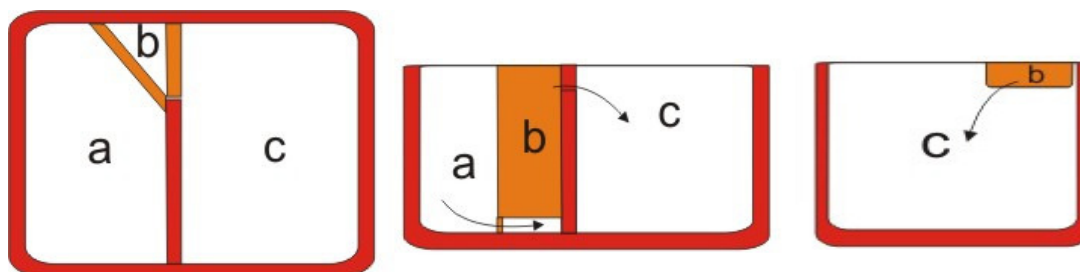
Para el soplado, hasta ahora, lo más práctico ha sido usar uno o dos crisoles, rectangulares o redondos, que en todo caso se adapten a la forma interna del horno, con una división al medio que forma dos cámaras que se comunican por debajo. Así el vidrio se carga en una de ellas y al fundirse va pasando a la otra cámara. También el crisol cuando es chico o para experimentar con fórmulas puede ser sin división.

Otra forma un poco más compleja, es diferenciar en el crisol tres espacios intercomunicados, por ejemplo "a", "b" y "c".

En "a" se carga el vidrio para fundir y este pasa a "b" por debajo. "b" es una división pequeña, como un conducto por donde asciende el vidrio fundido hasta el borde superior que da a "c", que es un poco más bajo que los demás bordes del crisol.

De ese modo el vidrio va pasando de "b" a "c" por arriba, como una cascada, facilitando la eliminación de burbujas y llenando la cámara "c". De "c" se podrá sacar un vidrio mas purificado para trabajar.

El tamaño de esos espacios es algo que se puede estudiar y definir a medida que se van realizando las diferentes pruebas y trabajos. Se ve interesante como forma y circulación del vidrio fundido. En la siguiente figura se ven los detalles desde arriba y dos de sus lados.



En cuanto al tamaño de los crisoles hemos hecho varias experiencias. Primero usamos uno que cubría casi la totalidad de la cámara inferior del horno. Este funcionó muy bien, brindando mas vidrio para trabajar. Para cambiarlo había que desarmar una parte del horno. Sus medidas eran de 45 x 25 x 18 cm de altura.

Después de varios meses de prácticas con ese crisol se nos ocurrió probar con dos crisoles un poco mas chicos, de ese modo pudimos contar con dos vidrios de colores diferentes al mismo tiempo y realizar el cambio de los crisoles por la boca de trabajo cuando se quiere cambiar de color en el vidrio. Las medidas externas de estos últimos son aproximadamente 30 x 22 x 15 cm de altura.

1.8. El secado de los crisoles.

Se los deja secar lentamente, un recurso es humedecer un poco todo el crisol cada dos o tres días y si aparecen grietas, alisarlas comprimiendo el material.

Este tipo de secado se usaba mucho en la antigüedad, dedicando en algunos casos más de un año para secar completamente un crisol, decían que era muy bueno hacer que el crisol pase por todas las estaciones y climas del año. En nuestro caso hemos dedicado dos o tres semanas a esta tarea y el resultado nos pareció aceptable.

1.9. La cocción de los crisoles.

Para los crisoles más chicos usamos el horno tacho. Reiteramos que la horneada de estas piezas conviene que sea muy lenta, como con los ladrillos refractarios, de unas diez horas por lo menos. Llevando la temperatura en lo posible a más de 1200 °C.

Para hornear un crisol grande hemos usado el mismo horno que construimos para soplar vidrio, porque ese crisol no entraba adecuadamente en los otros hornos que disponíamos, para esto hicimos lo siguiente³⁸:

1. Desmontamos la parte superior del horno para colocar el crisol.
2. Sobre el nivel del piso colocamos tres ladrillos refractarios y sobre estos una placa de cordierita³⁹, este piso quedó a unos 12 cm. del piso del horno, formando la cámara de fuego y el rompe llama.
3. Sobre esta placa ponemos el crisol bien centrado.
4. Montamos la parte superior del horno, tapando la tobera superior y la puerta con algunos ladrillos refractarios.
5. Al colocar los últimos ladrillos refractarios en el techo, dejamos una abertura de 10 x 10 cm. cambiando de posición algunos ladrillos, para usar esa apertura como chimenea y regular la atmosfera de cocción.
6. El último bloque de HC no lo colocamos para este tipo de cocción.
7. Con todo esto bien dispuesto, comenzamos el proceso de cocción poniendo en la tobera inferior un quemador pequeño, tipo Fisher para regular una lenta subida de temperatura.
8. Cuando fue necesario, después de los 400 °C o 500 °C pasamos a usar un quemador atmosférico con venturi, hasta llegar a la máxima temperatura.
9. Terminada la cocción, se deja enfriar. Posteriormente se desmonta el techo del horno para retirar el crisol, la base de cordierita y los ladrillos que se usaron como soportes.

Si por algún motivo no se logra llegar a más de 1200 °C en la primera cocción no es problema, porque cuando se use el horno con el quemador principal de aire-gas se podrá sobrepasar esa temperatura sin mayor esfuerzo y el crisol se terminará de cocer. En todo caso, cuando se use por primera vez ese crisol, la subida de temperatura se hará con cuidado, templándolo durante unas horas.

³⁸ Esta explicación se entenderá mejor cuando se vea el diseño del horno.

³⁹ La cordierita es un material refractario que se usa para hacer los pisos de los hornos cerámicos, resiste altas temperaturas sin deformarse.

2. Construcción de un horno de fusión para vidrio.

Características y procedimientos.

Este horno se comenzó a construir en agosto de 2011, preparando los ladrillos refractarios y otros elementos en el taller. El montaje se realizó en una tarde y se encendió por primera vez el 17 de septiembre de ese año, como sentido homenaje a Silo en el primer aniversario de su partida de este tiempo y espacio.

A partir de esa fecha, cada semana se fueron haciendo distintas modificaciones en su forma y tamaño, casi siempre antes de encenderlo. Se usaron diferentes crisoles y quemadores, estudiando y aprendiendo varias cosas sobre su funcionamiento en dinámica. Esas experiencias nos permitieron compartir entre algunos de los que participábamos de esos cambios un periodo de inspiración que se realimentaba cada semana con nuevas ocurrencias.



Durante varios meses se trabajó usando un crisol grande con dos cámaras, este tamaño nos parecía adecuado para contar con una cantidad de vidrio fundido que permitiera a muchos hacer sus experiencias. Se tuvo en cuenta que para cambiar de crisol habría que desmontar parte del horno, esto no representaba mucho trabajo ni mucho tiempo, por la forma de construcción que se había usado, sin pegar los ladrillos. Esos cambios se realizaban en dos horas aproximadamente. Más adelante se muestra cómo se hacía ese procedimiento por si en algún otro lugar optan por usar y experimentar esta forma.

Recientemente, reflexionando sobre lo hecho se nos ocurrió una nueva idea, realizando otra modificación más que tomaremos como modelo para hacer el plano constructivo. Como se dijo antes, las fotos de los hornos que acompañan estas páginas no coinciden exactamente con el último horno de fusión, pero nos parece que forma parte de este aporte al conjunto tratar de poner lo último que probamos, sin dejar de mencionar los ensayos anteriores con sus aciertos y errores.

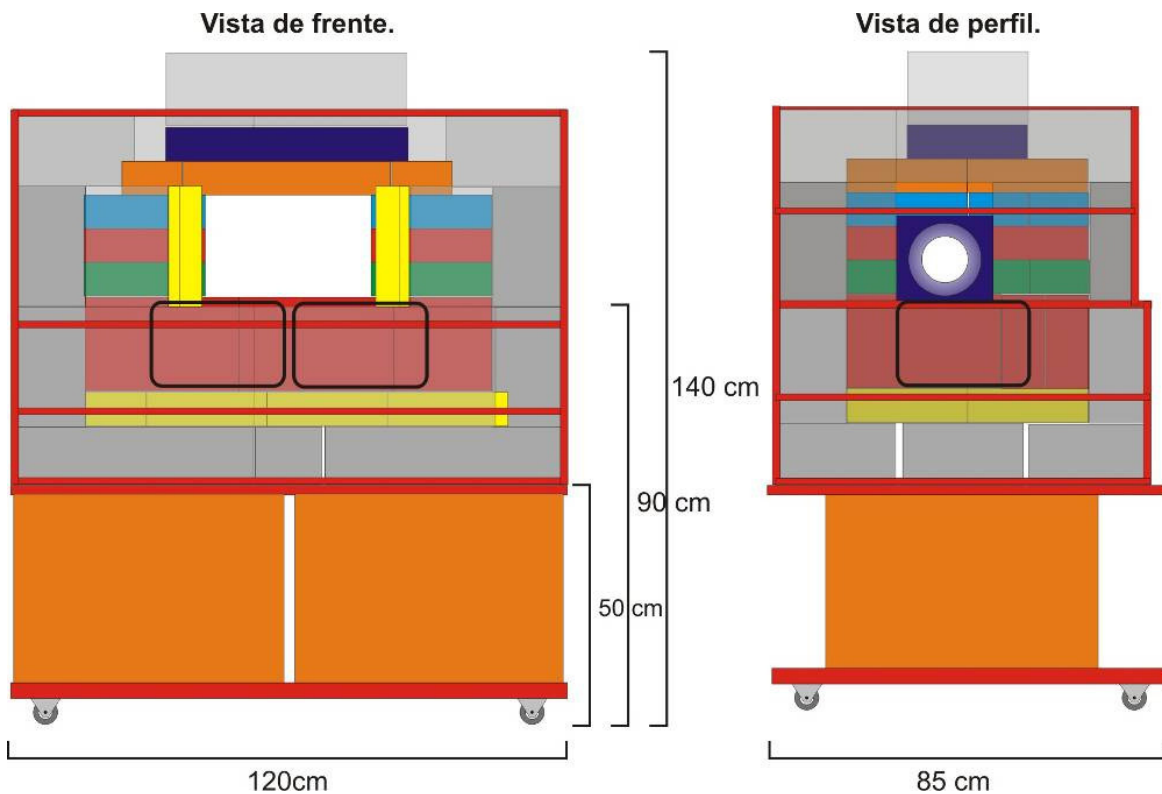
También puede ser de interés comentar que en el trabajo con los Oficios del Fuego, cuando se construyen los hornos y se trabaja con ellos, por ejemplo, no está en nuestra intención la imagen de terminar algo y dejarlo fijo. Si no por el contrario, nos impulsa una profunda búsqueda que no se completa o satisface con la ilusión de lo logrado en un momento, siempre se puede ir un poco más allá... descubriendo nuevas formas, relaciones y experiencias.



2.1. Materiales.

El horno de fusión para vidrio, como ya se dijo, está realizado básicamente con dos tipos de ladrillos, en el interior formando la cámara de fusión, se usaron ladrillos refractarios aislantes hecho en el taller⁴⁰ (también pueden ser comprados) que soportan hasta 1500 °C.

Para la pared exterior se usaron bloques HC “*Bloques de Hormigón Celular curado con autoclave*”⁴¹. Descubrir estos bloques fue para nosotros un hecho de mucha importancia por la facilidad con que se pueden cortar, el bajo peso y la moderada resistencia al fuego que tienen. Este material no se usa habitualmente para construir hornos, se usa en la construcción de casas pero tiene muy buenas propiedades aislantes, pudiendo resistir hasta 1000 °C durante un periodo de tiempo prolongado. Por otra parte resultan más económicos que la materia prima para hacer los ladrillos refractarios, por esas razones lo usamos como segunda pared.



Entrando en los detalles, para construir este horno se necesitan los siguientes materiales:

- 7 bloques de hormigón celular de 50 x 25 x 12,5 cm. para la base.
- 18 bloques de hormigón celular de 50 x 25 x 15 cm. para las paredes y techo.
- 1 bloques de hormigón celular de 50 x 25 x 10 cm. para el frente superior.
- 45 ladrillos refractarios porosos de 25 x 12.5 x 7 cm.
- 7 ladrillos refractarios porosos de 32 x 18 x 10 cm.
- 1 dintel refractario poroso de 45 x 14 x 7 cm.
- 1 o 2 toberas refractarias para los quemadores.
- 2 ladrillos refractarios de 22 x 12.5 x 7 cm. para tapar la puerta.
- Varias placas refractarias de 34 x 28 x 2 cm. para la boca del horno.

40 Una ventaja de hacerlos en el taller, aparte de la experiencia lograda, es que se pueden realizar de la medida que se ajuste mejor a la necesidad o al diseño del horno.

41 En Argentina se puede ver información en: www.retak.com.ar, en España: www.ytong.es

2.2. Descripción del armado del horno.

A continuación se describe el último modelo de horno que hemos realizado, con las medidas que utilizamos para trabajar con uno, dos o tres crisoles.

Iremos intercalando algunas ilustraciones con el detalle de los materiales usados y la ubicación de cada uno de ellos, comenzando desde abajo hasta llegar a la cúpide.

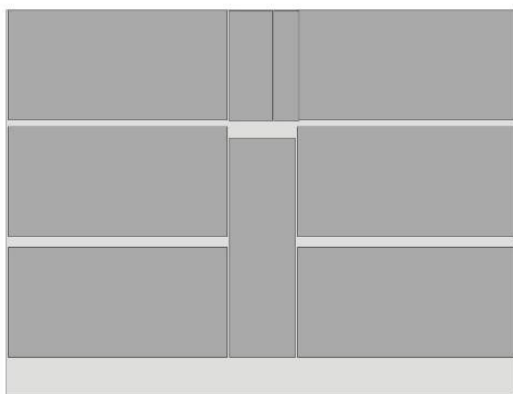
- **Base y 1º Nivel.**

Para hacer la base usamos una chapa de hierro de 130 x 100 cm y 0.5 cm. de espesor, asentada sobre dos medios tambores de 200 litros, cortados a 35 cm de altura o se podría usar cualquier otro soporte que se considere adecuado al peso y uso del horno.

Es recomendable que esa base tenga ruedas, para poder mover el horno dentro del taller cuando se necesite. La altura total de la base con las ruedas es de 50 cm. para que después la boca del horno tenga una altura apropiada para su uso.

Sobre la chapa de hierro, pintada con antióxido y esmalte sintético, se colocaron 7 bloques HC de 12,5 cm de espesor acostados, uno de ellos fue fraccionado para completar la superficie. Entre los bloques se puso algo de polvo de ladrillos para rellenar las uniones.

Figura 1 Vista desde arriba



Vista de frente.

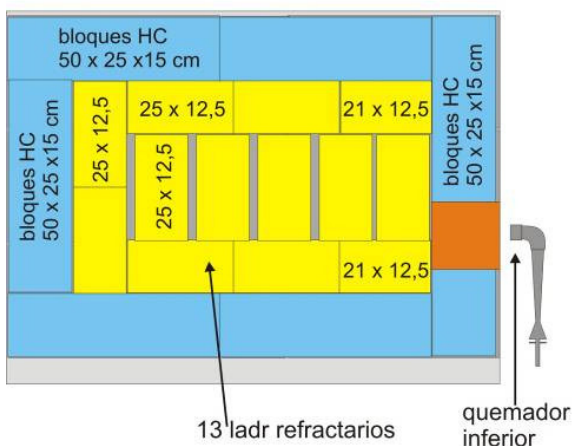


Los bloques HC se cortan muy fácilmente con un serrucho de dientes grandes, los proveedores de estos materiales los tienen disponibles.

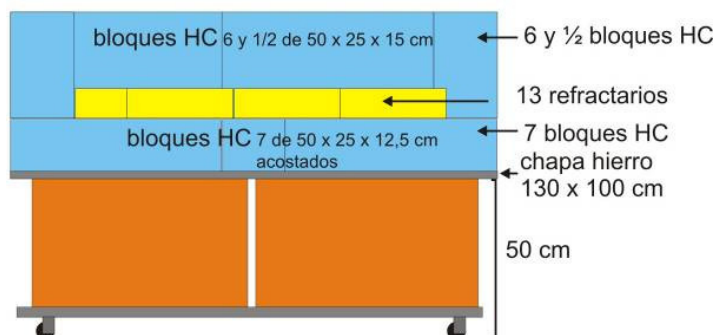
- **2º Nivel.**

Sobre la base se comenzó a montar el horno, primero se colocaron 13 ladrillos refractarios porosos (color amarillo) formando el piso interno del horno.

Figura 2 Vista desde arriba



Vista de frente.



El vidrio en los Oficios del Fuego

Enmarcando todo se pusieron 6 1/2 bloques "HC" (color celeste), uno de ellos con un corte a nivel del piso interno del horno, formando la entrada para la tobera del quemador inferior. Más adelante veremos en detalle las entradas para quemadores.

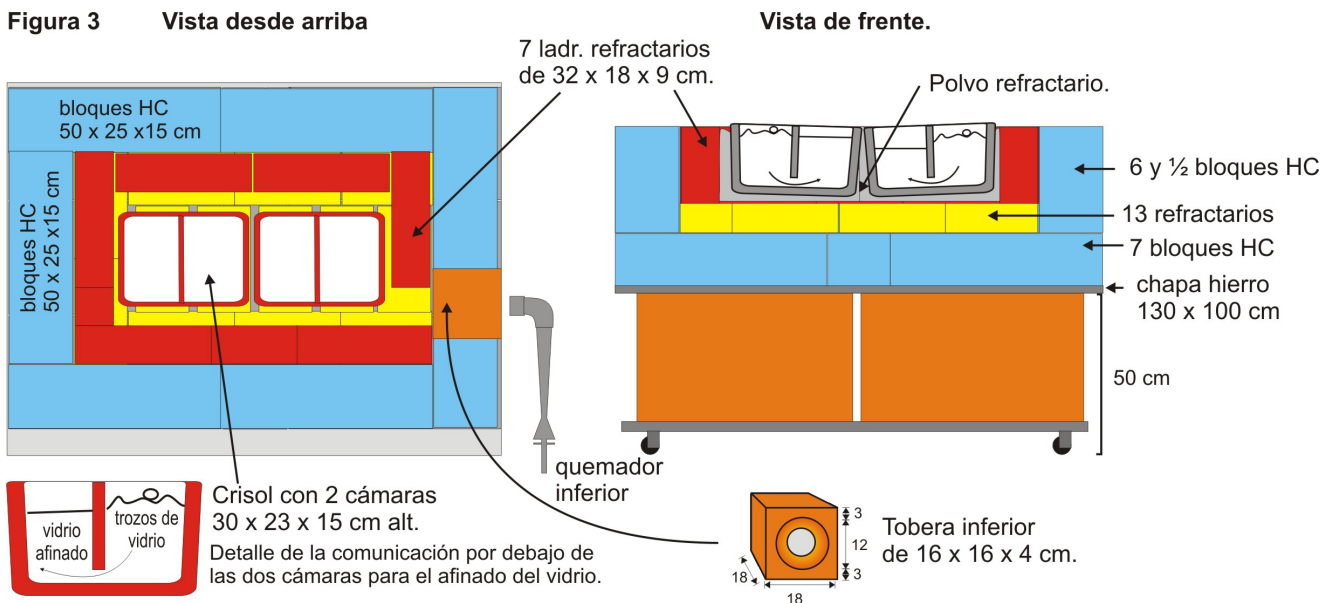
En esta construcción no usamos ningún tipo de cemento refractario, sólo entre los ladrillos refractarios hemos puesto un poco de caolín disuelto en agua (con la consistencia de una crema), que sirve para nivelar y sellar las juntas. El no pegar los ladrillos entre si permite modificar el horno cuando se considere oportuno. Un cuidado que hay que tener es que el caolín no sobresalga de las juntas y quede expuesto al fuego en la parte superior para evitar posibles desprendimientos sobre el crisol.

Los bloques de HC los apilamos simplemente y al final de la construcción se podrán colocar algunos tensores de hierro para asegurar toda la estructura del horno.

• 3º Nivel.

Se va levantando la pared interna del horno colocando 7 ladrillos refractarios grandes (color rojo), de 32 x 18 x 10 cm, apoyados sobre el lado de 10 cm. Con estos se forma la cámara del crisol. En las uniones colocamos un poco de caolín con agua para asentar y sellar bien las juntas.

Figura 3 Vista desde arriba



▪ Entrada del quemador inferior.

Se coloca la tobera para el quemador inferior, de 16 x 16 cm. disponiéndola de tal modo que los bloques HC no queden expuestos al fuego directo. Se hacen los cortes que sean necesarios para el correcto ajuste. Esta tobera se usará muy rara vez, se puede reemplazar también con unos trozos de placas refractarias formando una entrada si se desea hacer mas simple.

▪ Ubicación de los crisoles.

Sobre el piso interno del horno, se colocan 2 o 3 cm de una mezcla de chamote y caolín compactado en seco, también pueden servir ladrillos porosos usados y pulverizados. Esta mezcla refractaria en seco resulta muy útil para asentar los crisoles, dándoles la inclinación adecuada para que el vidrio al fundirse se deslice de una cámara a la otra. Este polvo sirve también en el caso que cayera algo de vidrio o si se rompiera algún crisol, aglutinando el vidrio derramado. Este polvo es fácil de desprender y retirar sin perjudicar los ladrillos de la base.

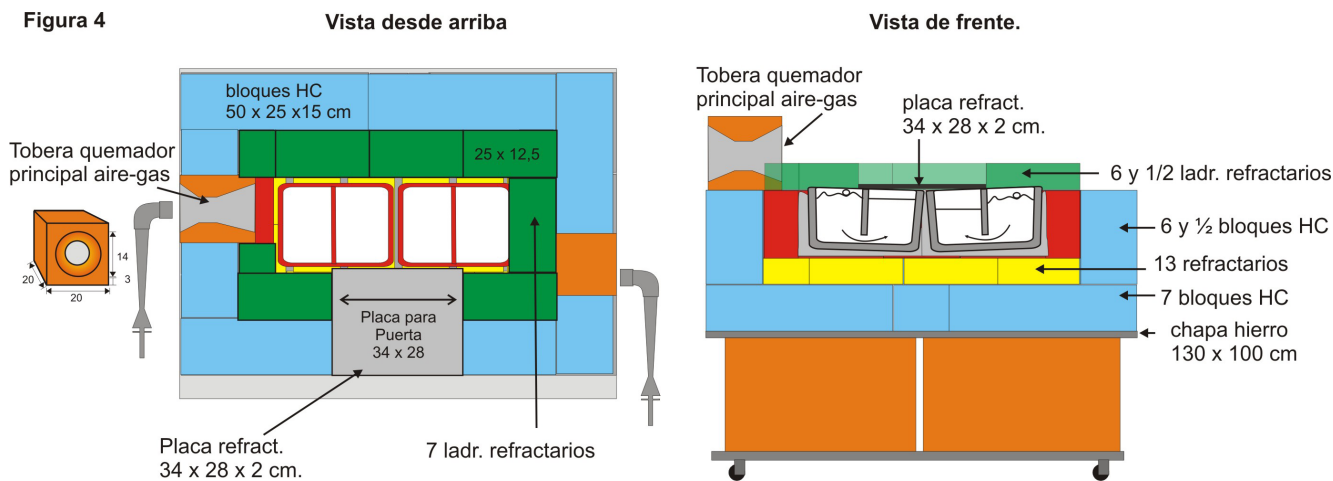
El espacio que queda entre los crisoles y las paredes del horno también se puede rellenar con esta mezcla, casi hasta el borde de los mismos. Esto se recomienda hacerlo una vez que los crisoles ha sido horneados correctamente y están listos para usar.

Nota: Un crisol que hemos usado varias veces fue formando algunas rajaduras, se pudo reparar rellenando las grietas con algo de caolín, chamote y agua. El rodear el crisol con este polvo refractario permitió seguir usándolo unas doce veces más.

• **4º Nivel.**

Cámara superior, entrada del quemador superior y boca de trabajo.

Se colocan acostados 6 ladrillos refractarios (color verde) de 25 x 12,5 x 7 cm. y 2 fracciones para completar la vuelta. Los ladrillos refractarios, al tener aserrín y ser porosos, se cortan también fácilmente con un serrucho.



Entrada del quemador principal. Se coloca la tobera para el quemador superior disponiéndola de tal modo que los bloques HC no queden expuestos al fuego directo.

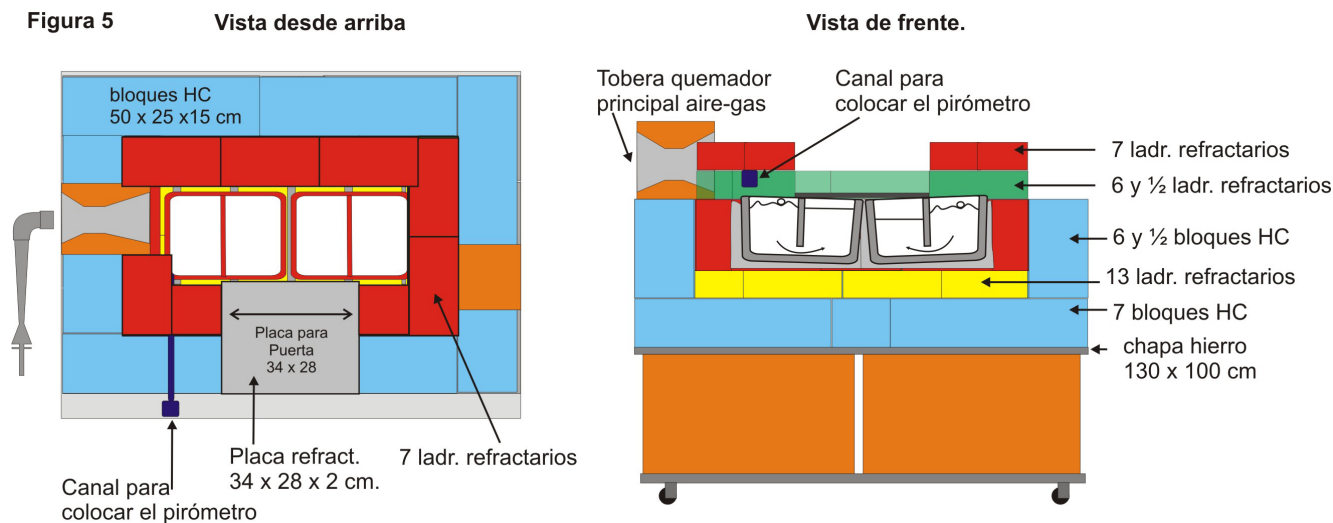
Boca de trabajo. Se coloca una placa refractaria de 34 x 28 x 2 cm. para hacer la base de la puerta. Esta placa se reemplazará cada tanto, cuando las chorreaduras de vidrio resulten molestas al trabajo.

• **5º Nivel. Canal para la termocupla.**

Se utilizan 7 ladrillos refractarios (color rojo) para esta hilada.

Al frente, al costado de la boca del horno, se hace un canal para colocar posteriormente la termocupla del pirómetro. La punta de la termocupla debe quedar unos 2 o 3 cm dentro del horno sobre el crisol.

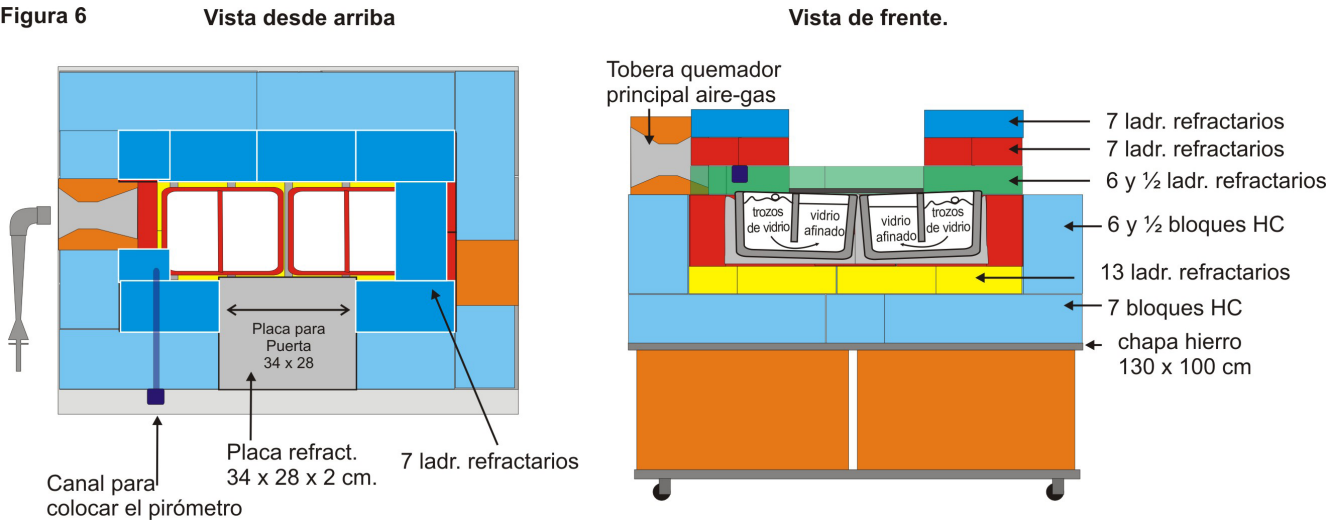
El diámetro de ese canal debe ser algo mayor que el diámetro de la termocupla y conviene rellenar ese espacio con manta cerámica para que no pase calor al cabezal del termopar, evitando de ese modo mediciones erróneas.



• **6º Nivel.**

Se ponen otros 7 ladrillos refractarios (color azul), dando de este modo a la puerta o boca de trabajo la altura adecuada.

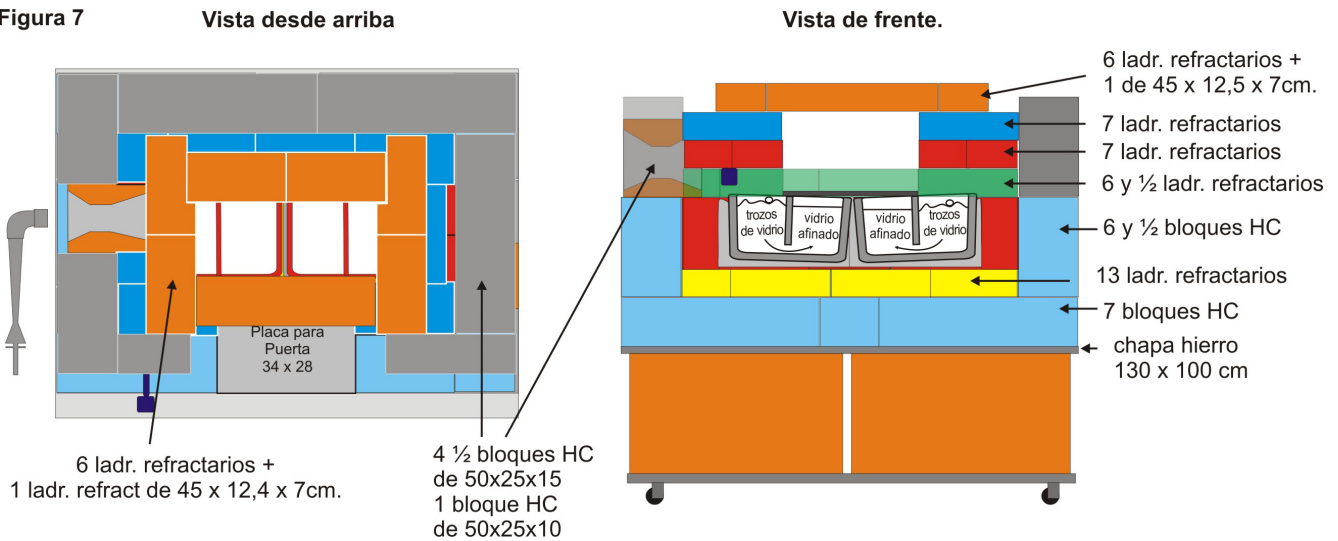
Figura 6



• **7º Nivel.**

Al colocar 6 ladrillos refractarios y el dintel de 45 cm (color naranja), se completa la puerta y el techo se va cerrando. Se podrá notar que algunos ladrillos y el dintel se desplazan un poco hacia el centro, teniendo que hacer algunos cortes para encastrarlos y dejarlos bien trabados. Este desplazamiento es para que los ladrillos que formaran el techo tengan el apoyo suficiente.

Figura 7



Cuando se use el horno, la boca de trabajo no se dejará abierta en toda su extensión. Se pueden poner dos ladrillos parados a los costados de la misma que encastran debajo del dintel, para cerrar parcialmente la boca del horno. De ese modo se concentran mejor las calorías. Para mover esos ladrillos con el horno encendido se usará una pinza larga haciendo movimientos suaves.

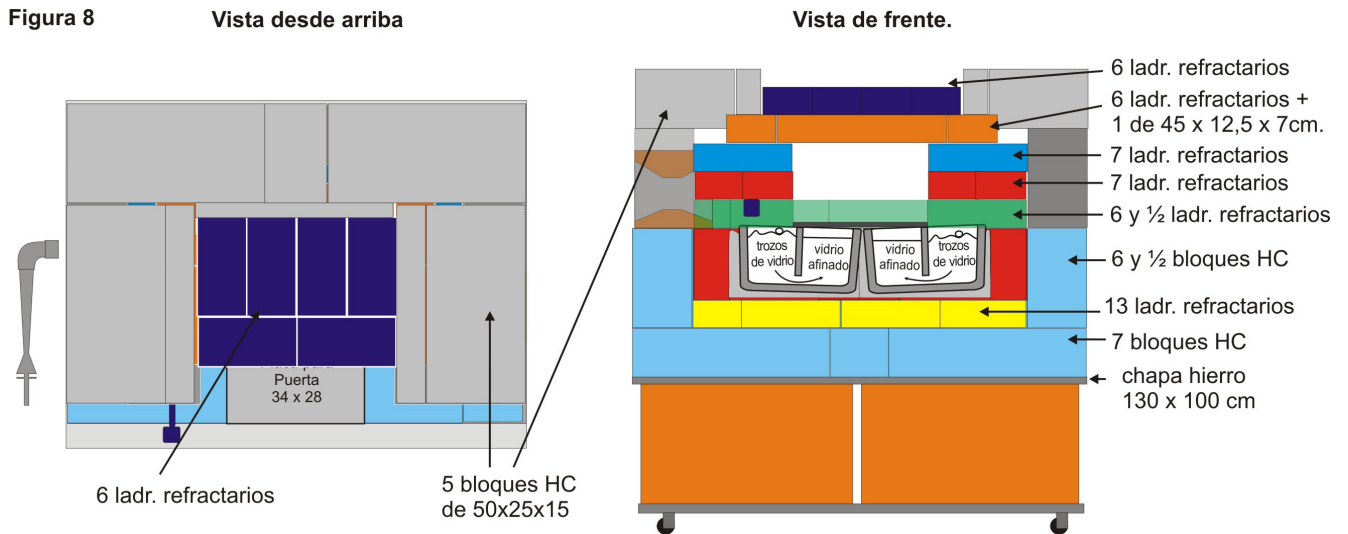
En la parte externa, 4 1/2 bloques HC de 15 cm de espesor (color gris medio) y dos fracciones de HC de 10 cm de espesor van cubriendo el contorno de la cámara superior.

En el lateral izquierdo, donde entra el quemador superior, se harán los cortes correspondientes para rodear la tobera superior y lo mismo se hará al frente para continuar el canal para el pirómetro.

Algunos espacios vacíos que queden entre los ladrillos y bloques HC se pueden rellenar con manta cerámica; trozos de ladrillos refractarios o partes de bloques HC.

• **8º Nivel.**

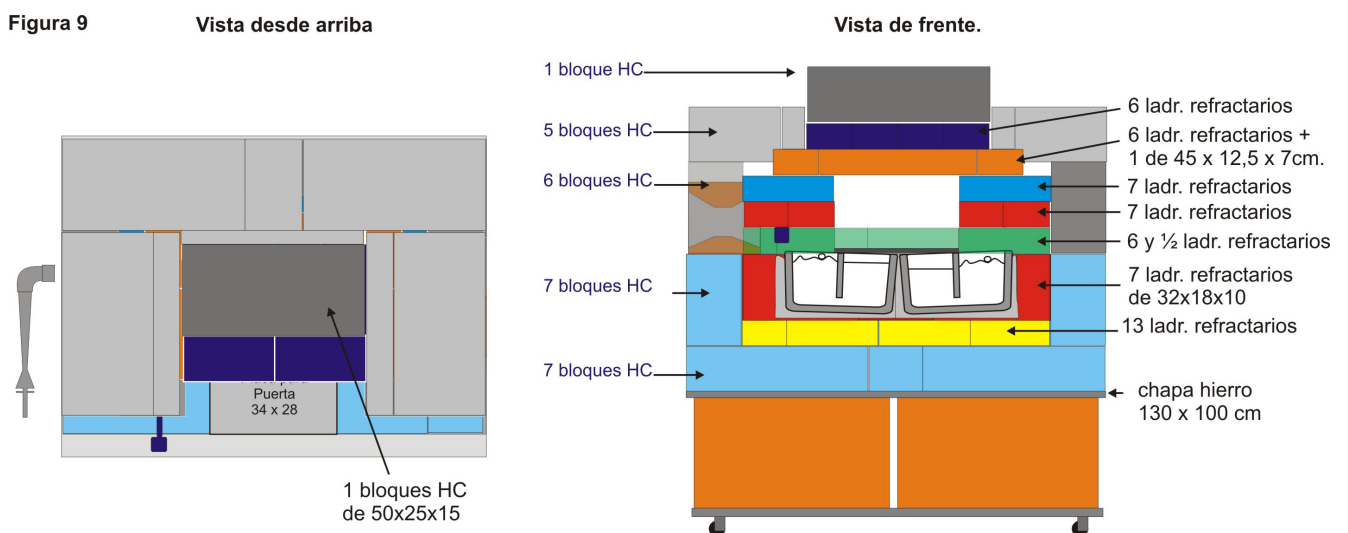
Con 6 ladrillos refractarios (color azul) se cierra el techo. 4 bloques HC + unas fracciones de 50 x 15 x 10 cm aproximadamente (color gris claro) completan el contorno del techo.



La parte superior de la boca de trabajo es una zona de altas temperaturas, por ahí saldrán poderosas llamaradas, por eso hay que proteger los bloques HC dejando un espacio y poniendo algo de material refractario, por ejemplo: placas refractarias o algunos ladrillos porosos. En la práctica, con el horno encendido y trabajando con el vidrio, se verán seguramente los ajustes necesarios a realizar en esa parte.

• **9º Nivel.**

Se coloca 1 bloque HC (color gris) completando la aislación del techo. Con esto se termina el montaje de ladrillos, las entradas para los quemadores, el canal para la termocupla del pirómetro y la boca de trabajo.



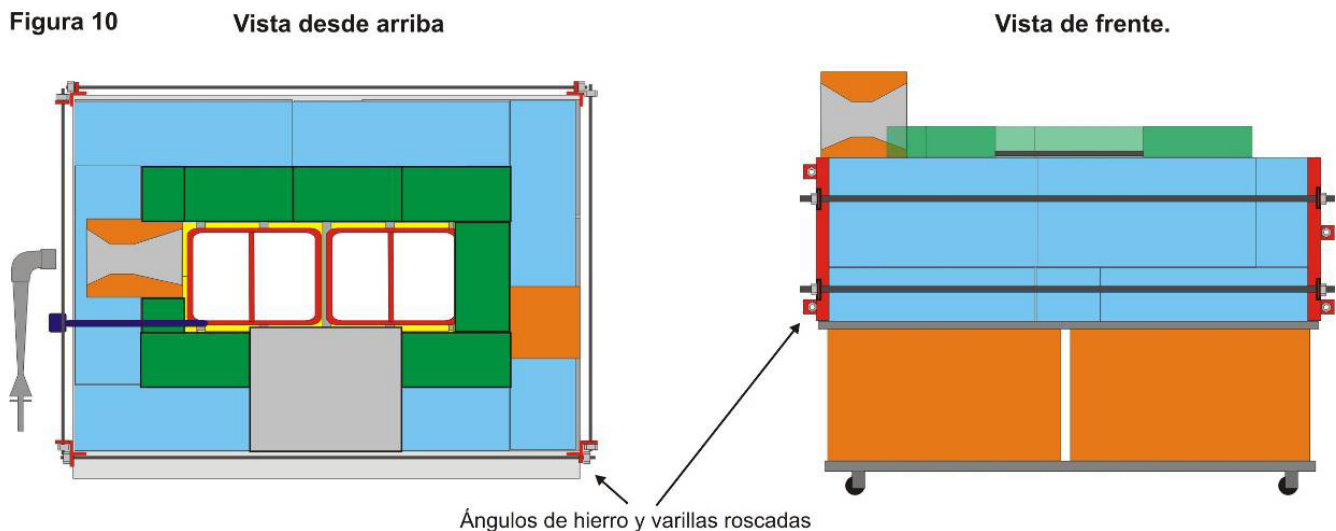
Si se trabaja con dos crisoles medianos, cuando haya que cambiar alguno de ellos se podrá hacerlo desde la boca de trabajo corriendo unos pocos ladrillos para facilitar la tarea. Si se usara un solo crisol grande será necesario desmontar un parte del techo del horno. Mas adelante veremos una forma de hacerlo. Se podrá notar que por la forma de armado de este horno, esta tarea no implica mayores complicaciones y se puede hacer en poco tiempo.

2.3. Tensores, terminación del horno.

Una vez que se ha probado el funcionamiento del horno, usándolo varias veces, y viendo que funciona correctamente, se pueden preparar y colocar los tensores de hierro.

En este horno se puede diferenciar claramente dos partes, la cámara baja, donde estará el o los crisoles con el vidrio y la cámara superior, donde el fuego se va concentrando y aumentando la temperatura. Para facilitar las maniobras y modificaciones que se necesiten en la dinámica del trabajo, resulta práctico asegurar cada una de estas partes por separado.

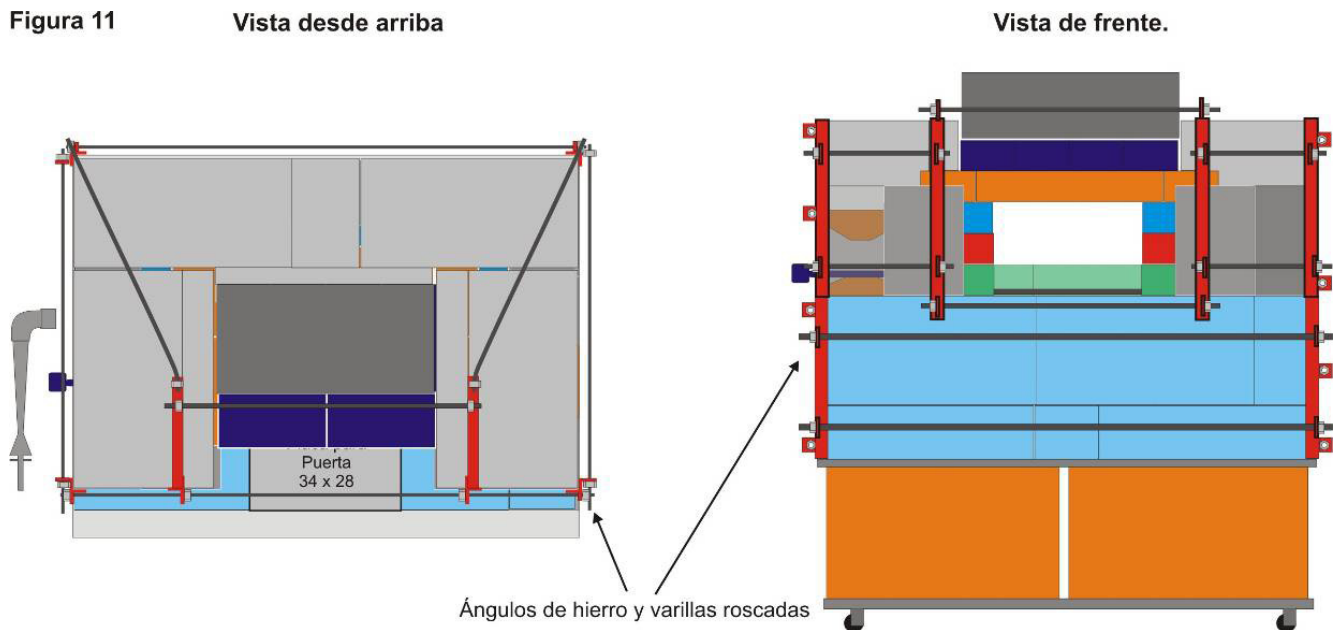
La parte inferior, la cámara del crisol se puede afirmar del siguiente modo:



Los materiales que se pueden usar son perfiles de hierro en ángulo y varillas roscadas con sus tuercas.

Se ubican los ángulos de hierro en los vértices de cada cámara del horno, estos ángulos tienen soldadas unas orejas del mismo material con perforaciones, por donde pasarán las varillas roscadas de 1 cm de diámetro o algo similar que cumpla esa función. Se pueden colocar cuatro por cada lado y dos en diagonal sobre el techo, que al ajustarse formarán los tensores y apoyos para los bloques que rodean el horno.

La parte superior se puede fijar de este modo.



Sin duda puede haber otras maneras de resolver este tema, por ejemplo usando chapa galvanizada, acero inoxidable, etc. Aunque esta forma nos parece simple y permite que el horno “respire”, eliminando la humedad que absorben los bloques y ladrillos del ambiente que tenderá a evaporar al calentarse.

2.4. Cambio de crisol.

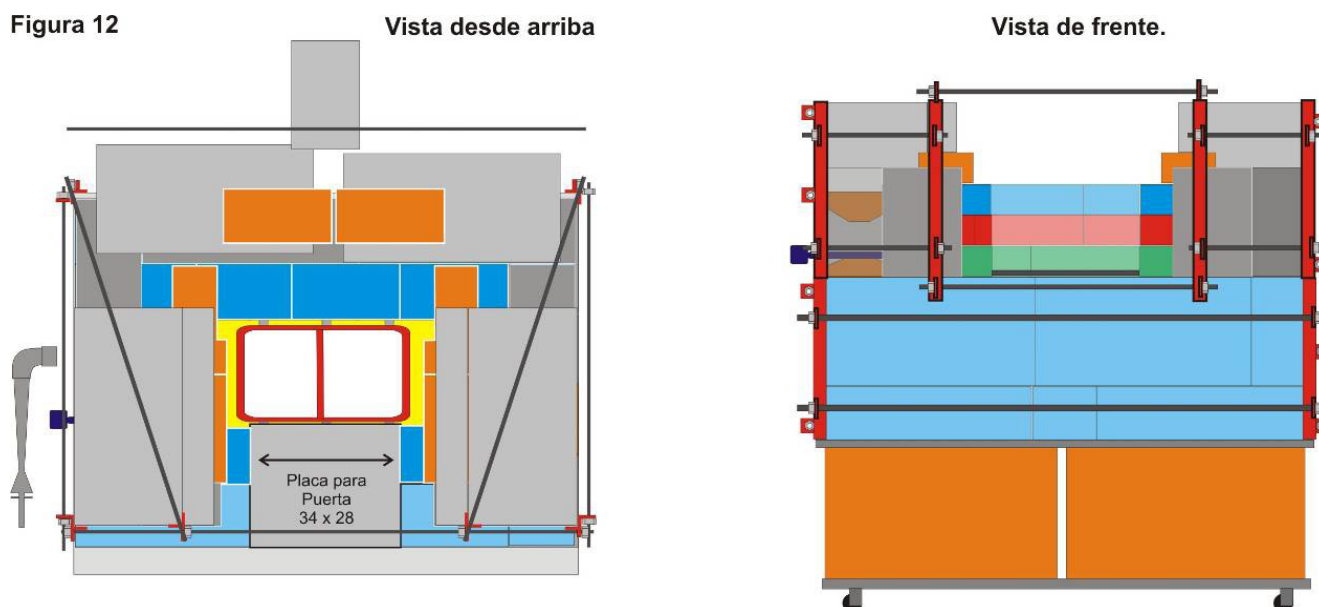
Si los crisoles que se usan son medianos y entran por la boca del horno, el recambio será muy simple, para tener mas facilidad de maniobra se podrán retirar algunos ladrillos sobre la boca, hasta el dintel.

Para cambiar un crisol grande, esto siempre se hace con el horno frío, se soltarán algunos tensores y se podrá desmontar una parte del techo.

Todas estas maniobras son posible por no haber usado cemento refractario, el caolín usado para sellar los ladrillos se desprende fácilmente (se puede guardar como caolín calcinado para hacer crisoles) y puede reemplazarse con una nueva aplicación cuando se rearme el horno.

De más está decir que este procedimiento es de cuidado, tratando de ordenar los ladrillos retirados de modo tal que se pueda volver a colocarlos en su lugar cuando se haya cambiado el crisol. Marcar cada ladrillo con un lápiz de grafito puede ser de ayuda y registrar con fotos cada nivel que se desarma también.

Una vez retirado el crisol usado se coloca el nuevo (es bueno cubrirlo con un papel o una tela para mantenerlo limpio de polvo), se le da la inclinación adecuada y se rellenan los costados con el polvo refractario usado anteriormente, retirando antes los trozos de vidrio que pudiera tener.



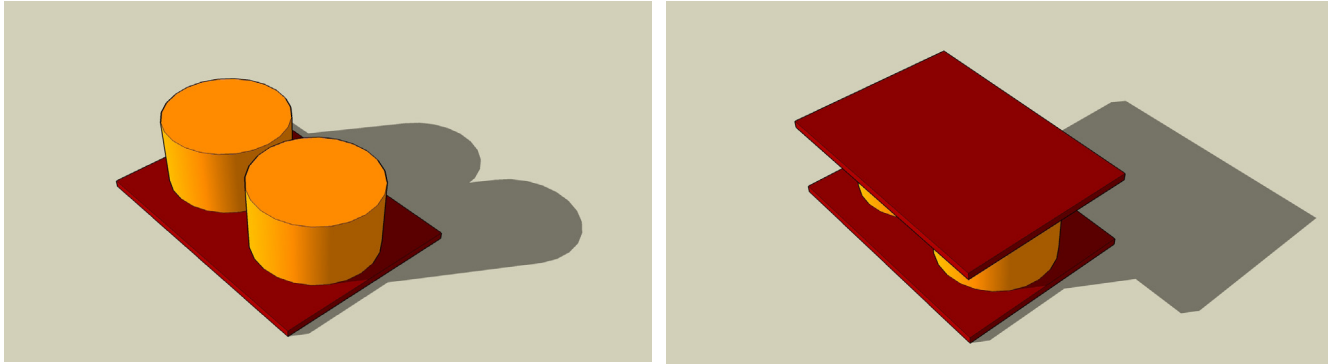
Se procede a montar nuevamente los ladrillos siguiendo el orden correspondiente, agregando un poco de pasta de caolín entre ladrillos donde sea necesario, cuidando que no sobresalga hacia la parte interna del horno.

Luego se ajustan los tensores y antes de encender el horno se verifica que el crisol este bien limpio.

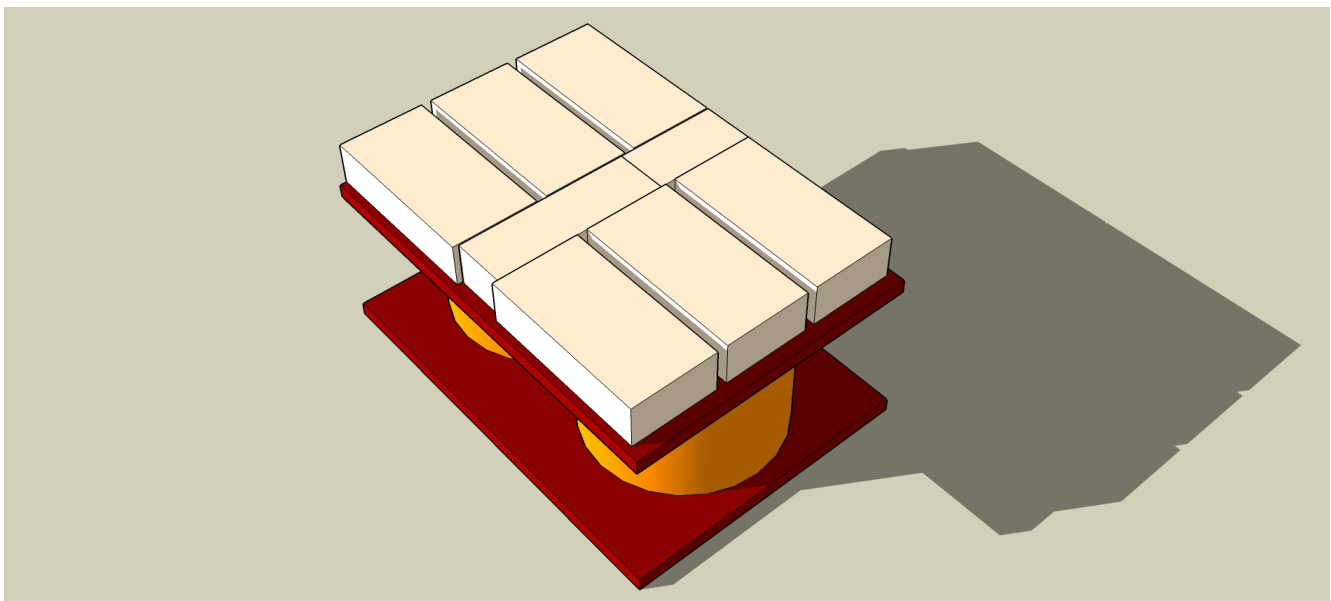
2.5. Construcción del horno en Imágenes en 3D.

Tal vez esta forma de mostrar la construcción, apelando a distintos puntos de vista y herramientas gráficas, ayude a configurar una imagen completa de los distintos niveles y partes del horno.

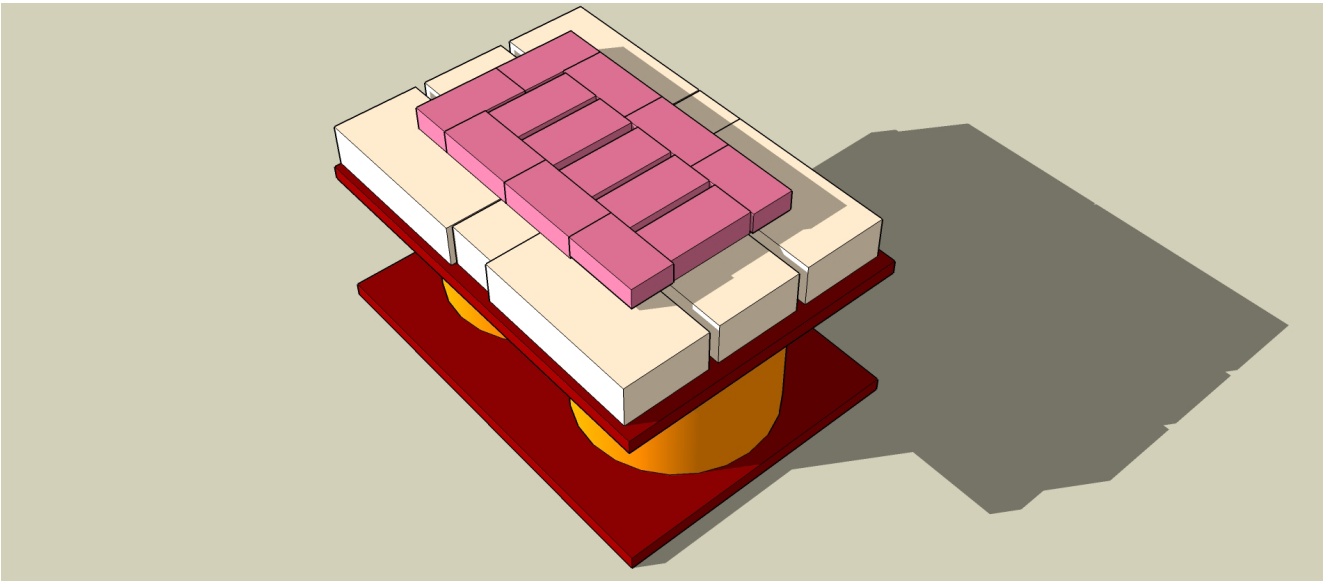
Estas imágenes y la animación en 3D (ver archivo de video adjunto) se realizaron con la colaboración de Emiliano Granatelli.



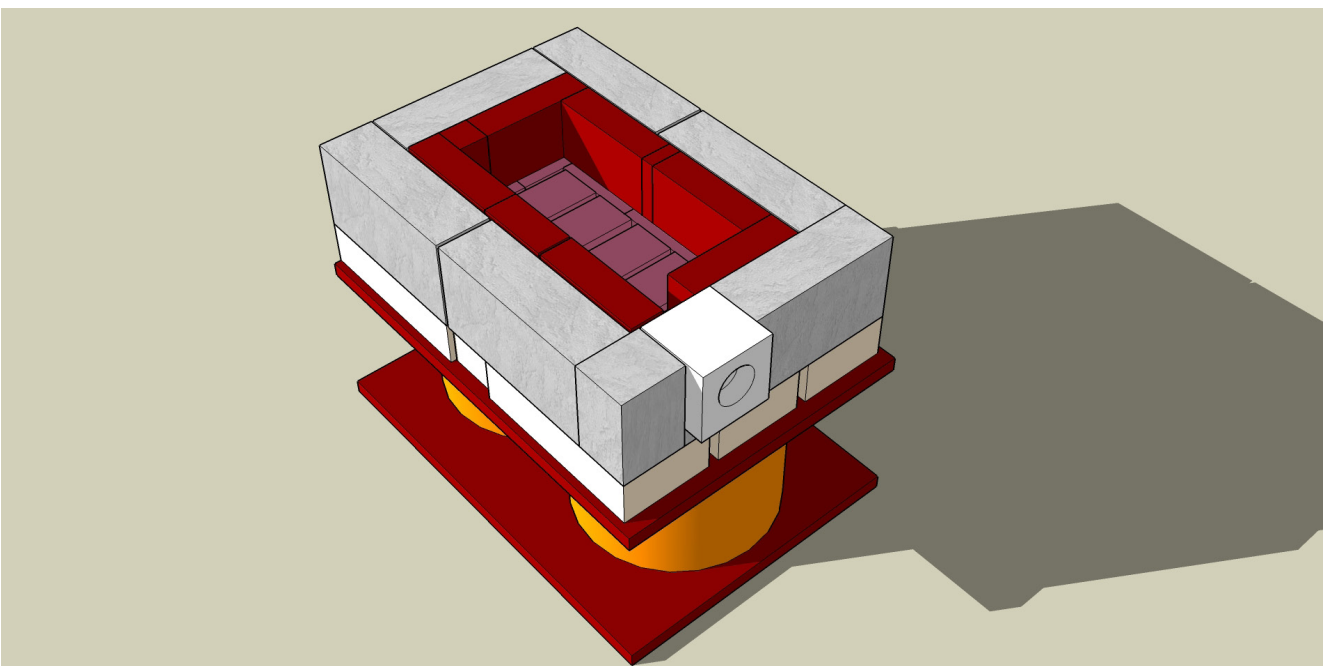
Base hecha con chapas de hierro.



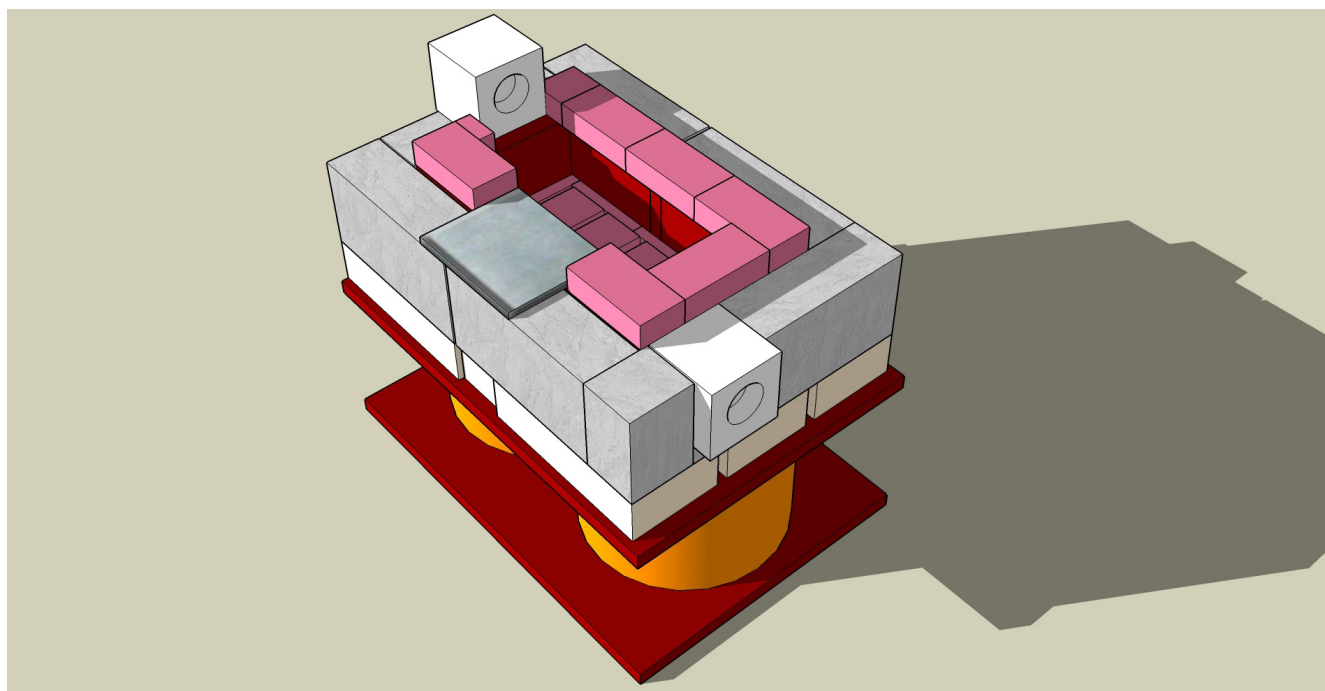
Primer nivel. Siete bloques de Hormigón Celular aíslan la base.
Se rellenan las juntas con polvo refractario.



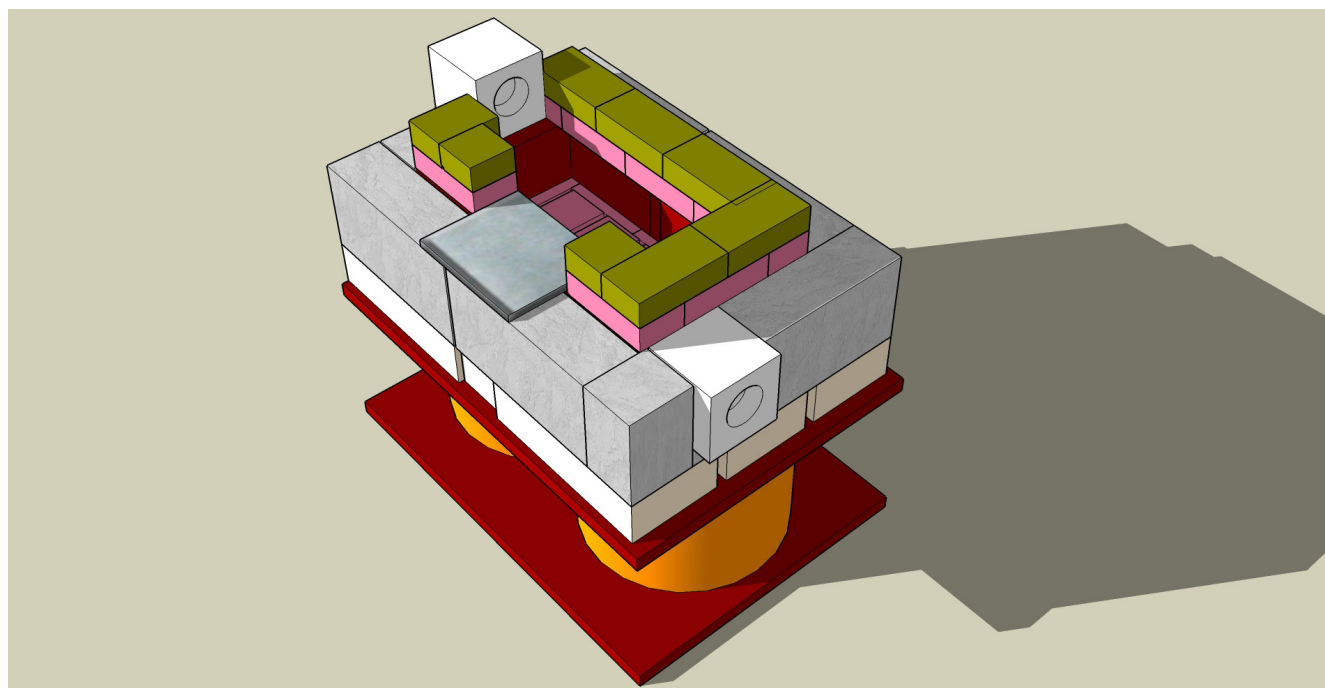
Segundo nivel. Trece ladrillos porosos forman la base interna.



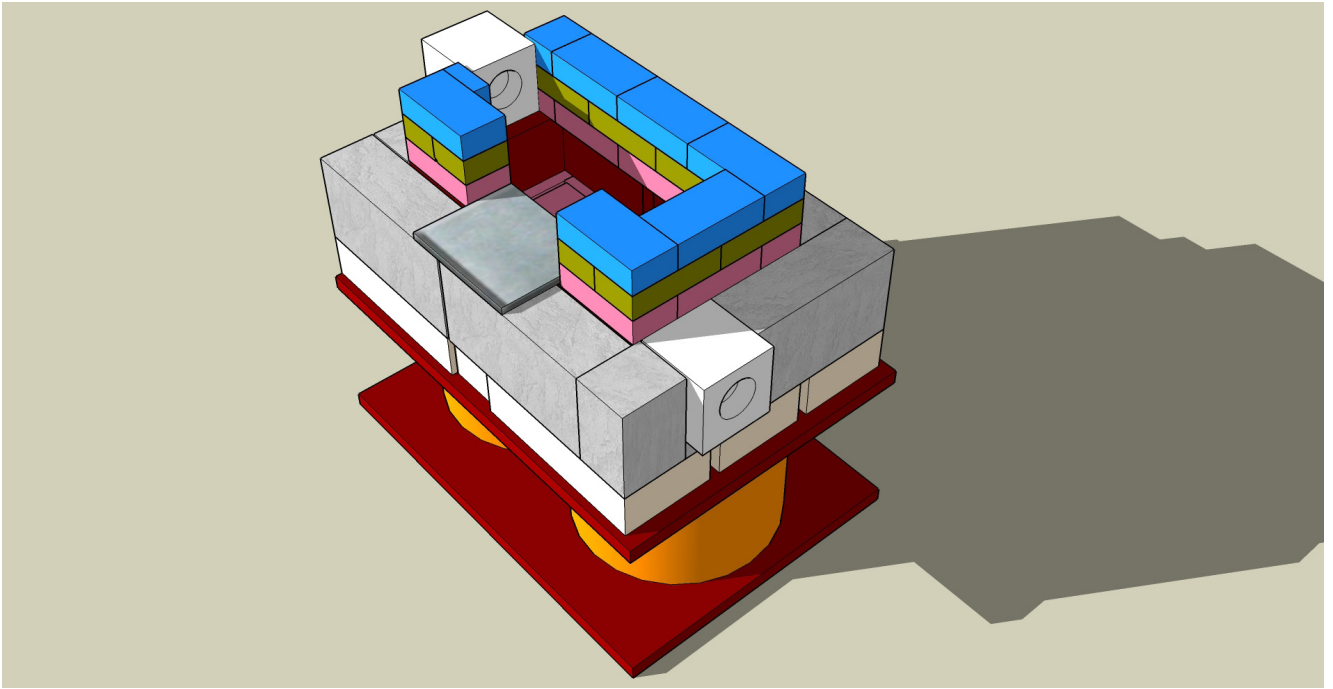
Seis y medio Bloques HC forman la pared externa del horno.
Por dentro, siete ladrillos porosos grandes forman la cámara del crisol.
A un costado se ubica la tobera para el quemador inferior.



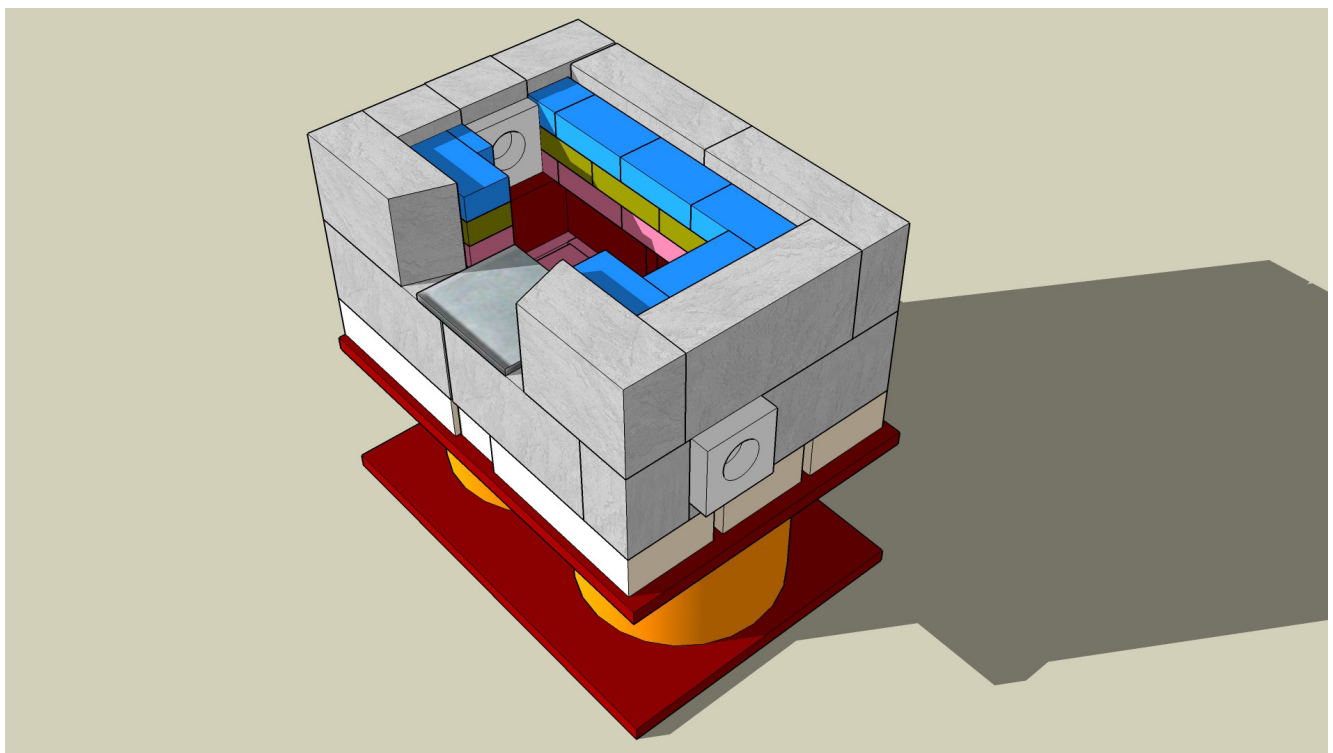
Montaje de la cámara superior. Se colocan siete ladrillos porosos acostados.
Se ubica la tobera superior.
Una placa refractaria define la ubicación de la puerta o boca del horno.



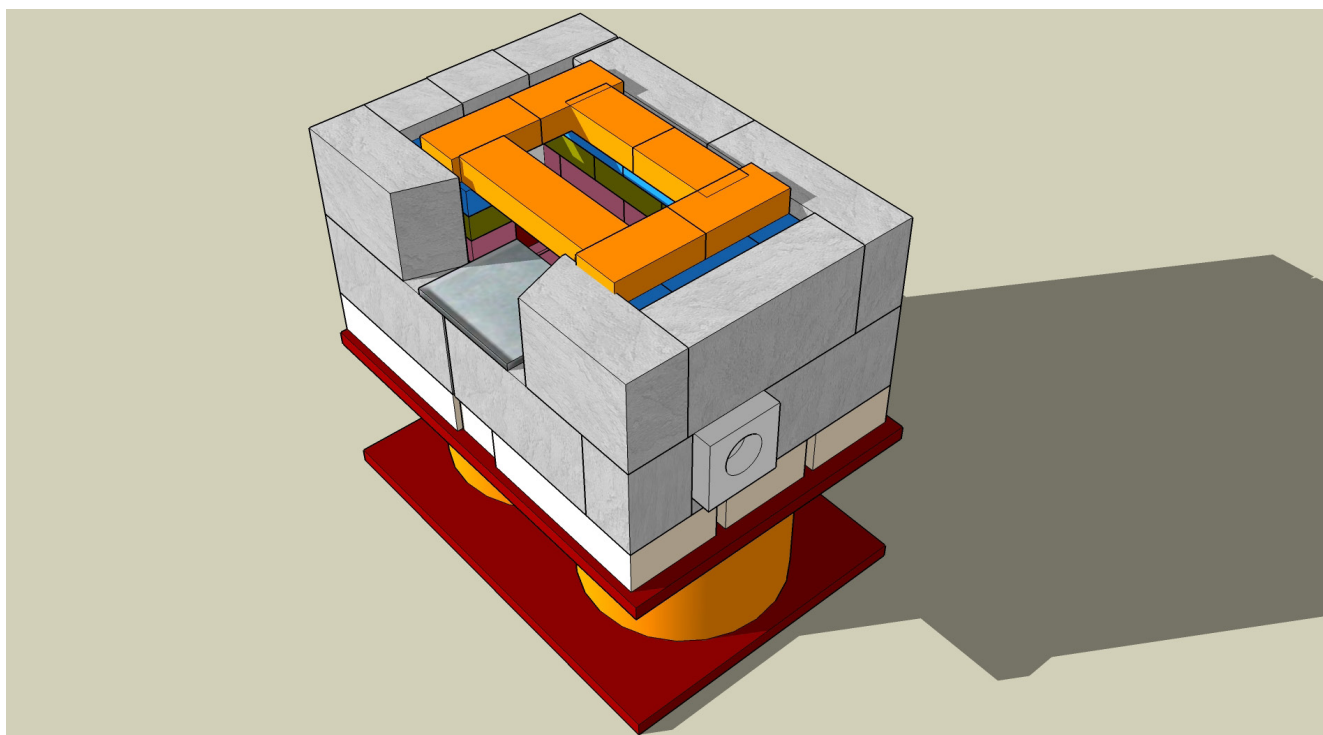
Se colocan otros siete ladrillos porosos, intercalando las juntas.
Se sellan las juntas con caolín en crema, sin que salga hacia el interior.



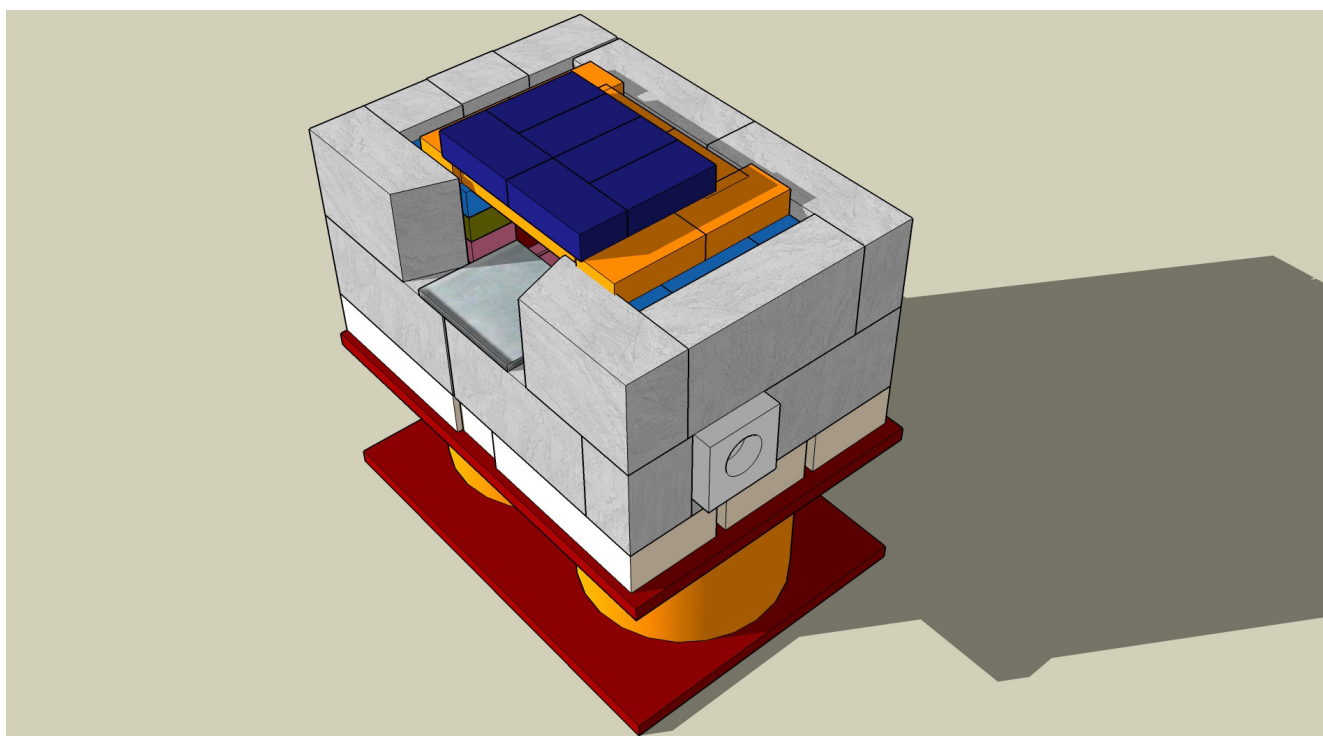
Un nivel más, con siete ladrillos porosos se completa la altura de la boca de trabajo.



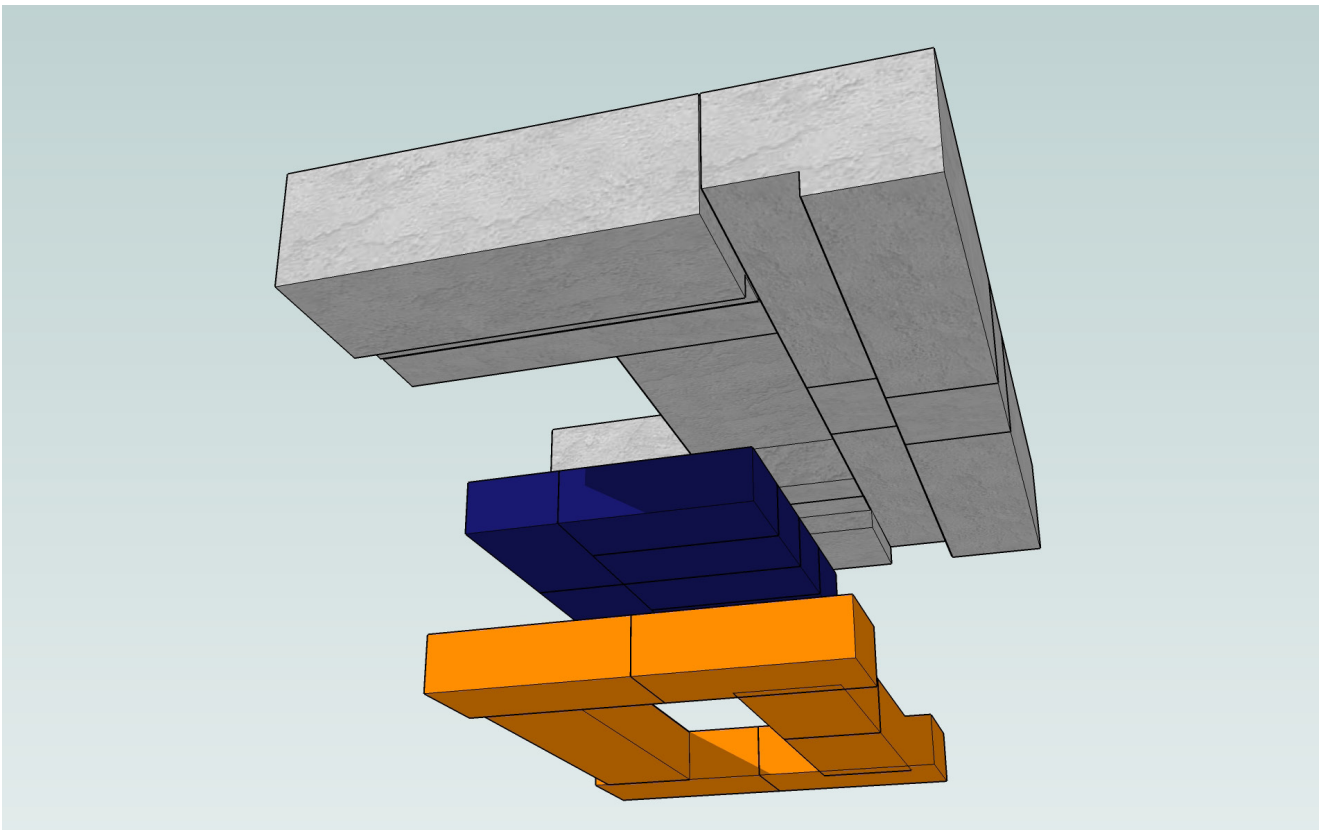
Seis Bloques HC, con algunos cortes y ajustes, forman la pared externa.



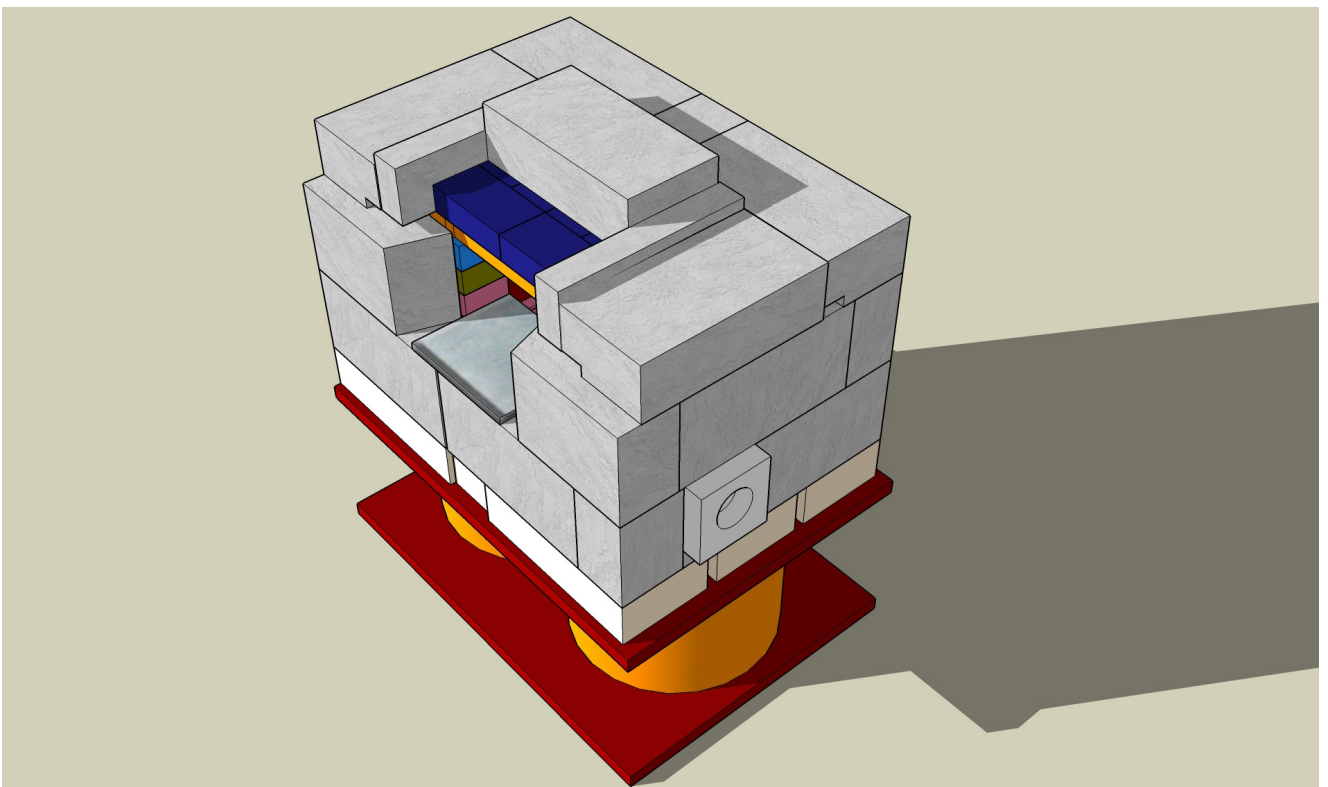
Se ubica el dintel completando la puerta. Otros seis ladrillos porosos van cerrando el techo, con algunos cortes se encastran los ladrillos entre si.



Seis ladrillos porosos completan el techo.



Detalle de los cortes en los bloques HC para encastrar sobre le techo.



Terminación del techo con seis bloques HC.

2.6. Fotos de la construcción del horno.

Por último, algunas fotos de la versión más reciente de este horno. Se puede decir que toda la tarea de montaje, teniendo los materiales necesarios a mano, cortando y ajustando algunos ladrillos y bloques HC, se puede realizar en una jornada de aproximadamente 6 o 7 horas.





En la ultima foto se puede observar el detalle de dos ladrillos encastrados debajo del dintel que se usan para reducir el tamaño de la boca del horno, se pueden mover con una pinza a derecha o izquierda según resulte mejor para el trabajo que se realiza.

3. *Horno para el templado o recocido del vidrio.*



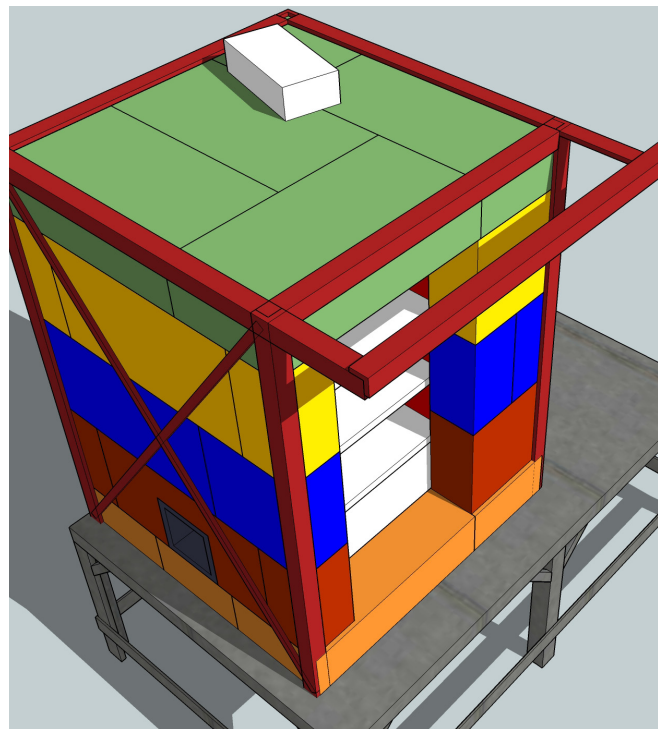
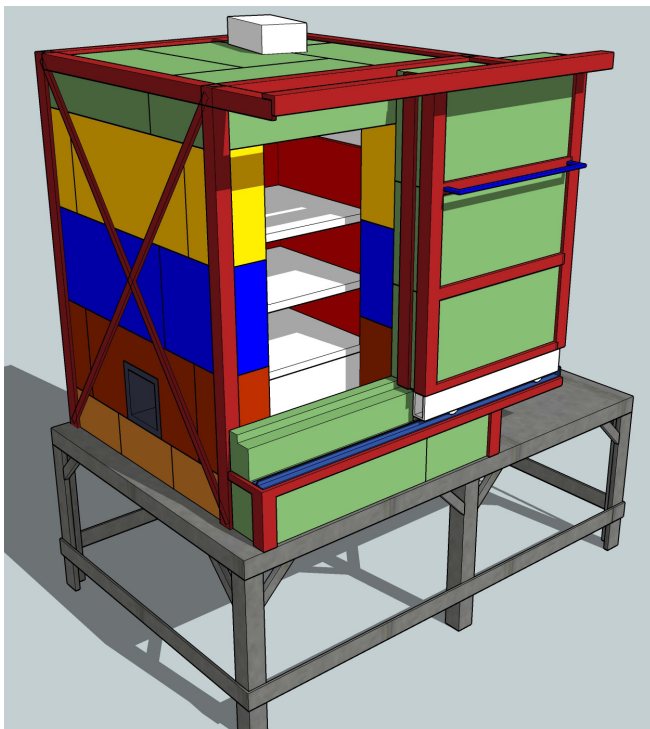
Una vez que se ha logrado hacer alguna pieza de vidrio, ya sea hueca por estar soplada o maciza por haberla trabajado con pinzas, moldes u otras técnicas, se hace necesario recocer o templar el objeto realizado, para que no se quiebre por las tensiones internas que se producen en el vidrio al enfriarse rápidamente.

El recocido, también llamado templado, es una bajada controlada de la temperatura, haciendo mesetas a ciertas temperaturas (sosteniendo ese nivel de temperatura) durante un tiempo determinado. Estos tiempos varían según el espesor del vidrio de cada objeto, como se podrá comprender no es algo que se define una vez y que sirve para todo lo que se haga. Entran en juego distintas variables que se van aprendiendo con reiterados intentos y tal vez algunos objetos de vidrio que se quiebren por no estar bien recocidos.

3.1. *Construcción de un horno para el recocido del vidrio.*

A continuación describiremos los detalles de un modelo de horno para el recocido o templado del vidrio, se podría usar también un horno para cerámica, eléctrico o a gas.

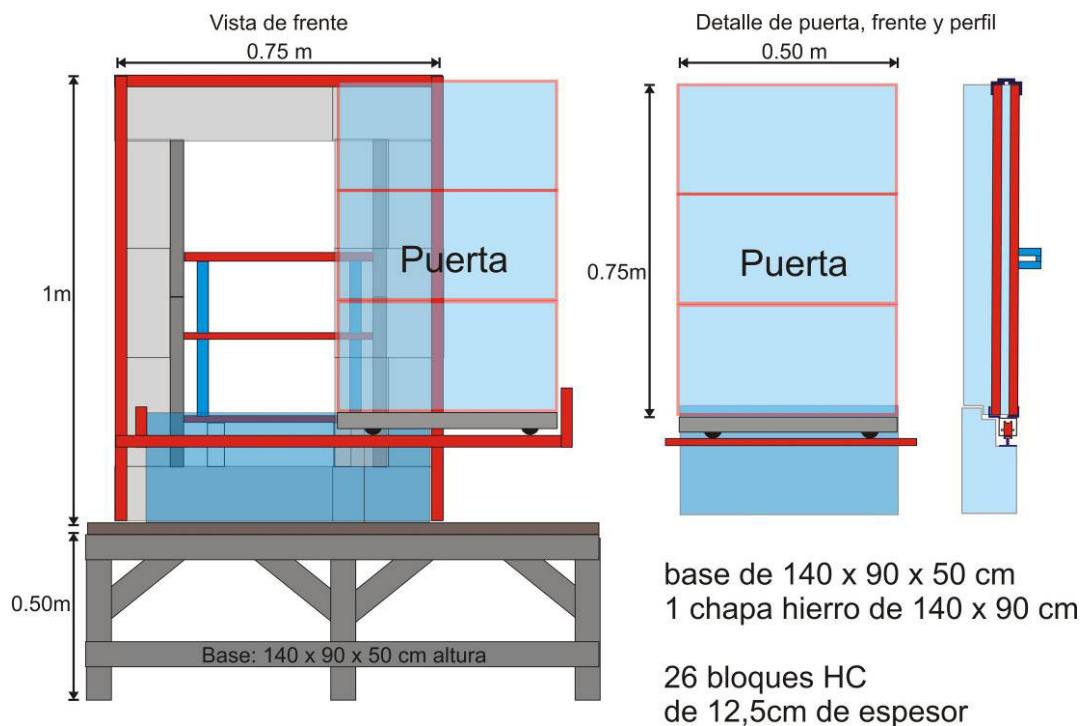
En todo caso, lo importante es que esté ubicado cerca del horno de soplado; que se pueda mantener a 600° aproximadamente; que la puerta sea fácil de abrir y cerrar; y que tenga una bajada lenta de temperatura cuando se apaga.



3.2. Materiales.

- 1 Mesa de madera o hierro de 140 x 90 x 50 cm aproximadamente, para la base.
- 26 Bloques de hormigón celular de 12,5 cm de espesor.
- 1 Tobera de 15 x 15 x 15 cm. para el quemador
- 3 Placas de cordierita de 40 x 40 cm. para hacer los pisos.
- 6 Placas refractarias de 48 x 35 x 2 cm.
- 2 Placas refractarias de 48 x 15 x 2 cm.
- 3 Placas refractarias en "L" de 38 + 12 x 15 x 2 cm para soportar los pisos.
- 3 Soportes refractarios de 15 cm de altura para sostener los pisos.
- 1 Quemador para gas envasado.
- 1 Pirómetro con termocupla "K".
- 2 Ruedas de 4 cm de diámetro.
- 5 Metros de alambre tipo Khantal⁴² para fijar las placas refractarias.
- Ángulos, caños y planchuelas de hierro.

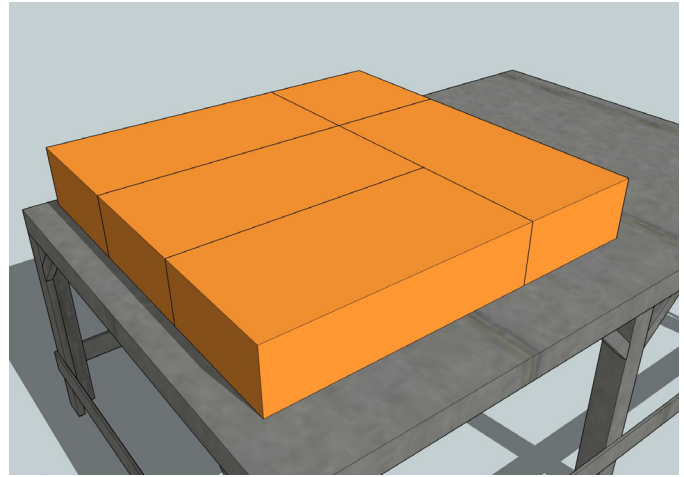
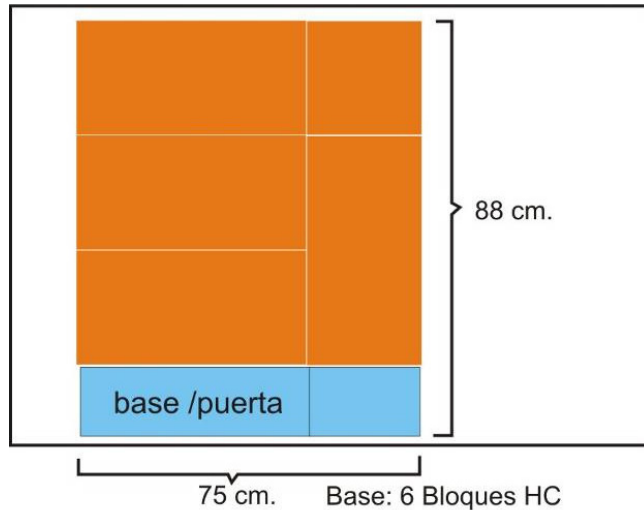
Las placas refractarias y los soportes en "L" se hacen y hornean con anterioridad al montaje del horno, con la misma pasta refractaria que se uso para hacer los ladrillos refractarios, en este caso sin agregar aserrín, para que resulten más compactas y resistentes.



⁴² El alambre tipo Khantal es el que usa para fabricar resistencias eléctricas, los hay de distintas aleaciones. El Alambre Kanthal A1 soporta una temperatura de trabajo máxima de 1375 °C; el Nichrome 80/20 compuesto por un 80% de Níquel y un 20% de Cromo soporta una temperatura máxima: 1200 °C.

3.3. Armado del horno.

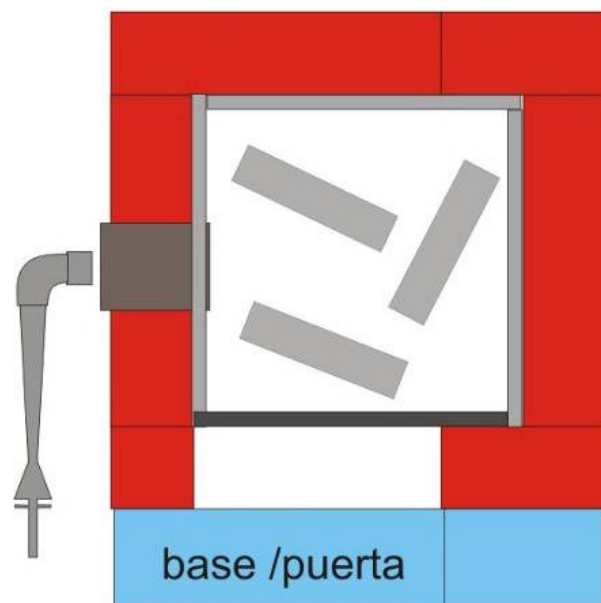
1. Sobre la mesa que se usará de base se colocan acostados los bloques HC que forman la base del horno (color naranja).
Los ladrillos que servirán de base para la puerta (color celeste) van apoyados de canto. Más adelante se les harán unos cortes para asentar la guía de las ruedas.



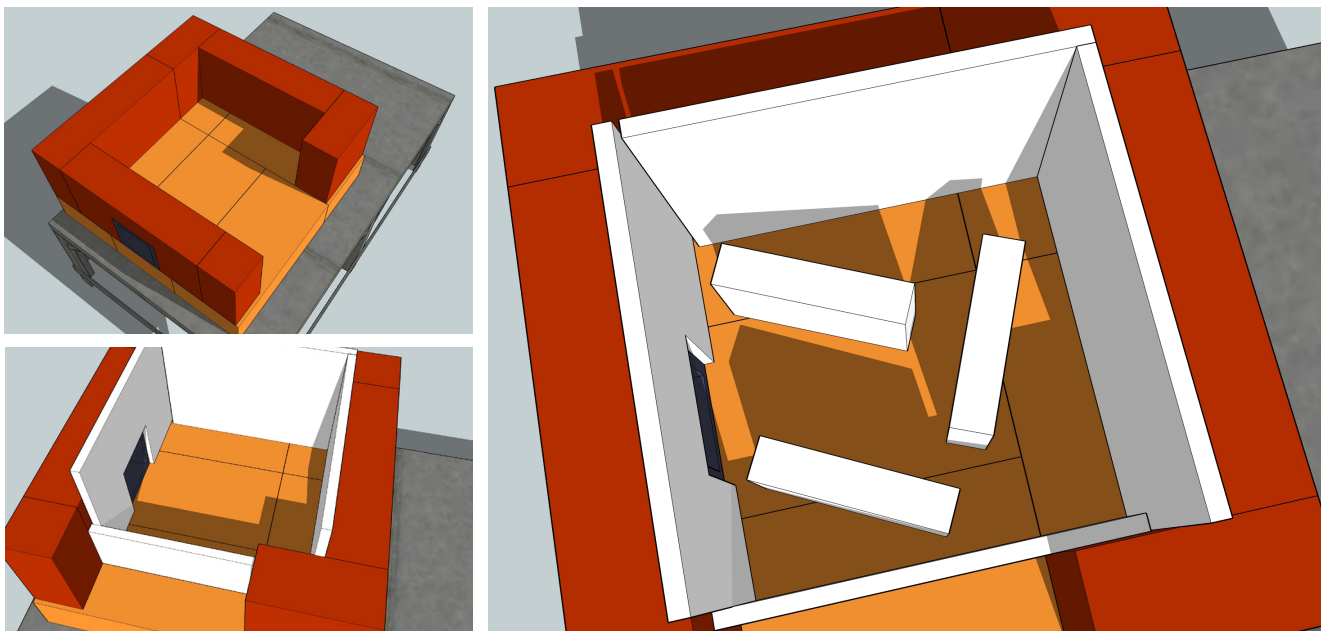
2. Colocando 4 y $\frac{1}{4}$ bloques (color rojo) se forma el primer nivel de pared. Tratar que los cortes de los bloques estén bien escuadrados para lograr un buen encastre de unos con otros.

La tobera para el quemador se coloca en el lateral izquierdo, a la mitad, haciendo el corte correspondiente en el bloque HC.

Las cuatro placas refractarias se aseguran pasando unos alambres tipo Khantal a través de unas perforaciones en los bloques, que se pueden ajustar desde la parte externa del horno. Una forma de ajustar es haciendo un torniquete desde afuera en cada punto de fijación.



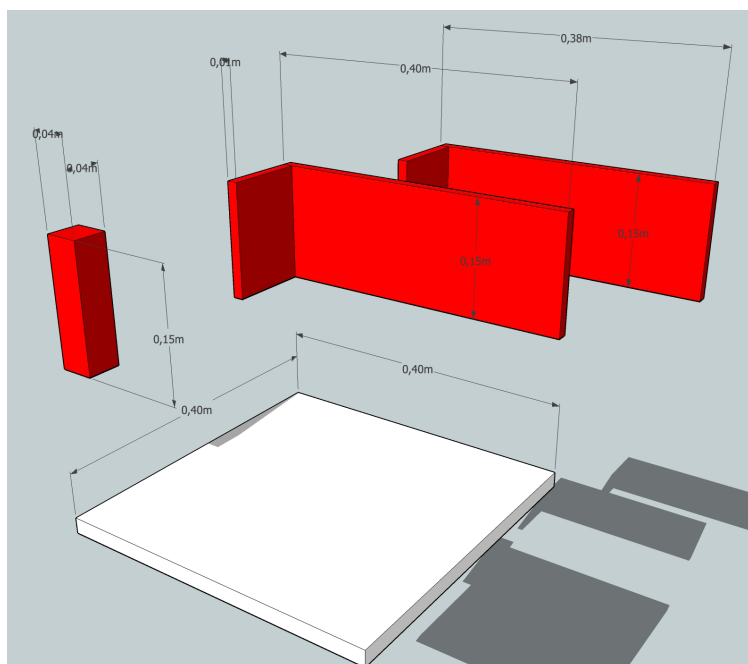
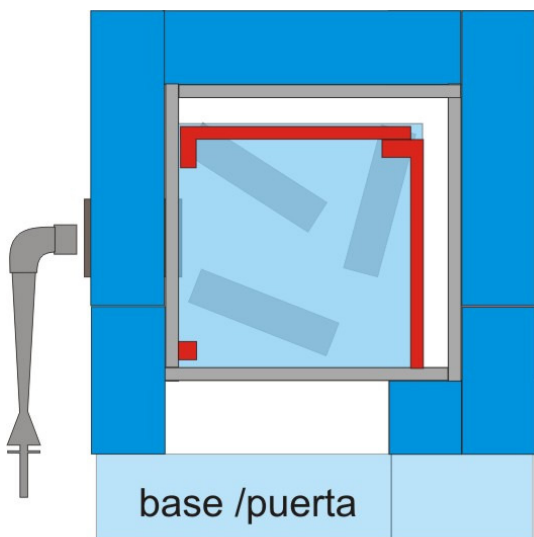
- 4 y $\frac{1}{4}$ bloques HC (color rojo).
- 3 ladrillos refractarios densos.
- 3 placas refractarias de 48 x 35 x 2 cm.
- 1 placa refractaria de 48 x 15 x 2 cm.
- 1 tobera para quemador.



Sobre la base interna del horno se pondrá una capa de dos cm. de espesor de pasta refractaria compuesta con caolín y arena humedecido con agua, para proteger los bloques HC del fuego directo.

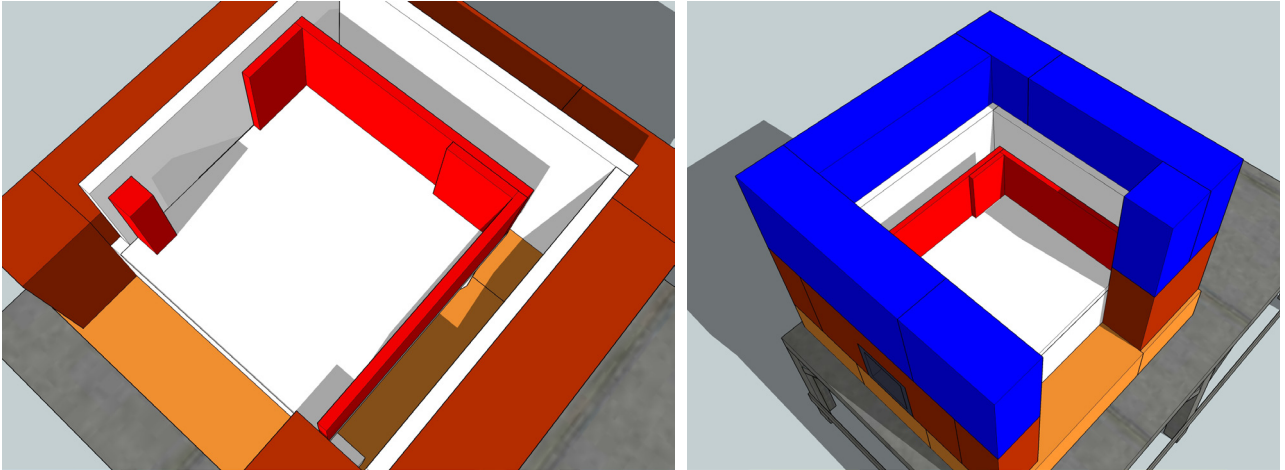
Sobre esta pasta se disponen en diagonal tres ladrillos refractarios densos⁴³ que se usarán como base del primer piso. También tendrán la función de “rompe llama”, haciendo que el fuego se desplace por la base hacia los costados. Otra función de estos ladrillos es acumular calorías para que el descenso de temperatura se haga más lento.

3. Poniendo otros 4 y $\frac{1}{4}$ bloques HC se levanta el 2 nivel de pared, es recomendable ubicarlos de tal modo que las juntas no coincidan con las de los bloques anteriores. Tres placas refractarias se ubican sobre la pared del fondo y los dos laterales. Estas placas se pueden fijar con alambre tipo Kanthal, atravesando los bloques y fijándolas por fuera. La placa que da al frente es de 48 x 15 cm que se puede dejar suelta, sirve para que el fuego no salga por la puerta.



43 Los ladrillos refractarios densos son más pesados que los porosos al no contener aire en su interior.

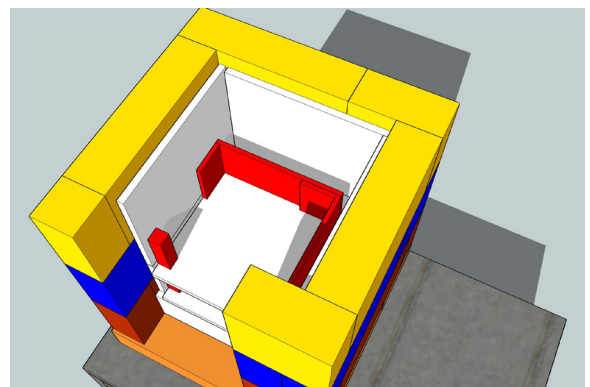
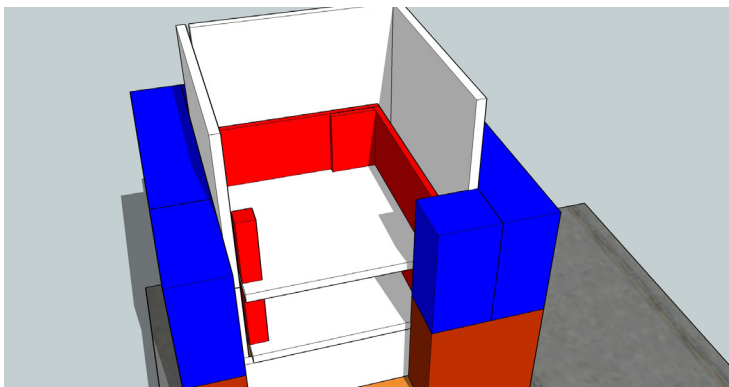
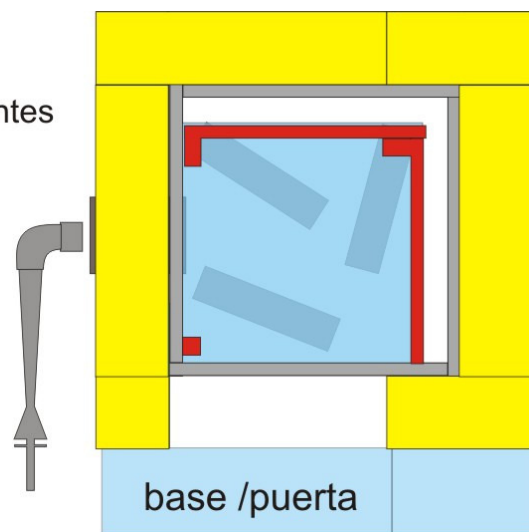
Sobre los ladrillos refractarios se coloca una placa de cordierita (color celeste) de 40 x 40 cm. formando el primer piso del horno. Sobre ese piso se ponen los soportes del siguiente piso, colocando las 2 placas en "L" autoportantes y el soporte del frente, si todo encaja bien se puede retirar para terminar el montaje del horno con mayor comodidad y después volver a montar los pisos en su lugar. Con los pisos y las placas en "L" se van formando varios estantes que mantienen a los objetos de vidrio sin contacto directo con el fuego del quemador.



4. Se colocan los 4 y ¼ bloques (color amarillo) completando las paredes del horno y se termina de fijar las placas refractarias con los alambres correspondientes.

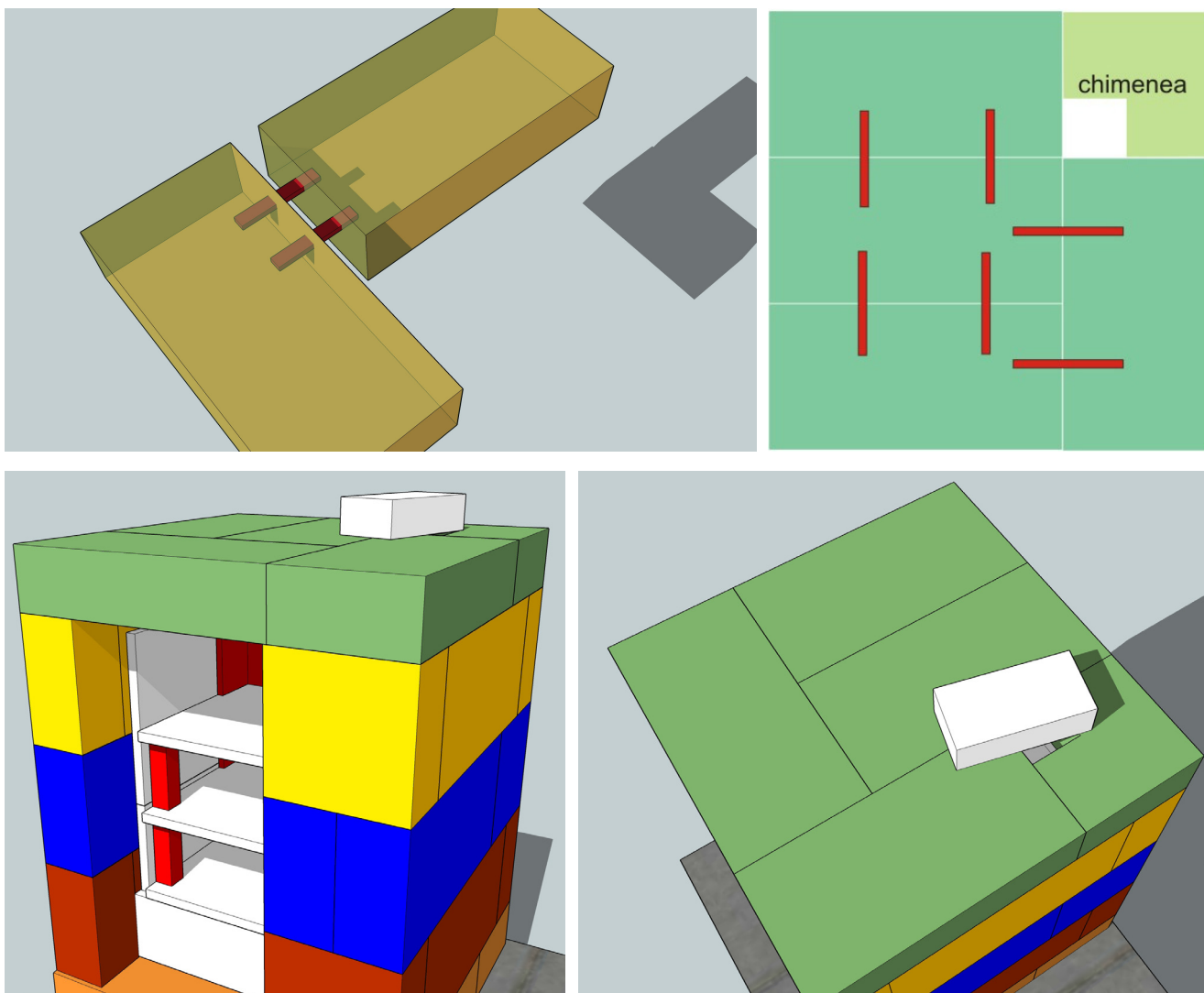
Puede ser recomendable retirar los pisos de cordierita y los soportes correspondientes para colocarlos después de ubicar el techo en su lugar.

4. 4 y 1/4 bloques HC
1 pisos de cordierita de 40 x 40 cm.
2 placa refrac. L de 38 x 15 cm autoportantes
1 soportes para piso de 15 cm. de altura.



- Para hacer el techo, se unen 4 bloques HC (color verde) con 6 varillas de hierro (color rojo) como se ve en la imagen. Esta unión se puede hacer realizando perforaciones en los costados de cada ladrillo, cuidando una correcta alineación para lograr un buen encastre. En esta unión se podría colocar algo de cemento refractario si se ve de utilidad para reforzar el techo.

Al medio bloque HC que va en el ángulo, se le hace unos cortes para formar una chimenea de 12 x 12 cm. desde ahí se podrá regular el tiraje del horno. La regulación se logra colocando un ladrillo refractario que se puede mover para obturar parcialmente esa salida.



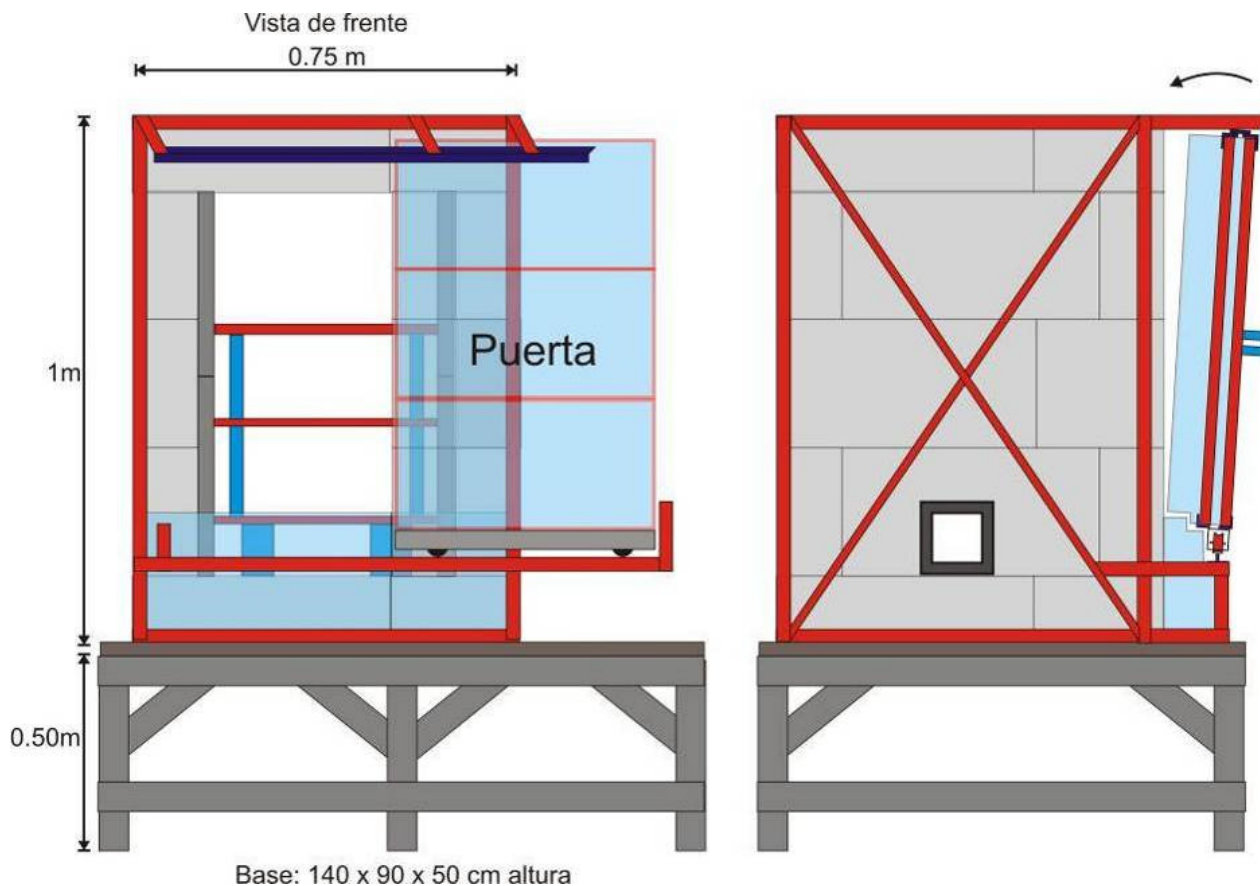
3.4. Tensores de hierro.

Para terminar el montaje del horno se lo rodea con algunos ángulos de hierro, unidos entre sí con soldaduras o tornillos. De ese modo se afirma el conjunto de ladrillos atendiendo a que todo quede bien nivelado.

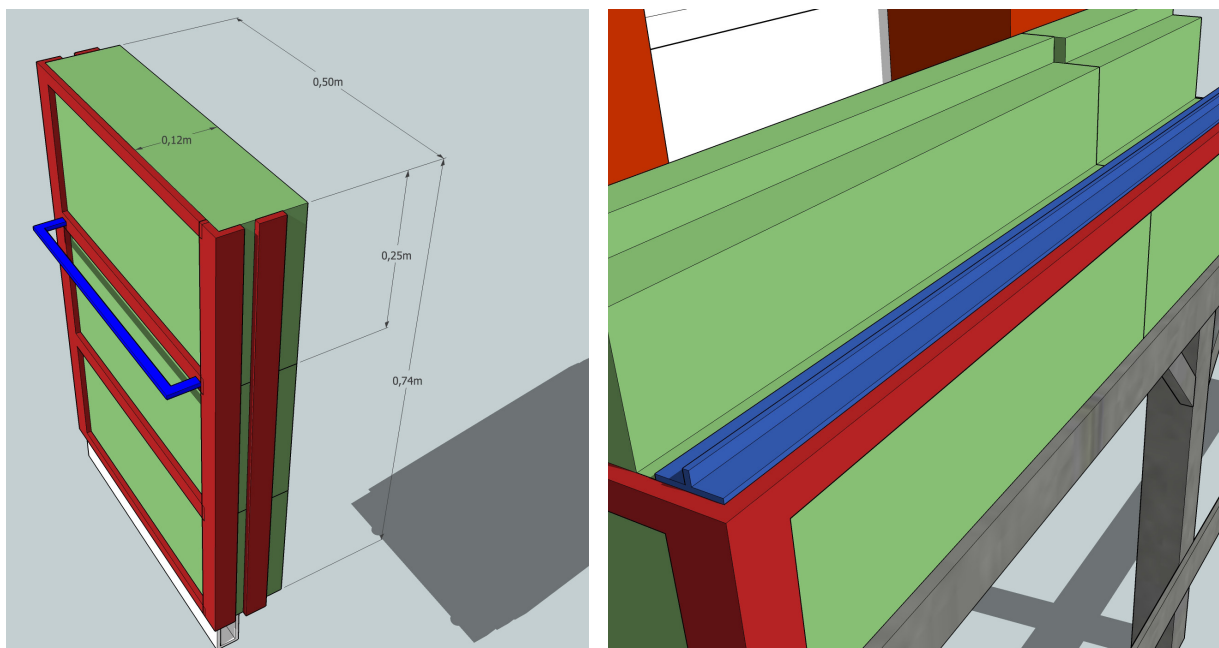
Luego se ajusta la puerta corrediza para que se pueda deslizar adecuadamente, al ras de los bloques, sin tener pérdidas de calor.

El vidrio en los Oficios del Fuego

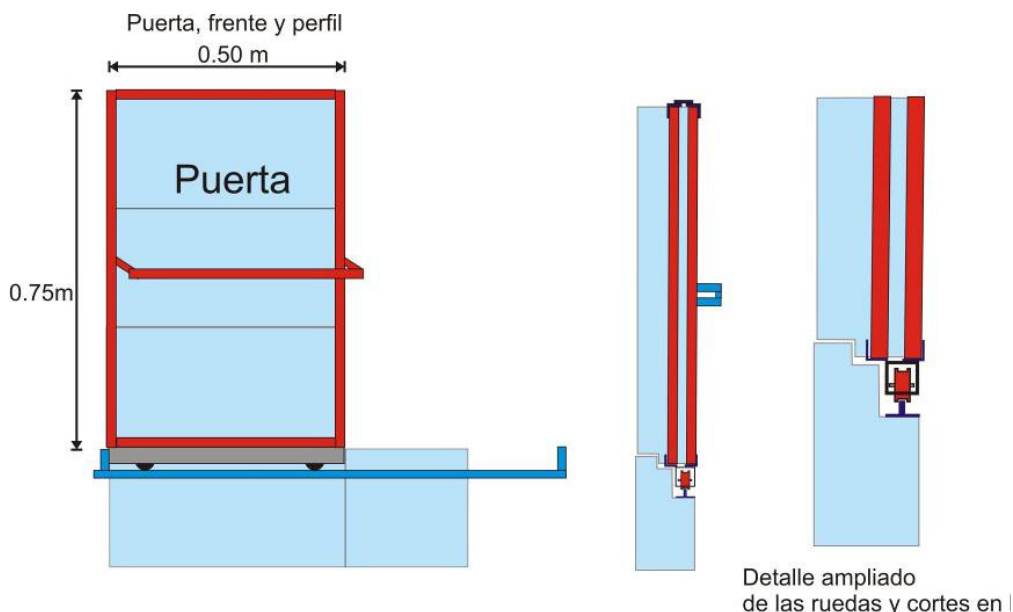
El travesaño de hierro que se ubica al frente en el techo conviene que esté desplazado unos 5 cm hacia atrás, para evitar las disipaciones de calor que se producen por la puerta. Como en otros casos se puede resolver esto haciendo una calado en los bloques, para introducir ahí una de las alas del hierro ángulo. Lo mismo se puede hacer con el hierro que va en el lateral derecho del frente, para que la puerta al deslizarse no choque con ese desnivel.



La guía de la puerta se fija firmemente con unas soldaduras o tornillos a los costados del horno.



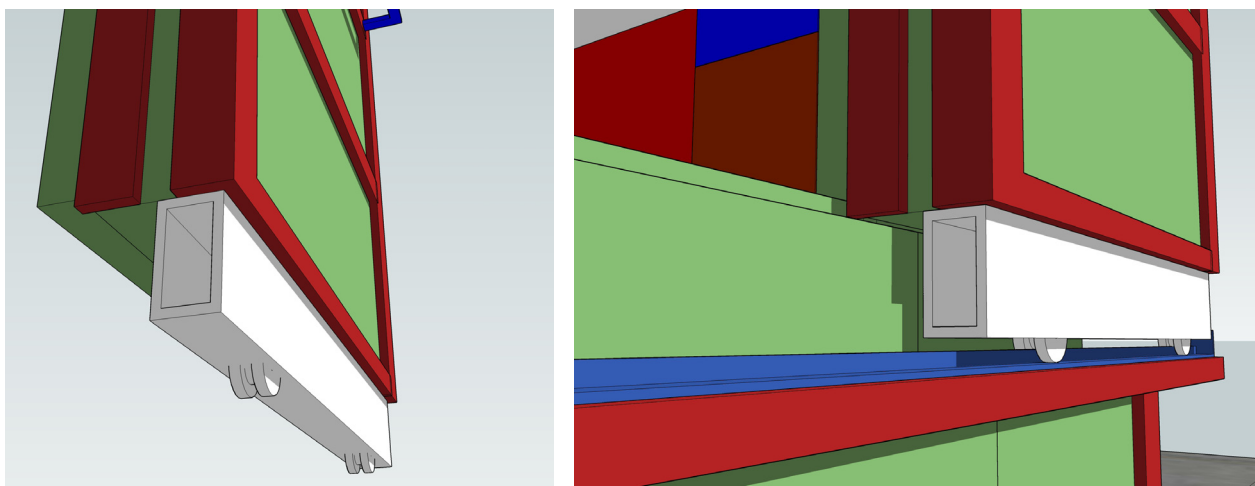
3.5. Puerta corrediza.



La puerta está formada con tres bloques HC unidos por un doble marco de hierro en ángulo. En los cuatro laterales de la puerta, más o menos a la mitad, se hará una canaleta con el serrucho para que entre ahí un ala de cada hierro ángulo, este marco sujetará la puerta desde el medio. Evitamos ponerlo en el borde que dará al interior del horno, ya que se calentaría y disiparía calor al exterior. Otro marco de hierro se hará en la cara externa de la puerta, uniéndolo al anterior con algunas planchuelas de hierro soldadas. En la parte inferior se fijará un caño estructural de 4 x 4 cm., en su interior se hacen 2 canaletas para fijar las 2 ruedas de 4 cm. de diámetro. Al medio de la puerta se colocará una manija.

La guía para las ruedas se puede hacer con hierro T de 1 ½" de 1 metro de largo aprox. Esta guía va apoyada sobre un recorte que se hace a 1 y ½ bloques HC del frente del horno y se fijará mediante soldadura u otro medio al armazón de hierro del horno.

En la parte alta del horno se fija con soldadura un hierro ángulo que sirve de tope superior a la inclinación de la puerta.



Para abrir o cerrar la puerta, primero se inclina levemente la parte superior hacia afuera haciendo eje en las ruedas (para evitar desgastar los bloques por la fricción) y luego se la corre lo necesario para colocar la pieza a temprar.



[Un video de la construcción de los hornos se puede ver haciendo click aquí.](#)

[O abriendo el archivo: 03-construccion_hornos_vidrio.avi](#)

3.6. Quemador.

Un quemador atmosférico con venturi de 1 ¼" alimentado con 1 o 2 garrafas es más que suficiente para mantener el volumen interno de este horno a la temperatura de trabajo para el templado del vidrio.

3.7. Control de temperatura.

En los laterales del horno se harán las perforaciones necesarias para colocar la termocupla del pirómetro, así se podrá medir la temperatura en distintos lugares y ver si el calor del horno esta distribuido de forma homogénea.

3.8. Fotos del montaje del horno para templado.

A continuación ponemos algunas fotos que complementan las ilustraciones. Estas fotos son del primer horno para templado que hicimos, se podrá ver que no se construyó exactamente igual a como lo explicamos mas arriba, porque a medida que avanzamos en la experiencia del Oficio y al reflexionar sobre lo hecho, vamos modificando lo realizado antes.

Por ejemplo, las placas refractarias que recubren el interior del horno las hicimos semanas después de construirlo, al reflexionar sobre su utilidad en la protección de los bloques HC del fuego directo y también considerando la capacidad de ese material para acumular calorías alrededor de las piezas de vidrio y de ese modo hacer un poco más lento el descenso de temperatura al apagar el quemador, ayudando al templado.



4. Los quemadores.

En los trabajos con el vidrio se utilizan distintos quemadores, según las temperaturas que se necesite alcanzar. A continuación se describen algunos modelos y el uso que se les puede dar en cada caso.

Mechero Bunsen Fisher.

Es un mechero que se usa habitualmente en laboratorios. Permite una regulación muy precisa de la llama a baja temperatura.

Se puede usar en la tobera inferior del horno de fusión o en el de recocido, cuando se necesita mantener baja temperatura, casi siempre al comenzar un proceso.



Quemador atmosférico con venturi de 1 ¼”.

Se usa al encender el horno para soplar vidrio, se coloca en la tobera superior, regulando y subiendo la temperatura con suavidad durante dos o tres horas, para calentar el crisol y el horno. Luego, cuando se pasan los 750 °C / 850 °C, se cambia por el quemador principal de premezcla aire-gas.



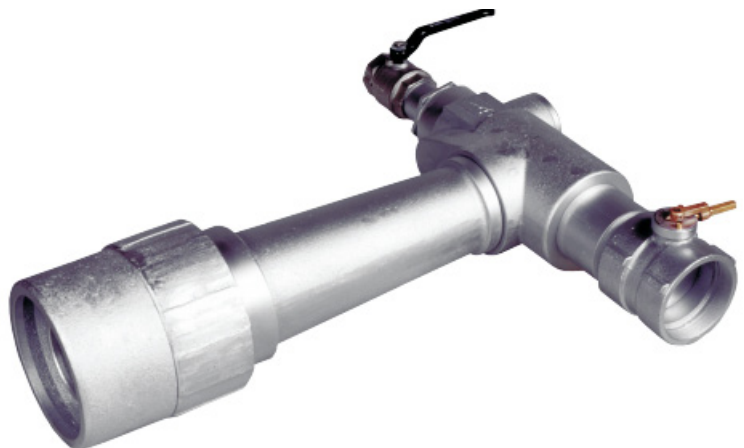
Quemador premezcla de aire y gas.

Es el quemador principal, tiene una cámara de premezcla para el aire y el gas envasado. Una turbina eléctrica impulsa el aire y el combustible es suministrado por un colector que conecta por lo menos 4 garrafas de gas al quemador.

Con este quemador se puede llegar a más de 1300 °C de forma estable. Sin modificaciones en la presión del gas, si se usa un colector para el gas envasado.



En las siguientes fotos se ven distintos modelos de quemadores con premezcla de uso industrial, algunos de ellos tienen la turbina incorporada, como los usados en las calderas de calefacción.



4.1. Quemador cerámico.

La idea de construir un quemador con cerámica para un horno de fusión de vidrio fue producto de una ocurrencia.

Un día, mientras pensábamos con qué quemador subir más la temperatura, recordamos la imagen de un papiro egipcio, donde se ve a unas personas avivando un fuego, soplando aire con unas cañas que tenían en las puntas unos cilindros hechos de otro material, supusimos que de cerámica, para que no se quemaran con el fuego. En esa imagen podíamos reconocer el germen del incremento del poder del fuego, combustión enriquecida por aire dirigido intencionalmente. Ese principio es la base de los quemadores, la mezcla de un combustible con el oxígeno del aire.

Comenzamos a relacionar esas imágenes con los quemadores actuales, hechos de metal. Tal vez el tener en mente el interés de simplificar, llevó a observar la forma de los quemadores industriales, saltando sobre los materiales con que estaban fabricados. Vimos que esa forma se podía reproducir con cierta simplicidad usando como material la arcilla refractaria y lo aprendido en el Taller con los trabajos de cerámica.

Luego examinamos cual sería la mejor forma y la composición de la arcilla más apta para ese fin, mientras una alegría crecía en uno al dar este paso, una vez más se traspasaba la forma de mirar y gracias a esa inspiración podíamos hacer este tipo de instrumento que necesitamos en el taller.

Las primeras pruebas que realizamos en el taller con esta idea fueron un quemador y un cabezal hecho con cerámica refractaria de mediana temperatura. Se modelaron con una pasta para gres con agregado de chamote, luego de un buen secado se horneó a 1250 °C. A esa temperatura el gres se vitrifica logrando una pieza impermeable, condición útil para evitar fugas de gas.



Reflexionando sobre el tema de construir los quemadores en el taller, después de probar estos hechos con gres, nos parece mejor usar una pasta refractaria, como la usada para los crisoles y aplicar un esmalte cerámico para alta temperatura por dentro y fuera del quemador para hacerlo impermeable.

Una vez horneado el quemador, se hicieron unas adaptaciones simples. De un lado se pegó con masilla epoxi una tuerca del calibre apropiado para conectar un inyector metálico roscado, unido a un caño galvanizado con la correspondiente llave de paso y la conexión para el suministro de gas. Del otro lado se

pegó, con la misma masilla epoxi, un caño para la conexión del aire que será provisto por una turbina eléctrica. Todo se realizó atendiendo a que cada unión quedara con un sello hermético.

En las siguientes fotos se muestran las pruebas realizadas a ese quemador. Se observan las distintas regulaciones en la llama hasta lograr una combustión oxidante, con llama corta, azul y potente.

Al encender por primera vez este quemador hecho en el Taller sentimos una alegría inmensa, nos impactó fuertemente descubrir el poder que se podía generar con esa combinación de elementos y formas, entre llamas luminosas vimos aparecer distintas imágenes, algunas casi mitológicas, que completaron ese proceso, el trabajo paciente de una semana.





[Un video sobre el modelado y la 1ª prueba de este quemador se puede ver aquí.](#)

[O abriendo el archivo: 04-quemador_ceramico_hd.wmv](#)

4.2. Colector para gas.

Contar con un colector para gas es útil para disponer de un suministro de gas adecuado y constante. Este colector conecta en paralelo por lo menos 4 garrafas⁴⁴, dividido en dos ramales con sus correspondientes llaves de paso, concentrando luego todo el caudal en una sola salida que se conectará al quemador principal. Tener conectados dos ramales permite abrir alternadamente una serie de 2 garrafas al mismo tiempo. Esto también facilita el recambio parcial de garrafas, cuando se agotan, sin tener que apagar el quemador.



Estos colectores los debe fabricar alguien capacitado en ese oficio, siguiendo las reglamentaciones y medidas de seguridad del caso, con caños y llaves de paso para gas de buena calidad, que soporten la presión a que serán usados.

Recordar que todas las conexiones de gas se deben probar cuidadosamente cada vez antes de usarlas, con espuma de jabón y nunca con fuego.

Con un colector de este tipo se evitan el congelamiento de las garrafas y la pérdida de presión del gas, con la consiguiente disminución de la temperatura. Situación que muchos conocemos bien por haberlo experimentado, al usar sola una garrafa conectada a un quemador, en distintos Talleres.

44 También son conocidas en otros países como bombonas de gas.

4.3. Quemador artesanal con premezcla aire-gas.

Otro modo de construir un quemador de premezcla es usando caños y accesorios de hierro galvanizado para gas, cinta de teflón, sellador y algunas herramientas para el montaje. El costo es muy inferior a los fabricados industrialmente.

▪ **Materiales:**

2 caños de hierro galvanizado MM* de 2" x 20 cm

1 Unión T de 2"

1 Reductor de 2" M a 1/2" H**

2 Uniones de 1/2" MM

1 Unión HH, para el inyector.

1 Inyector M con orificio de 2 mm.

1 Codo 1/2"

1 Caño 1/2" de 20 cm.

1 Llave de paso para gas de 1/2"

1 Acople para manguera de gas.

1 Cabezal o punta lanza llamas, esta pieza puede ser de acero o hecha con la mezcla refractaria para alta temperatura.

*MM = rosca macho-macho. **H = rosca hembra.

En las siguientes fotos se puede ver los pasos para armar este tipo de quemador, aprovechando algunas piezas que son fáciles de conseguir y haciendo en el taller el cabezal lanza llamas con pasta refractaria o usando un cabezal metálico de otro quemador.



Para completar este quemador se acopla una turbina eléctrica para suministrar el aire, haciendo las adaptaciones del caso con caños de hierro y abrazaderas.

En las fotos que siguen se puede ver otra forma de acople a una turbina más chica, que usábamos anteriormente en una fragua. El caudal de aire generado por esta turbina es suficiente para lograr algo más de 1300 °C de temperatura, necesarios para la fusión del vidrio reciclado.

Si se quisiera más poder calórico, para alcanzar 1500 °C, habría que colocar una turbina de mayor tamaño, se ajustaría el diámetro del inyector y tal vez el tamaño del cabezal.



En estas fotos se observa el tipo de llama oxidante que produce el quemador y el color de la atmosfera que se genera dentro del horno sobre los 1250 °C.





En estas fotos se muestra la prueba en el horno del quemador hecho en el taller con pasta de gres refractaria, con 30% de chamote. Se puso en la salida de gas un inyector de mayor diámetro. En este caso el caudal de aire de la turbina chica resultó insuficiente para aprovechar todo el gas que se inyectaba.



Considerando que fue modelado con medidas y proporciones arbitrarias, nos parece que tendremos que experimentar más hasta encontrar la relación óptima de aire-gas, junto al tamaño del inyector y las dimensiones de la turbina de aire, para evaluar el rendimiento máximo que puede dar este tipo de quemador.

En la otra foto se muestra el cambio de quemadores. Se comenzó con el venturi de 1 ¼" hasta los 900 °C, que está apoyado en un soporte que se colocó en el horno, de ese modo resulta fácil y rápido de retirar cuando se necesita cambiarlo.

Luego se puso el quemador aire-gas para llegar a la temperatura de trabajo, 1250 °C, a este quemador se lo hizo una base autoportante, para poder ubicarlo en su lugar con un simple movimiento.

4.4. El control de la temperatura, pirómetros e indicadores.

El correcto manejo y control de la temperatura en el horno es necesario en el Oficio para lograr que el vidrio tenga las propiedades que se necesitan en cada etapa del proceso. Esto se puede lograr sabiendo observar los indicadores que van dando los materiales en el proceso de fusión y usando un pirómetro.

Los pirómetros son los instrumentos idóneos para tener un control de la temperatura en todo momento. Se ubica la punta de la termocupla en un lugar dentro del horno donde no reciba la llama del fuego de lleno, para poder medir mejor el ambiente que se va generando. También su ubicación debe ser tal que no se corra el riesgo de golpearlo con la caña al entrar en el horno para sacar vidrio.

Un pirómetro o un controlador de temperatura está formado por tres partes:



1. El instrumental puede ser indicador o controlador. Los indicadores de temperatura solo muestran la temperatura. En cambio los controladores de temperatura permiten programar rampas y mesetas, conectar distintos dispositivos, alarmas, automatización de quemadores, corte de corriente, etc.

2. El cabezal o bloque de empalmes, situado fuera del horno, se usa para unir el termopar, a través de un cable compensado, con el instrumento indicador o controlador.



3. La termocupla o termopar, que está compuesta por dos alambres de aleaciones distintas unidas en un extremo por soldadura. Para los trabajos con vidrio, se usa el **termopar S: de Platino y Platino con 10% de Rodio**. Este se suele colocar dentro de una vaina hermética de material refractario de alúmina pura, que protege los delgados alambres dentro del horno. El espesor de estos alambres suele ser de 0.3 mm. o 0.5 mm por su alto costo.

Los termopares más conocidos son:

- **Termopar J:** Hierro y Constanan. Rango: 0 °C a +750 °C. Precisión: 0.5%
- **Termopar K:** Cromo y Alumel. Usado en cerámica. Rango: 0 °C a +1.250 °C. Precisión: 1%
- **Termopar S:** Platino y Platino-10% Rodio. Usado en hornos para vidrio y acero. Rango de medida más amplio: 0 °C a +1.600 °C. Precisión: 0.5%
- **Termopar W:** Volframio-5% Renio y Volframio-26% Renio. Rango: 0 °C a +2.800 °C en atmósferas inertes o vacío. Precisión: 1%

A medida que se gana experiencia en el Oficio, también se puede estimar la temperatura del horno por el estado del material que hay en su interior, en este caso el vidrio fundido, su fluidez, el desprendimiento de burbujas dan indicadores.

El color del “ambiente” en el horno también permite reconocer el nivel calórico que hay en su interior. El color al subir la temperatura va pasando por distintos tonos de rojos, luego naranja hasta llegar al amarillo, amarillo-blanco y blanco incandescente como máxima temperatura.

4.5. Otras formas de medir la temperatura.

Los conos pirométricos⁴⁵.

Los conos son útiles para saber a que temperatura se ha llegado en una horneada, pero no sirven para trabajar con el horno de fusión del vidrio, donde la temperatura se tiene que mantener a determinados niveles, los conos al llegar a una determinada temperatura se caen y funden.

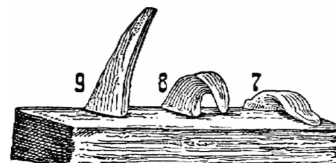


Fig. 1.

Se pueden usar estos conos para conocer si la distribución de la temperatura es uniforme en las distintas partes del **horno de templado**. Una forma es poner en varios lugares (al frente y atrás) y en cada piso refractario, conos para 500 °C o 600 °C. Esto sirve para saber cómo se distribuye el calor dentro del horno. Esta prueba es importante para comprender en que lugar es mejor poner cada tipo de pieza a templar, si hubiera zonas con temperaturas diferentes.

Los testigos. En la antigüedad otra forma que se usaba para medir temperaturas era colocar testigos, para esta tarea se usaban algunos materiales o metales de los que se conocía su punto de fusión. Este método nos puede resultar de interés para hacer algunas comprobaciones y pruebas, aunque no sea posible usarlo cuando se trabaja con vidrio por el riesgo de contaminar las sustancias y por no servir para el control de la temperatura.

A continuación ponemos una tabla con algunos valores como referencia del punto de fusión de algunos metales, aleaciones y elementos.

Estaño 231 °C (447.8 °F)	Hierro fundido 1220 °C (2250 °F)
Plomo 340 °C (648 °F)	Acero de alto carbono 1370 °C (2500 °F)
Cinc 420 °C (788 °F)	Acero inoxidable 1430 °C (2600 °F)
Aluminio 650 °C (1200 °F)	Acero bajo carbono 1510 °C (2750 °F)
Plata 960 °C (1760 °F)	Platino 1773 °C (3224 °F)
Cobre 1050 °C (1980 °F)	Rhodio 1967 °C (3571 °F)

Una función importante en los trabajos de Taller es la del encargado de controlar o atender al horno. Esta tarea es bueno que vaya rotando entre los participantes del Oficio. El que lleva esta función es responsable de atender a varios factores que hacen al buen funcionamiento del horno, controla que los quemadores tengan buen suministro de gas y aire, que la llama mantenga la intensidad justa para el trabajo que se está realizando, también puede coordinar la recarga de vidrio en los crisoles cuando queda poco material en ellos.

⁴⁵ Los conos pirométricos son pequeñas pirámides hechas de una pasta a base de arcilla y fundentes, compuesta de tal manera que funde, se dobla, a determinada temperatura. Hay tablas que indican según el número de cono la temperatura lograda.

5. Las herramientas.

- **Varilla de acero.**

La varilla se hace preferentemente de acero inoxidable, su medida va de 8 a 10 mm. de diámetro por 1,00 a 1,40 metros de largo. Disponer 5 o 6 de estas varillas permite la práctica de varias personas.

Esta varilla se usa para practicar los primeros contactos con el vidrio, para hacer “la gota”. Este es el primer ejercicio que se recomienda realizar porque enseña muchas cosas. Más adelante explicaremos en mayor detalle el uso de esta herramienta, aunque a modo de aproximación podemos ir mencionando algunas cosas en esta parte.

Con el uso de la varilla se aprende sobre la forma de ubicar el cuerpo del operador frente al horno y los rápidos movimientos a realizar cuando se acerca a la boca del horno, a ese fuego de 1200 °C que se percibe muy cerca. Permite también ganar sensibilidad reconociendo la consistencia y la fluidez del vidrio fundido.

Se aprecian los cambios de color que se producen con velocidad a medida que baja la temperatura, estos son indicadores sutiles y de importancia para todo el manejo del Oficio. Ejercita también sobre la motricidad fina necesaria para manipular el vidrio.

- **Planchuela de hierro.**

Esta herramienta puede tener unos 30 cm. de largo y de 3 a 5 cm de ancho. Puede tener algo de filo en uno de los lados, como un cuchillo largo. Se usa para marcar y desprender los restos de vidrio de la varilla o la caña, cuando se ha terminado de trabajar.

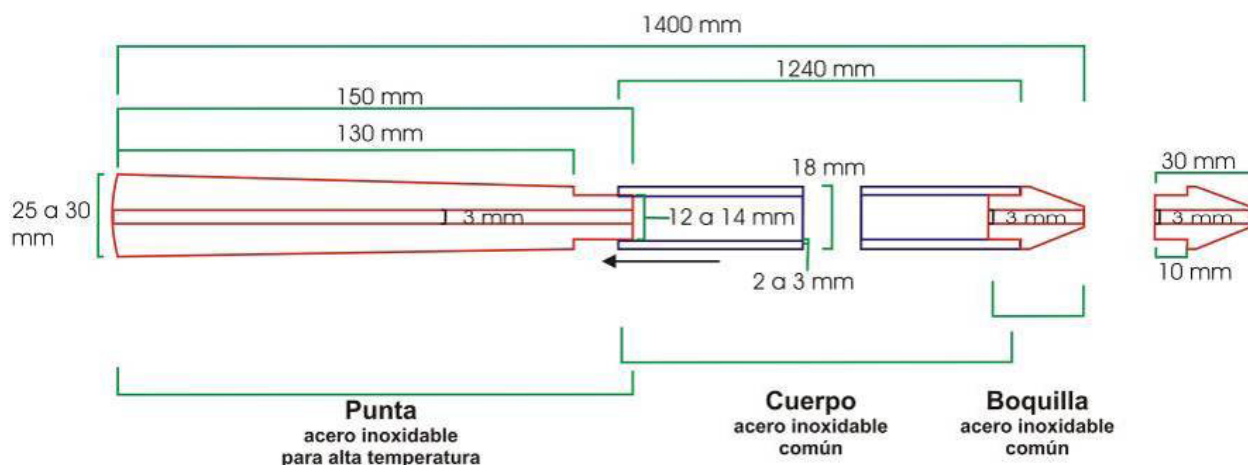
- **Caña para soplado.**

La caña es una de las herramientas principales en el soplado del vidrio. Esta herramienta la puede hacer un tornero mecánico. El largo es de aprox. 1,40 m.



Para hacer esta herramienta se pueden considerar tres partes que van encastradas entre si y se unen con soldadura: punta, cuerpo y boquilla.

Caña para soplar vidrio
acero inoxidable, medidas.



La punta suele ser de acero inoxidable para alta temperatura, el acero 310 es el más recomendado, aunque no se consigue en todos lados por su costo alto. Hemos probado el acero inoxidable 304, que resulta más fácil de obtener y hasta ahora ha funcionado bien.

El cuerpo y la boquilla por donde se sopla pueden ser hechas con acero inoxidable común, el 304, torneado.

El diámetro de la punta puede ir de 1" a 3" o más, según el tipo de piezas que se quiera realizar y la habilidad del operador, cuanto más gruesa sea la punta más vidrio cargará y más pesada resultará la caña.

El cuerpo de la caña es un tubo de acero inoxidable de aproximadamente 18 mm. de diámetro y con una pared de 2 mm. de espesor como mínimo, si es un poco más mejor.

La boquilla es un cono de 30/40 mm. de largo por donde se soplará, puede ser de acero o teflón.

La punta y la boquilla van clavadas al cuerpo de la caña, y se las fija con soldadura para asegurar las uniones y no tener pérdidas de aire al dilatarse el material con los cambios de temperatura.

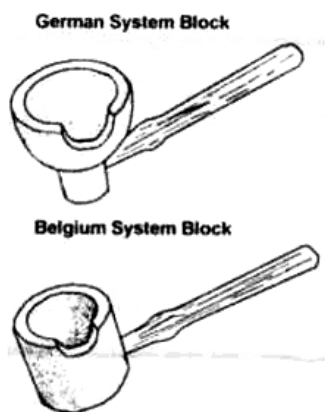
- **Tijera para vidrio.**

Se usan para cortar, marcar y estirar el vidrio en caliente. Tienen distintas formas y tamaños.



- **Tacos de madera con mango.**

Para fabricarlos se usa madera de frutal, que pueda absorber agua. Tienen una forma tallada o torneada, se usan siempre mojados con agua para alisar y dar forma redondeada al vidrio en caliente, las piezas que se realizan con esta herramienta pueden ser sopladas o macizas.



- **Papel de diario.**

Se usa mojado con agua, sirve para bajar un poco la temperatura del vidrio, dar algunas formas y alisar al vidrio en caliente.

- **Pinzas.**

Se hacen con hierro o acero. Se usan para estirar, centrar, aplanar y dar distintas formas al vidrio, generalmente cuando se trabaja en el banco de vidriero.



- **Pinza para el horno de templado.**



Se usa para colocar los objetos realizados en el horno de templado.

En este caso se tomó una pinza de laboratorio a la cual se le prolongó el largo que tenía originalmente con unas planchuelas de hierro. Así se puede llegar a todas las partes del interior del horno con facilidad y ubicar delicadamente cada pieza de vidrio a templar. Las partes que van a sostener el objeto de vidrio caliente, se las revistió con un cordón de fibra cerámica para disminuir el contacto con el metal frío.



- **Recipientes con agua.**

Se tendrán algunas latas o tachos de chapa metálica, de 10 o 20 litros de capacidad. Se los distribuye en varios lugares del espacio de trabajo. Se usan para mantener húmedas algunas herramientas de madera y sumergir la varilla o la caña para desprender los restos de vidrio después de las operaciones realizadas.



- **Recipiente de reciclado.**

Puede ser un tambor de 40 litros cortado a la mitad y con media tapa. Allí se tiran solamente los desechos de vidrio que quedan en la varilla o la caña al terminar cada pieza, para luego reciclarlos, evitando mezclar el vidrio transparente con el de color. En todo caso, si fuera de interés, se tendrá un recipiente para cada color de vidrio.

- **Mesa para amasado.**



Se usan unas mesas pequeñas, la base se puede construir con hierro ángulo o caño estructural, atendiendo a que quede bien afirmada al piso. Las medidas aproximadas son de 60 x 40 y 80/90 cm de altura. La tapa de la mesa se hace con acero de 1 cm de espesor, para que el calor no la deforme, también puede ser de mármol. Puede tener una suave inclinación hacia el frente. Sobre ella se realizan los movimientos de amasado y fijación del vidrio a la caña. Dos o tres de estas mesas serán suficientes para el trabajo con el vidrio en el taller.

- **Mesas auxiliares.**

Se podrá tener dos o tres mesas auxiliares distribuidas en algunos lugares del espacio de trabajo del taller. Una mesa estará ubicada al lado del horno de templado, ahí se desprenderán los objetos realizados para colocarlos en el mismo. La tapa de esta mesa tiene que ser de un material no inflamable y puede tener un parte cubierta con manta cerámica, para evitar el cambio brusco de temperatura cuando se apoyan los objetos sobre la misma.



- **Banco o sillón de vidriero.**

La primera vez que se usó el horno se montó un rudimentario “banco de vidriero”. Se usaron dos caballetes de madera y una silla. Resultó posible usar las herramientas de esa forma pero se vio lo incomodo y poco seguro de ese equipamiento.



Una semana después se fabricó un banco de vidriero con algunos hierros y maderas siguiendo las formas y medidas que se usan en las fábricas de vidrio.

La característica principal de este tipo de banco o sillón es que tiene dos apoya brazos metálicos que se prolongan hacia adelante, a una altura que no fuerza la postura del operador. El estar bien nivelados facilita el girar de la caña con suavidad.



Este banco ocupa un buen espacio en el taller, la parte central donde está el asiento mide algo menos de un metro, de ese modo la caña se puede apoyar bien sobre los brazos. El asiento de madera, sobresale 50/60 cm de cada lado. En esta extensión se apoyan las herramientas que se van usar. Esta prolongación hacia ambos lados facilita el uso del banco, ya sea que se use con más habilidad la mano derecha o la izquierda. Cerca de las herramientas se ubica un cubo con agua, y puede haber también un soplete de mano para calentar las piezas que se van haciendo cuando se necesita algo más de tiempo para completarlas.

6. El taller, los hornos y los espacios de trabajo⁴⁶.

El espacio destinado en el taller para trabajar con vidrio necesita contar con cierta amplitud, buena ventilación y en lo posible techos altos.

Es recomendable colocar extractores de aire con una campana de extracción sobre el horno de fusión, para retirar los gases que se producen en el proceso de fusión de las materias que componen el vidrio, cuando se realizan fórmulas, algunos de esas sustancias son tóxicas. También tener a mano extinguidor de incendio, botiquín de primeros auxilios, pileta con agua, etc.

En ese espacio se ubican los hornos para trabajar con el vidrio. Los hornos de fusión para hacer fórmulas y para el soplado de vidrio reciclado; y el horno para recocido o templado.

Otros elementos del equipamiento básico son: el banco de vidriero, la mesa para amasado y otras mesas auxiliares. También serán de utilidad algunos armarios o estanterías para guardar herramientas, piezas realizadas y sustancias.

La batería de garrafas de gas es recomendable que esté a cierta distancia de los hornos, en lo posible a la vista de la zona de trabajo, en un lugar bien ventilado.

Es importante mantener el espacio de trabajo limpio y despejado, para que los operadores puedan desarrollar los movimientos y desplazamientos propios del Oficio.

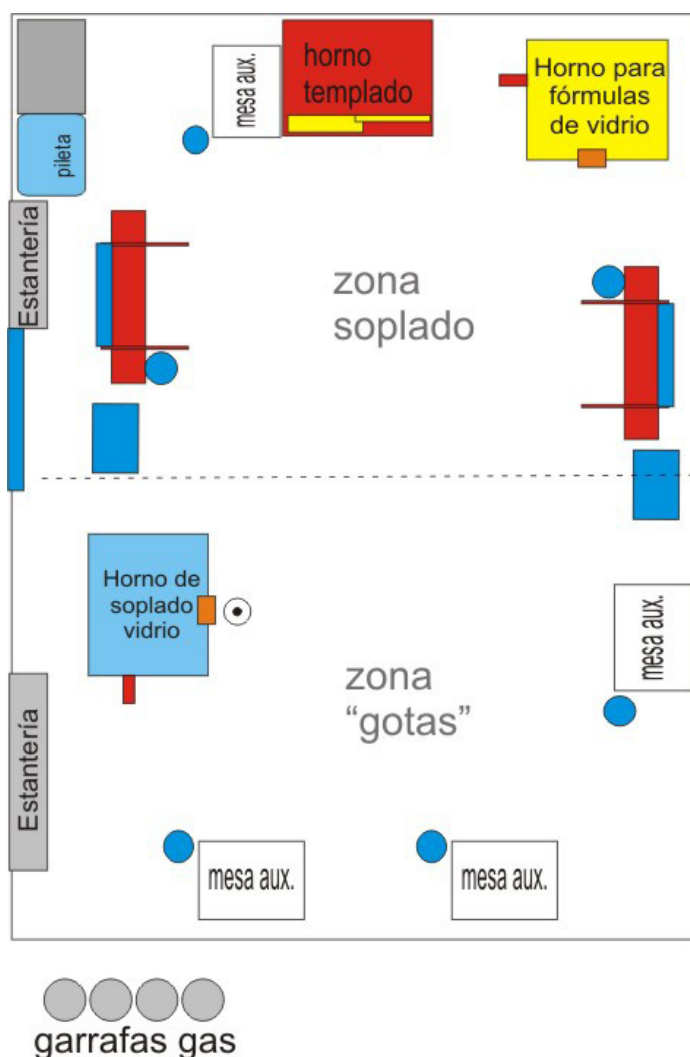
En cada lugar se pensará la mejor forma de distribuir los hornos, bancos, mesas y herramientas, teniendo en cuenta la circulación de los operadores y los movimientos que se realizarán en ese lugar. La cantidad de participantes que podrán operar simultáneamente está en relación al espacio que se dispone.

No estará de más tener definido un lugar para los observadores que pudiera haber, a una distancia prudencial de la zona de trabajo y de los hornos.

Ponemos a disposición un esquema simple de distribución de los elementos principales de un taller para vidrio, tomando como base algo de lo hecho hasta el momento y algunas mejoras que se pueden hacer próximamente en el patio de hornos de Parque La Reja.

En este esquema se diferencian dos zonas de trabajo, la de “gotas” y la de “soplado”. Esta distribución está pensada para que se puedan hacer esos dos tipos de trabajos en simultáneo.

En la zona “gotas”, uno o dos operadores, coordinados entre si, pueden realizar sus prácticas, retirando con una varilla una pequeña porción de vidrio del horno, haciendo el procedimiento adecuado a un costado del mismo y desplazándose luego hacia una mesa auxiliar para desprender de la varilla la gota producida.



⁴⁶ Estas recomendaciones de distribución y uso del taller son producto de las observaciones tomadas de las experiencias realizadas durante los trabajos con grupos numerosos.

En la zona “soplado”, también uno o dos operadores pueden trabajar tomando una posta de vidrio del horno, desplegando los movimientos y procedimientos del caso en la zona donde están los bancos y el horno de templado. Cada banco de vidriero puede tener cerca una mesa para el amasado y un recipiente con agua, de ese modo se facilita el desarrollo de los procedimientos.

Al lado del horno de templado será útil contar con una mesa auxiliar para desprender sobre ella las piezas realizadas y ponerlas rápidamente con una pinza en el horno de templado.

Es importante que cada mesa auxiliar y banco de vidriero tenga a su lado un recipiente con agua, preferentemente metálico, para poder mojar las herramientas que así lo requieran.

7. Una forma de trabajo.

Para aprender y desarrollar este Oficio, como cualquier otro, es recomendable intercambiar antes de comenzar sobre los intereses de cada uno y ponerse de acuerdo en el plan de trabajo y las tareas que se van a realizar durante el proceso.

Una forma de organización que nos está dando muy buenos resultados, es definir grupos chicos de tres a cinco participantes (como máximo) que se alternan cada media hora para usar el horno. En cada grupo suele haber unos que practican con las gotas y otros que practican con el soplado con caña simultáneamente.

Mientras un grupo usa el horno los que integran los otros grupos pueden desempeñar otras funciones, por ejemplo: atender al horno y a la carga de vidrio; asistir a los que están trabajando en ese momento, ayudar o compartir conocimientos; reflexionar y tomar nota sobre lo que van a hacer en su turno de práctica y/o evaluar lo hecho para intentar mejorarlo en la próxima oportunidad. También se puede preparar en esos tiempos de pausa con el horno, distintos elementos para utilizar en las prácticas, herramientas, moldes, crisoles, etc.

Esta forma de trabajo tiene por lo menos tres virtudes.

- Favorece el proceder con cierto orden y pulcritud, concentrando la atención en ciclos de media hora para aprender y avanzar en el manejo del vidrio.
- Actuar con reciprocidad hacia el conjunto al asistir a los demás desde lo que cada uno va aprendiendo.
- Planificar, relacionar y sintetizar lo que se hace con una mirada procesal propia del interés del Oficio.

Recomendamos reflexionar unos instantes sobre los aspectos que hacen a la seguridad personal y del conjunto antes de comenzar el trabajo en los grupos. Estos cuidados comienzan con los preparativos para encender los hornos, luego en los trabajos con el vidrio incandescente y continúan hasta terminar la jornada, dejando todo lo usado en su lugar.

También es saludable estar atento al tocar las piezas realizadas y las herramientas, algunas pueden estar calientes o ser muy frágiles (según el espesor que tengan) y producir quemaduras o cortes.

Sintetizando, se ha visto que pueden trabajar sacando vidrio de la boca del horno de tres a cinco personas. Coordinándose con el cuidado y la atención que estas actividades requieren, teniendo bien en cuenta los movimientos y desplazamientos que puede hacer cada uno con la varilla o la caña con vidrio incandescente, para no tener accidentes ni quemaduras.

8. *Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 4.*

- El llevar el tema del vidrio al Parque y abrir el proyecto a un conjunto de maestros permitió acelerar el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un taller, con los elementos mínimos para trabajar con el vidrio en Parque la Reja.
- La ocurrencia de usar los bloques de hormigón celular fue un descubrimiento de gran importancia por varios factores, la velocidad con que se logra la construcción de los hornos, el bajo costo y la capacidad de aislación térmica como segunda pared, concentrando mejor la temperatura.
- El hecho de usar una pasta de caolín en lugar de cemento refractario para unir los ladrillos permitió realizar numerosas modificaciones al horno de soplado. Durante casi un año de uso hemos podido realizar varios cambios en la forma y el tamaño de este modelo, aumentando así la experiencia en estos temas.
- Nos ha asombrado alegremente más de una vez, la posibilidad de poder transformar en una tarde un horno de este tipo y realizar nuevas experiencias. Seguramente después de publicar esta monografía, se podrán ir sumando nuevos capítulos o anexos con ampliaciones a los temas tratados aquí.
- La posibilidad de hacer en el taller la mayoría de los elementos necesarios: ladrillos refractarios, crisoles, quemadores y otras herramientas, son tareas que permiten integrar y aplicar de un modo efectivo los conocimientos adquiridos en las otras partes del Oficio del Fuego, como la alfarería, la cerámica y la metalurgia, integrando todo en un contexto de mayor comprensión.
- La intensidad de registros que se producen con estos trabajos a veces inspiran relaciones mentales que van más allá de lo cotidiano. En ocasiones se puede arribar a caídas en cuenta interesantes sobre la superación de límites, la pulcritud, la permanencia y el tono, acrecentando el conocimiento de uno mismo y también de los materiales que se usan.
- El hacer un horno de fusión y otro de recocido para ejercitar las distintas técnicas con vidrio, como el soplado, colado y otras, permitió a un conjunto amplio ir haciendo experiencias directas con el Oficio y comenzar a transmitir en pocos meses esos conocimientos a otros.
- La imagen de planificar la construcción de otros hornos, con los cuales elaborar algunas de las fórmulas que se hicieron en distintos momentos del proceso histórico del vidrio, genera una interesante proyección a futuro, con la aspiración de recrear con mayor amplitud y comprensión el Oficio.

Capítulo 5.



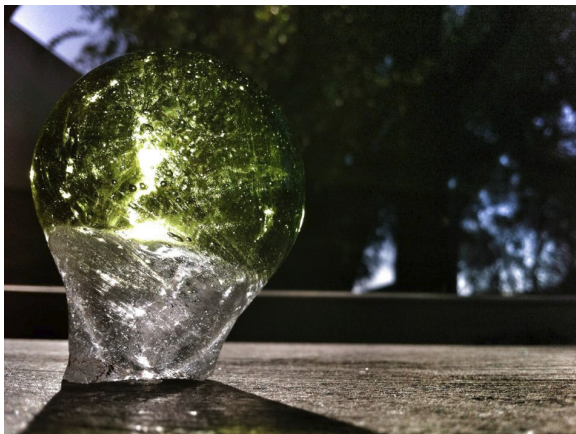
Práctica del Oficio.

Encendido de los hornos y trabajos con el vidrio.

1. *Puesta en marcha de los hornos y trabajos con el vidrio.*

Consideraciones.

En este capítulo expondremos las observaciones, consideraciones y procedimientos que usamos al comenzar a desplegar las artes de este antiguo Oficio. Sabemos que llevará un tiempo aprender a usar los hornos y las herramientas con los cuidados que merecen y luego intentar transmitir del mejor modo esos conocimientos a otros.



Como se dijo en el capítulo anterior, en las instalaciones, construcción de hornos y demás elementos que se hicieron en el Taller de Parque La Reja participaron, de distintas maneras, un amplio conjunto de Maestros.

Cada vez que los hornos iluminaron el taller con sus fuegos, muchos amigos se aproximaron con curioso interés y cuando vieron que podían acercarse y tomar una pizca de vidrio de esos fuegos, se manifestó un singular entusiasmo. Luego de algunas indicaciones que daban los que tenían más experiencia y las recomendaciones sobre los aspectos de seguridad a tener en cuenta, esperaban su momento para sacar un poco de vidrio e intentar hacer algunas gotas. Por esas prácticas y experiencias han pasado durante este año más de 120 personas.

En cuanto al núcleo más estable, corresponde resaltar, que fue un equipo pequeño, entre cinco y quince personas, que pusieron su esfuerzo y dieron continuidad a la implementación del plan que se diseñó al comienzo. Como en tantas otras actividades y proyectos se nota que cuando un conjunto se interesa por un tema y se aplica a materializarlo, en poco tiempo con más ingenio que recursos se puede hacer mucho.

No se pretende aquí indicar una forma de trabajo fija sino compartir las experiencias logradas hasta el momento. Seguramente, como siempre sucede, lo hecho será mejorado y enriquecido por el aporte solidario de otros amigos que se inspiran con las acciones y reflexiones que producen estos trabajos, que van más allá de lo personal y de la producción de objetos.

Sin duda en cada lugar donde estos Oficios se recrean surgen más experiencias, notas y materiales que se van incorporando a las producciones de los Parques.

1.1. *Encendido del horno de fusión para soplado.*

Antes de encender el horno de fusión se verifica que todo este en buenas condiciones.

1. Se observa que el interior del crisol este limpio. Se puede repasar con un trapo húmedo para eliminar polvo y otras impurezas.
2. Se coloca la termocupla del pirómetro en su lugar y enciende el pirómetro.
3. En la tobera superior se ubica el quemador con venturi conectado a una garrafa de gas.
4. Se prueban las conexiones de gas con espuma de jabón antes de encender el quemador.
5. Después de esas verificaciones se enciende el quemador, regulando al mínimo la llama.

Tiempos mínimos de ascenso de la temperatura.

- Durante las primeras dos horas se llega con suavidad a 200 °C.
- En la tercera hora, dando una poco más de gas, se llega a 500 °C.
- Una hora más llevará llegar a los 700 °C.
- A partir de ahí se puede subir más rápido porque el crisol y el horno se habrán templado tomando temperatura.

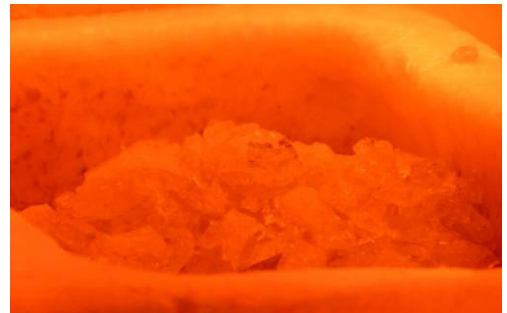
1.2. Primera carga de vidrio.

Cuando el horno esté sobre los 900 °C, usando una pala apropiada a tal fin, se puede poner la primera carga de vidrio, por esta única vez se llenan las dos cámaras del crisol para que la materia comience a fundirse. El vidrio a reciclar se pone limpio y en trozos pequeños.

A partir de ahí, cuando el horno tenga más de 1100 °C, la primera carga de vidrio estará fundida y se colocará la segunda, usando a partir de ese momento solamente una de las cámaras del crisol para agregar mas vidrio. Cuando ésta carga se funda se pondrá la tercera y así siguiendo mientras se va trabajando con el vidrio.



Para cargar el vidrio, si se esta utilizando un solo crisol se usará la cámara que esta ubicada del lado opuesto al quemador, esa es la zona con mayor temperatura dentro del horno y facilita la fusión del material. La cámara contigua, ubicada más cerca del quemador, tendrá una temperatura ligeramente menor. Si se usa más de un crisol se pensará de que manera distribuirlos dentro del horno para aprovechar mejor la circulación del fuego y las diferentes temperaturas.



La operación de cargar vidrio al crisol es necesario realizarla con rapidez y precisión. Se recomienda usar guantes y gafas protectoras para los ojos, porque pueden saltar esquirlas de vidrio al cargar el crisol en caliente.

1.3. Colocación del quemador aire-gas.

Cuando el horno llega aproximadamente a los 900 °C, se podrá cambiar el quemador venturi por el de premezcla aire-gas, conectado al colector de 4 garrafas.

- Antes de encender ese quemador se verifican todas uniones y conexiones del colector de gas y del quemador con espuma de jabón.
- Se enciende y regula la mezcla de aire-gas hasta lograr una llama azulada oxidante.

- Se va llevando, sin apuro, la temperatura hasta los 1200 °C / 1300 °C.

El sonido de la llama debe ser estable y se irá aumentando la potencia de fuego con calma, sin forzar, dejando que se acumulen las calorías necesarias hasta llegar a la temperatura deseada.

Tener en cuenta que cuando se da más gas habrá que dar más aire, y si disminuye la cantidad de gas proporcionalmente habrá que reducir el caudal de aire, para mantener estabilizado el equilibrio de la combustión.

Antes de realizar modificaciones en el ajuste de este tipo de quemador, avisar para que nadie se acerque a la boca del horno, porque durante esa operación pueden salir llamaradas por la misma.

1.4. Uso de los quemadores.

Cuando la temperatura es alta pueden salir algunas llamas por la puerta o boca del horno que funciona también como chimenea, pero éstas no deberían sobresalir mucho. Si las llamas son excesivas indican que se está usando demasiado gas en la mezcla del quemador, desperdiciando combustible y calorías. Otra causa puede ser que se está apurando mucho la subida del horno sin dejar que vaya acumulando las calorías necesarias.

En los quemadores, el color y el sonido de la llama indican el tipo de combustión que se está realizando. Si la llama es azulada, intensa y sonora es oxidante, en ella hay una buena mezcla de aire y gas. El aire contiene aproximadamente un 18% de oxígeno y el resto son otros gases que no suman a la combustión.

Si la llama tiene mayormente gas y poco o casi nada de aire, será amarillenta, débil y humeante, esto indica que es reductora de oxígeno. En este caso el fuego tomará el oxígeno del horno y de lo que haya adentro, produciendo entre otras cosas, transformaciones en los óxidos metálicos modificando perjudicialmente al vidrio.

También la llama puede ser neutra por cierta combinación de aire-gas.

En los hornos para los trabajos con vidrio se usa una llama entre neutra y oxidante.

Aparte de la observación de la llama, como se dijo antes, el sonido de un quemador encendido es un importante indicador de su funcionamiento.

Un problema que puede aparecer en un quemador con venturi o premezcla es que se modifique la proporción de aire-gas. Si el gas pierde presión por enfriamiento o agotamiento de la garrafa, por ejemplo, el flujo de aire será demasiado y la llama puede ser intermitente, producir pequeñas detonaciones, "toser"; o llegar a apagarse y continuar saliendo gas, con el riesgo que eso implica.

En ese ejemplo puede haber por lo menos, dos situaciones con reacciones diferentes según la temperatura que tenga el horno en ese momento.

- A. Si el horno estuviera a baja temperatura, menos de 500 °C o 600 °C y se apaga la llama, se acumularía gas en su interior y podría producir una explosión si se lo enciende nuevamente sin tomar algunas precauciones. En este caso hay que ventilarlo bien, sin encender fuego cerca, y luego volver a comenzar encendiendo el quemador con los cuidados del caso.
- B. Si el horno sobrepasó más de 700 °C el gas se auto enciende, produciendo una pequeña detonación. Para corregir esta situación, independientemente que se esté usando el quemador con venturi o uno de premezcla de aire-gas, rápidamente se disminuye con suavidad el flujo de aire hasta normalizar la llama.

Si se estuviera usando el colector de gas, se cierra la llave de paso correspondiente al ramal de las garrafas vacías o congeladas y se abre, casi simultáneamente, el otro ramal del colector. Luego se balancea nuevamente el nivel de aire-gas en la llama del quemador y se continúa con el trabajo.

En estos casos, si alguien no estuviera en ese momento mirando la llama, el cambio en el sonido del quemador es lo primero que nos advertirá sobre estos problemas.

Recomendamos especialmente estar atentos al sonido de los quemadores mientras se trabaja en las distintas tareas que se desarrollan en la práctica del Oficio.

1.5. Uso del crisol de dos cámaras.

La cámara de la izquierda del crisol, por ejemplo, se usará para sacar vidrio fundido con la varilla o con la caña de soplado. La cámara de la derecha se usará para agregar más vidrio, de la forma que se dijo anteriormente. De este modo se mantiene una circulación vítrea constante dentro del crisol. Repetimos, por un lado se agrega el vidrio para fundir y por el otro se saca el vidrio con la consistencia óptima de trabajo.

Cada vez que se coloque una nueva carga de vidrio la temperatura del horno bajará un poco y luego de unos minutos volverá a subir, esto se debe a que el nuevo material absorbe calorías para fundirse. Con el transcurrir de las horas el horno irá concentrando calorías y si se lo deja, seguirá subiendo la temperatura hasta más de 1300 °C.

1.6. Afinado del vidrio y burbujas.

Se podrá observar en la masa fundida, el desprendimiento de burbujas de aire que quedaron atrapadas entre los trozos de vidrio que se usaron para cargar el crisol. Estas burbujas de aire se consideran como parte de las impurezas del vidrio. Cuanto mayor sea la temperatura alcanzada y cuanto más tiempo se mantenga en ese nivel, la fluidez del vidrio hará que más burbujas vayan ascendiendo hasta desaparecer.

Para el afinado correcto y para eliminar todas las burbujas que tiene el vidrio pueden ser necesarias, dependiendo de la capacidad y forma del crisol usado, entre ocho y diez horas a máxima temperatura.

1.7. Prueba de consistencia, primeras muestras de vidrio.

Cuando el crisol esté lleno de vidrio fundido, con mayor o menor cantidad de burbujas, según el tiempo que se mantuvo a alta temperatura, se podrá comenzar a trabajar, disminuyendo la potencia del quemador y ajustando la temperatura entre los 1150 °C y 1240 °C aproximadamente.

En esa temperatura la consistencia del material debería ser manejable con la caña y la varilla. Como indicadores se puede tener en cuenta lo siguiente:

- Si el vidrio está muy caliente será muy fluido, resultará difícil mantenerlo en la varilla o en la caña y se caerá con velocidad estrellándose contra el suelo.
- Si le falta temperatura estará muy denso y no tendrá la fluidez adecuada para trabajarlo.

Sin duda que la pericia de los operadores será también un factor a tener en cuenta en estas pruebas y ajustes para definir el conveniente nivel de temperatura para trabajar.

En definitiva, para aprender sobre el tema de la temperatura de trabajo, se pueden ir sacando cada tanto una muestra de vidrio del crisol y con ella se harán las pruebas de consistencia haciendo una gota o alguna pieza soplada.

A medida que se gane en experiencia se podrá regular la fluidez del vidrio para las distintas técnicas a aplicar, gota, soplado, colado, modelado sobre núcleo, etc. Cada una de ellas requiere una consistencia y temperatura ideal.

1.8. *Uso del horno para templado o recocido.*

El horno para templado se puede encender dos o tres horas antes de comenzar a sacar el vidrio para trabajar y recocer las piezas que así lo requieran, ese tiempo suele ser suficiente para llegar a los 600 °C. y dejar que acumule calorías. Las gotas chicas en general no necesitan del recocido.

Antes de colocar las primeras piezas realizadas, se estabiliza la temperatura entre 500 °C y 550 °C, según el tipo de vidrio que se esté usando y el tipo de piezas que se van a realizar, y se mantiene en el nivel térmico que mejor ha resultado para el recocido. La práctica irá enseñando sobre cuales son los valores adecuados para cada tipo de vidrio, según la forma y volumen de los objetos que se van produciendo.

La forma de usar y estabilizar este horno, una vez que se ha llegado a la temperatura indicada, es mantener ese valor regulando el quemador de gas y la apertura de la chimenea. Si se subiera un poco más de 600 °C puede suceder que algunas piezas y sobre todo las sopladas de espesor delgado, se deformen al reblandecerse el vidrio.

- Se irán colocando las piezas inmediatamente después de realizarlas, sin perder tiempo, usando pinzas apropiadas a ese fin.
- Sobre los pisos de cordierita, dentro del horno, se puede poner un trozo de manta cerámica, para que las piezas redondeadas no se deslicen.
- La puerta se abrirá y cerrará con atención y rapidez, no más de lo necesario, para evitar variaciones de temperatura en el interior del horno.



1.9. *Tiempos de recocido o templado del vidrio.*

La primera vez que se usa este tipo de horno, es interesante descubrir y aprender sobre cómo va bajando la temperatura, cuál es la curva que realiza. Cuando se ha terminado de trabajar en la producción de objetos, se apaga el quemador del horno de templado, cerrando bien la tobera y la chimenea.

Una forma que hemos probado es acompañar al horno mientras baja de temperatura, tomando nota y graficando la curva descendente que realiza, sin intervenir en nada, sin encender el quemador aunque veamos que baja muy rápido. Sólo observando y tomando nota cada 15 o 30 minutos hasta que llegue a menos de 100 °C. Esta tarea implica estar al lado del horno unas cuantas horas. Esta paciente acción es muy válida porque dará los datos y la experiencia para comenzar a comprender una parte importante del proceso del vidrio, ¿Cuál es el correcto recocido o templado?.

Al abrir el horno, cuando esté a temperatura ambiente, seguramente se encontrarán algunas piezas enteras, otras con pequeñas quebraduras y otras rotas. Estos resultados tienen relación con varios factores, por ejemplo: el grosor del vidrio en cada pieza, la ubicación dentro del horno (cerca de la puerta, en el centro, o más cerca del fuego), el tiempo en que bajo la temperatura, etc. Se comprenderá que son muchos los factores que influyen en este proceso.

En los momentos de evaluación se podrán hacer varias relaciones para descubrir, comprender e incorporar esas enseñanzas en las siguientes oportunidades. Cada tipo de vidrio, según su forma, espesor de pared y tamaño, requiere una curva de templado particular, no se puede dar reglas fijas, por eso es bueno hacer las pruebas del caso hasta lograr cierta pericia y conocimiento en esta parte del Oficio.

“Este es uno de los procesos más delicados en el trabajo con vidrio. Se debe pasar de un estado plástico a otro rígido, con la velocidad adecuada para que las uniones entre las partículas de vidrio se relajen suficientemente y no aparezcan tensiones durante el proceso de contracción. Cuando la velocidad es demasiado rápida, se producen tensiones que pueden llegar a provocar la rotura de la pieza de vidrio. A partir de la temperatura de reblandecimiento del vidrio, y dentro del intervalo de

relajación, hay que enfriar el vidrio lentamente. La razón es esta: el vidrio es un material que conduce mal el calor; por esta razón, al enfriarse, la zona interna está más caliente que la externa; ésta se contrae y se vuelve rígida antes que la interna, impidiendo que se contraiga en la medida y posición en que debería por su temperatura; de este modo se producen tensiones permanentes en la estructura del vidrio. La temperatura adecuada para que se produzca la relajación de las tensiones de un vidrio depende de su composición. Hay materias primas que hacen descender esa temperatura, mientras que otras la elevan. En cuanto a la velocidad adecuada de enfriamiento, en general dependerá del grosor del vidrio, Cuanto más grueso es un vidrio, más lenta debe ser la velocidad de enfriamiento.⁴⁷

2. *Recomendaciones sobre la seguridad.*

La seguridad en el taller es un tema a cuidar por todos los que participan en ese ámbito. Es bueno recordar que se está trabajando con materiales que pueden ser peligrosos sobre todo si se los usa mal o menosprecia.

Así como al usar la fragua para trabajar con metales, o los hornos para cerámica, cada uno comprende la importancia de la seguridad y el trabajar con atención para evitar accidentes, en los trabajos con el vidrio esta comprensión debe ser mayor por numerosas razones.

Los tiempos de trabajo atento son un factor a tener en cuenta. Por ejemplo, cuando se trabaja con metales uno está con la fragua encendida unas pocas horas y los momentos de mayor atención en la manipulación de los crisoles para hacer la colada del metal fundido, son comparativamente mucho mas breves que el aplicado con los trabajos con vidrio incandescente.

Considerando que los trabajos con el soplado y las distintas técnicas que se hacen con el vidrio, pueden extenderse durante varias horas en una jornada, con distintos operadores trabajando que se van turnando para hacer sus intentos y tal vez algunos otros mirando, es recomendable y prudente aumentar la atención a la seguridad.

La atención calma al plan de trabajo, a lo que se hace y al mismo tiempo al entorno que nos rodea, para no quemar a otros ni quemarse uno mismo, debería ser un tema bien comprendido y charlado entre todos los participantes antes de comenzar las tareas. A veces el encandilamiento del fuego en el horno, con su gran brillo; el querer tomar las herramientas apresuradamente o el cansancio, pueden hacer que uno se distraiga y cometa errores en los procedimientos.

Cuando se pesen, mezcle o trabaje con los componentes para hacer vidrio con una fórmula, habrá que poner especial atención a los procedimientos que se realizan con las substancias que se usen, evitando el contacto con la piel, ingerirlas, inhalarlas, etc. Algunos de esos elementos son cáusticos y/o tóxicos. Por supuesto habrá que contar con extractores de aire para el ambiente y una chimenea adecuada para los vapores que se producen al fundirlos. Es recomendable no fumar ni comer durante esas tareas en ese lugar.

En los hornos que vamos construyendo es importante que cada tipo de quemador tenga su forma de apoyarse firmemente. Conviene diseñar estos soportes para facilitar el cambio de ellos con rapidez y seguridad. Las conexiones de gas deben estar correctamente realizadas. Conviene probar todas las uniones con espuma de jabón cada vez antes de usarlos. Mas aún si hay piezas que se trasladan de un lugar a otro, como los quemadores por ejemplo. Las garrafas de gas es bueno que estén ubicadas en un lugar apropiado, a 3 o 4 metros de los hornos, con buena ventilación.

El procedimiento más seguro para encender los quemadores es tener el suministro de aire cerrado, abrir suavemente el gas y encender con un hisopo o encendedor largo, que no exponga la mano del operador al fuego. Luego abrir con suavidad el flujo de aire hasta lograr el nivel de llama buscado.

Tener a mano y visible un botiquín de primeros auxilios, extinguidor de fuego y capacitar a los participantes sobre su uso. Es también recomendable usar ropa apropiada a la tarea, preferentemente de algodón, no sintéticos, zapatos cerrados, gafas, etc. Contar con una cartelera, en un lugar visible para todos, con las recomendaciones de seguridad y el plan del día, puede ayudar a incorporar estos importantes aspectos.

47 Fernández Navarro. El vidrio. (1991), pág. 249.

3. Trabajos con el vidrio. Primeras prácticas.

La parte operativa de este Oficio, el hacer con el vidrio, tal vez sea la más difícil de explicar, muchos detalles de los movimientos y procedimientos que realiza un operador para hacer una pieza, varían en cada persona. En este tema nos apoyaremos en la descripción de la propia experiencia y en algunos comentarios de amigos cercanos, esperando que por lo menos estos comentarios sirvan como un conjunto de pistas, que pueden impulsar a descubrir la propia forma de hacer en cada uno.

La reflexión personal y el intercambio entre los participantes sobre lo que se va haciendo, serán de gran ayuda en el aprendizaje, cultivando la permanencia, la pulcritud y el tono que es propio de estos trabajos en los talleres de los Parques de Estudio y Reflexión.

Como ya se comentó en otro capítulo, existen numerosos métodos para trabajar el vidrio, como la técnica de vaciado, de prensado y otras, si bien la más importante es la técnica del soplado. Esta técnica fue una verdadera revolución en el campo del vidrio, pues gracias a la caña de soplar se pudieron hacer piezas de mayores dimensiones, de paredes más finas y en un tiempo récord. Fue tal la importancia de esta técnica, que aún hoy se sigue utilizando con escasas variantes.



[Un video sobre los trabajos con el vidrio y los hornos se ve haciendo click aqui.](#)

O abriendo el archivo: [05-practicas_con_vidrio_soplado.wmv](#)

3.1. Uso de la varilla, formación de la gota.

El uso de la varilla es el primer paso que nos permite tomar contacto con este asombroso material. Trataremos de describir una forma de usarla.

Para esta práctica se utilizan:

- Horno con crisol y vidrio fundido a 1200 °C
- Varilla maciza de 1 metro de largo por 8 mm. de espesor.
- Planchuela de hierro, de 30 x 5 x 0,5 cm.
- Tacho metálico para reciclado de vidrio.
- Mesa de apoyo para colocar las gotas y las herramientas.
- Cubo metálico con agua.
- Gafas protectoras para los ojos.



3.2. Procedimientos e indicadores.

Una disposición atenta al hacer “la gota” nos permitirá aprender los movimientos y la manera de proceder con el horno y el vidrio incandescente. Esto es muy importante porque será la base para incorporar los procedimientos más complejos que se utilizan para el soplado del vidrio.

Con la varilla se realizan distintos movimientos y giros para tomar un poco de vidrio del horno. Esos giros que se hacen merecen un comentario particular.

Los movimientos de giro que se realizan tienen una velocidad variable, dependiendo de la fluidez y la temperatura que tiene el vidrio mientras se está trabajando. Esos giros que se hacen con la varilla no se hacen de cualquier modo. Se hacen para compensar la fuerza de gravedad que atrae al vidrio hacia la tierra, buscando equilibrar esa fuerza para mantener la sustancia vítrea centrada en la varilla o caña.

Lograr la velocidad del girar justa es de gran importancia, está en relación dinámica directa con el estado y temperatura de la materia en cada momento. Al sacar el vidrio del horno será necesario un girar más rápido, siempre suave, sin sobresaltos o interrupciones y a medida que la temperatura vaya bajando ese girar será paulatinamente más lento.

Una buena forma de aprender sobre este particular procedimiento, es guiarse por los movimientos que se producen en el vidrio, atendiendo al mismo tiempo a los cambios de color que se hacen notar levemente.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Visto desde otra perspectiva, al sacar la varilla del horno el vidrio estará casi líquido y unos segundos después se irá haciendo más denso. El operador mientras mira atentamente los indicadores de color que va dando el vidrio, trata de seguir el fluir del vidrio girando con los dedos la varilla a la velocidad necesaria para que no se caiga.

Para hacer la gota, la temperatura del vidrio en el horno puede estar entre 1150 °C y 1250 °C, según el tipo de vidrio que se esté usando y la habilidad del operador, algunas pruebas indicarán cual es el rango de temperatura óptimo para estos trabajos.



Veamos ahora el procedimiento de corrido:

Primero se acerca una varilla de acero a la boca del horno unos segundos para que tome algo de temperatura, porque cuando la varilla está fría el vidrio no se adhiere a ella. Un indicador a tener en cuenta es que la parte caliente de la varilla, unos 30 cm. se pone algo opaca y el resto se mantiene brillante, desde la mitad hasta el otro extremo se puede tocar sin quemarse.

El operador cuando se acerca a la boca del horno coloca su cuerpo algo de costado, no de frente, para exponerse al calor lo mínimo necesario.

Trata de acostumbrar sus ojos a la intensidad luminosa del interior del horno, buscando distinguir hasta donde llega el nivel del vidrio dentro del crisol.

Manipula la varilla con las dos manos desde el extremo de la misma ejerciendo suaves movimientos giratorios.

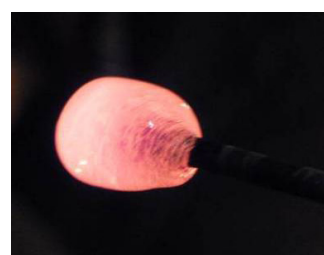
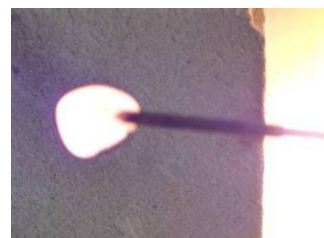


- Después de unos segundos, cuando la varilla ya está caliente, se toma una pequeña porción de vidrio líquido. Para esto se acerca la varilla hasta rozar el vidrio y girando una o dos veces sobre sí misma, se va introduciendo la punta unos 5 o 10 mm en esa sustancia que no se deja ver fácilmente. Para lograr bien esto se realiza un movimiento certero, rápido, casi táctil, como sintiendo el vidrio. No es hundiendo la varilla en el vidrio, es rozando la superficie.
- Sin dejar de girar se levanta la varilla con un poco de vidrio sobre el crisol y se acelera el giro hasta que se corta el hilo que conecta ambas partes. Sin demorarse mucho en eso, se sale limpiamente de la boca del horno. La varilla no tendría que ponerse al rojo salvo la punta.
- A un costado del horno se mantiene la varilla casi horizontal, sin detener el suave giro y se espera unos instantes hasta que la sustancia se enfría un poco. En ese momento se habrá formado un pequeño botón brillante en el extremo de la varilla.





- Al enfriarse el vidrio irá cambiando de color, primero será incandescente hasta que unos segundos después se lo verá transparente por fuera, aunque en el centro, en la punta de la varilla, tendrá un tono rojo-anaranjado.
- Se vuelve a entrar a la boca del horno y sin demorar, con un movimiento rápido, se toma una mayor cantidad de vidrio, rozando esta vez sólo el botón formado antes sobre el vidrio fundido. Girando unas dos o tres veces la varilla sobre si misma se toma o carga más vidrio, aumentando así considerablemente la cantidad de material a trabajar para hacer la gota.
- Una vez que se dieron las dos o tres vueltas sobre crisol, se levanta un poco la varilla y se gira más rápido hasta que se corta el hilo de vidrio que la mantiene unida con el crisol. Se sale suavemente, sin tocar las paredes del horno, al tiempo que se atiende al cambio de color y consistencia del vidrio, mientras se continúa el giro suave de la varilla.
- Cuando uno considera que el vidrio tiene la consistencia justa, se detiene el giro para dejarlo caer formando "la gota".

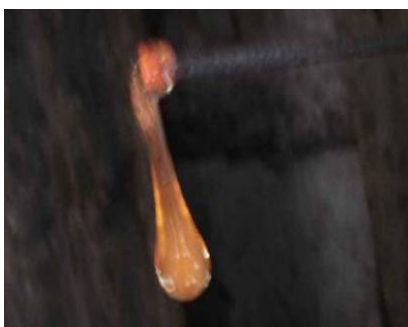


Con este procedimiento se puede aprender a reconocer y sentir como se comporta el vidrio. Este se irá estirando hasta solidificarse en el largo deseado cuando se tiene manejo de la técnica. Cada movimiento que se realiza, la velocidad, el desarrollo o la extensión de los mismos, tienen su importancia y condicionan visiblemente lo producido.

Luego de intentar varias veces se irá tomando más conciencia del espacio, del tiempo y de la acción de la fuerza de gravedad sobre el estado cambiante de esta materia y la relación de esos factores con los movimientos y operaciones que uno va realizando.

Si se detiene el giro antes del momento justo, en que el vidrio tiene la consistencia adecuada, la gota se estirará rápidamente y se estrellará contra el piso. Si por el contrario, se prolonga de más la acción de girar, el vidrio se solidificará en la varilla y no caerá para formar la gota.

Después de varios intentos se logra hacer una gota con armonía y equilibrio, la sensación después de lograr esa primera gota bien realizada puede ser inolvidable.





- Una vez solidificada la gota se procede a cortarla, para esto se gira la varilla 90 grados, quedando la gota en posición horizontal. Se apoya la varilla en una mesa y se toca el hilo de vidrio con el hierro mojado en agua, luego se da un golpe seco en la varilla y la gota se desprenderá en el lugar marcado por el agua. Ese golpe seco debe darse sobre la varilla apoyada sobre el filo de la mesa, un poco mas atrás del punto de apoyo, para lograr que la pieza se desprenda donde fue marcada.
- Para limpiar los restos se sumerge la punta de la varilla en agua un instante. Luego sobre el tacho con los desechos para reciclar, se raspan con la herramienta de hierro los restos de vidrio haciéndolos caer. Siempre se raspa o golpea desde uno hacia afuera, deslizando la herramienta sobre la varilla, para evitar que salten fragmentos de vidrio caliente hacia el operador.

Es recomendable repetir los procedimientos para hacer la gota muchas veces, hasta tener buen dominio de los materiales utilizados y fluidez en la sincronización de los movimientos.



3.3. Soplado de vidrio.

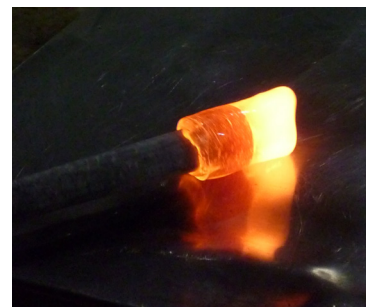
Para practicar esta técnica se utilizan:

- Horno con crisol con vidrio entre 1150 °C a 1250 °C.
- Cañas para soplado.
- Mesa para amasado del vidrio y mesa de apoyo para las piezas.
- Cubo metálico con agua, tacho de reciclado, hierro para desprender el vidrio.
- Banco de vidriero, herramientas de mano.

3.4. El cilindro, consideraciones.

Las funciones de este primer cilindro, son retirar la carga inicial de sustancia del horno, fijar mecánicamente el vidrio a la forma cónica que tiene el extremo de la caña y crear la condición básica para posteriormente poder soplar aire dentro del vidrio.

Si el cilindro no se ha fijado correctamente a la caña mediante el amasado, se puede desprender cuando se realizan balanceos u otros movimientos propios del soplado, lanzando el vidrio incandescente como un proyectil, perdiendo la pieza que se está realizando o produciendo un accidente.



La posición recomendada para el operador, como ya se dijo anteriormente, es ubicar su cuerpo de costado a la boca del horno, para no quemarse ni recibir calor excesivo y manipular el extremo de la caña desde el borde con los dedos de las manos, no es conveniente usar guantes porque entorpecen este procedimiento, si conviene tener gafas protectoras para los ojos.

3.5. Procedimiento para hacer el cilindro.

- Colocar la caña en la boca del horno para calentar el acero durante un breve tiempo, la punta no debe ponerse al rojo. Si la caña está fría el vidrio no se adherirá a ella.
- Tomar una cantidad de vidrio, rozando la superficie del vidrio fundido que está dentro del crisol, haciendo contacto con el borde de la caña, girando suave y rápidamente, dando dos o tres vueltas sobre sí misma, adhiriendo así la primera porción de vidrio a la caña.



Aquí se empieza a notar lo aprendido al usar la varilla, al tener que rozar hundiendo la caña sólo 5 o 10 mm para retirar vidrio. En este caso, el proceder es un poco más complejo. En el primer giro se roza el vidrio con el borde de la caña, sin llegar a sumergir el orificio de la punta, así se evita que se tape. El vidrio que se va tomando en ese primer giro irá cubriendo el orificio de la caña sin obstruirlo, sin meterse adentro. Al dar la segunda vuelta se hundirá un poco más la caña, unos dos cm., para aumentar la cantidad del vidrio que se carga para continuar.



- Manteniendo el giro levantar con suavidad acelerando un poco el girar para que se corte el hilo de vidrio que une la caña al crisol. Retirar con cuidado la caña del horno sin dejar de girar.
- Durante el desplazamiento hacia la mesa se observan los movimientos que se producen en la masa vítrea. Se regula la velocidad del giro tratando de compensar la tendencia a caer que manifiesta el vidrio líquido, buscando que se mantenga centrado en la caña.

Para completar este primer procedimiento es importante lograr hacer lo anterior con fluidez, sin interferencias ni demoras. Poniendo la atención en el cuidado en los movimientos, en la velocidad que se imprime al girar y en los desplazamientos que realiza el operador con la caña hasta llegar a la mesa de amasado. Teniendo particularmente en cuenta a los que pudieran estar trabajando cerca de él.

3.6. El amasado del cilindro.



- Apoyar el vidrio sobre la mesa y deslizar de un extremo al otro girando con firmeza y fluidez, ejerciendo una presión suave sobre el vidrio, produciendo una suerte de amasado que va fijando y formando un cilindro alargado de vidrio que se extiende unos centímetros más allá de la caña.

Cuando se apoya la caña y el vidrio sobre la mesa se realiza un rápido cambio de ubicación de las manos que sostienen la caña, la mano izquierda con la palma hacia arriba se ubica casi en el extremo (boquilla) y la mano derecha con la palma hacia abajo cerca del medio de la caña. Esta posición facilita el movimiento de las manos para hacer girar con fluidez la caña amasando el vidrio.

- La caña con el vidrio se desliza de un extremo al otro de la mesa en un movimiento continuo de ida y vuelta. Uno o dos deslizamientos de este tipo suelen ser suficientes para formar y fijar correctamente el cilindro.

Este deslizar de ida y vuelta tiene en sí dos momentos y funciones. En el primer deslizamiento se fija el vidrio al cono de la caña. Para lograrlo el apoyo y la presión se hace rodando sobre el cono y observando que el vidrio se fije correctamente. Para hacer esto se tiene que inclinar un poco la caña para que el cono y la mesa queden paralelos.

En el segundo deslizamiento la atención se pone sobre el vidrio para que se estire formando el cilindro. Esto hace que se levante un poco la caña desde la boquilla.



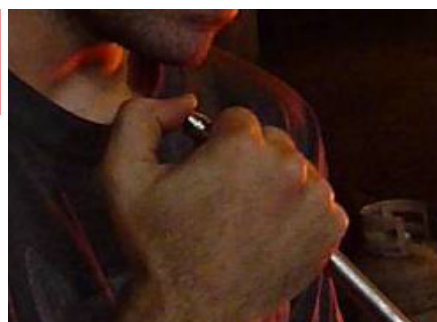
- Desplazarse desde el horno hasta la mesa y amasar el vidrio para formar el cilindro se tiene que hacer en un breve tiempo, para que el material no se enfríe perdiendo la plasticidad necesaria para el sople posterior.

Una vez logrado el cilindro de vidrio, que se extiende como prolongación de la caña, se puede terminar este ejercicio para incorporar bien todo el procedimiento.

- Finalizada esta parte, **se tapa la boquilla con un dedo y se sumerge la punta de la caña en agua fría para desprender el vidrio.**

El vidrio en contacto con el agua fría se cristaliza produciendo múltiples quebraduras que facilitan su desprendimiento.

- Luego de producida la cristalización se da uno o varios golpes rasantes con la herramienta de hierro, como raspando la caña desde arriba hacia abajo, golpeando el vidrio dentro del tacho



de reciclado, hasta limpiar completamente la punta de la caña. Si no se desprende todo el vidrio se vuelve a poner la punta en agua manteniendo tapada la boquilla con un dedo y se repite el procedimiento hasta eliminar todo rastro de vidrio.

En esta acción es útil proteger los ojos con gafas por si saltan esquirlas de vidrio.

- Al terminar se sopla por la boquilla para comprobar que la punta no haya quedado tapada. Si el aire no sale, se podrá golpear suavemente el orificio obstruido con una herramienta con punta, para desprender el vidrio que esta tapando la caña. Teniendo en cuenta que el extremo de la caña puede estar aún caliente.

Es útil repetir este ejercicio varias veces hasta dominarlo con fluidez.

- *Algo a tener muy en cuenta. Cuando se termina este procedimiento la punta de la caña tiene alta temperatura y al sumergirla en agua hará que ésta hierva y se vaporice con rapidez. Si la caña estuviera destapada, sin colocar el dedo, una cantidad de vapor y agua hirviendo subirían, sonora y rápidamente calentando todo el acero, pudiendo quemar la mano del operador haciendo que por acto reflejo suelte la caña. En segundos el vapor y el agua hirviendo saldrían con fuerza por la boquilla, pudiendo quemar a quien esté cerca. El simple hecho de tapar la boquilla herméticamente con el dedo antes de sumergir la punta de la caña en el agua, evita este problema porque impide que el vapor ascienda y también de ese modo se mantiene fría la parte superior de la caña.*

Aquí hay por lo menos tres temas de seguridad de suma importancia.

1. El fijado firme del vidrio a la caña mediante el correcto amasado.
2. Atender a los movimientos que se realizan considerando a los que están cerca para no chocarse o quemarse con la caña.
3. Tapar la boquilla con el dedo antes de sumergir la caña en agua, usando gafas protectoras para los ojos.

Estas recomendaciones son muy importantes y será bueno repetirlas cada vez que alguien use una caña, hasta que se incorpore como procedimiento.

3.7. El soplado, algunas consideraciones.

La forma de soplar también tiene su complejidad, porque se realizan varias operaciones simultáneas en un tiempo muy breve. La reiteración de esta técnica es fundamental para ir logrando manejo en el soplado del vidrio.

Representar las imágenes de los pasos para soplar antes de la acción, podría ayudar mucho en el trabajo, una descripción de este complejo y sutil procedimiento puede ser así:

Teniendo bien fijado y formado el cilindro de vidrio, introducir la boquilla de la caña y la punta del dedo pulgar en la boca, manteniendo el giro de la caña a la velocidad adecuada.

Cerrar los labios lo mejor posible, soplar y tapar de inmediato la boquilla con la punta del dedo, antes de abrirla la boca para retirar la boquilla, de ese modo no se pierde el aire que se sopló.

Todo esto se hace muy rápido, mientras se mantiene el giro de la caña se van observando los movimientos que realiza el vidrio, regulando la velocidad de giro para que se mantenga centrado sin caerse y al mismo tiempo el pulgar sigue tapando el orificio de la boquilla para que no se salga el aire. Ese primer soplo se hace con la caña ubicada en una posición casi horizontal, luego se eleva la punta que tiene el vidrio y este movimiento hace que el aire, si no se perdió, ascienda y vaya formando una pequeña burbuja que crece dentro del vidrio.

Esa burbuja ira creciendo por la presión que se formó dentro de la caña, cuando se considere que tiene un tamaño y espesor acorde a la cantidad de vidrio que se tomó del horno, se retirará el dedo que

mantiene tapada la caña para detener la presión ascendente del aire, que de seguir sin límite puede hacerla estallar. Estos estallidos tienen su belleza, porque el vidrio es tan delgado que flota al caer en finísimas láminas reflejando la luz en matices multicolores. Pero si el espesor del vidrio es muy fino no servirá para continuar.

3.8. Procedimiento.

- Realizar el cilindro sin interrupciones.
- Sin detener el giro, levantar la punta de la caña casi verticalmente para que el cilindro de vidrio, descienda un poco. Inmediatamente, mientras se llenan los pulmones de aire, bajarla hasta una posición horizontal y dar un soplo de aire en la boquilla, tapando la misma con el dedo antes de sacarla de la boca. Volver a subir la punta un poco, sin dejar de girar, esperando que aparezca una burbuja de aire dentro del vidrio incandescente.



- Si no comienza a crecer la burbuja en unos pocos segundos intentar el soplo nuevamente, como ya se ha explicado.
- Si al segundo o tercer intento no aparece la burbuja, terminar ahí las operaciones. Tapar con el dedo la boquilla e introducir la punta de la caña en el agua para desprender el vidrio como se explico anteriormente.
- Luego comenzar nuevamente tratando de hacer todo un poco más rápido y con mayor precisión.

Todo este procedimiento se realiza con continuidad y cierta rapidez para que el vidrio no se enfríe demasiado.



- Luego de obtener la primera burbuja de aire se hace una marca alrededor de lo que será el cuello del objeto. Esta marca, que coincide con el final de la caña se produce haciendo girar la caña con cierta presión, contra el filo del borde de la mesa. Esta huella que se ha marcado será útil al momento de desprender la pieza terminada y también se usará de referencia tratando de no sobrepasar ese límite al cargar mas vidrio.

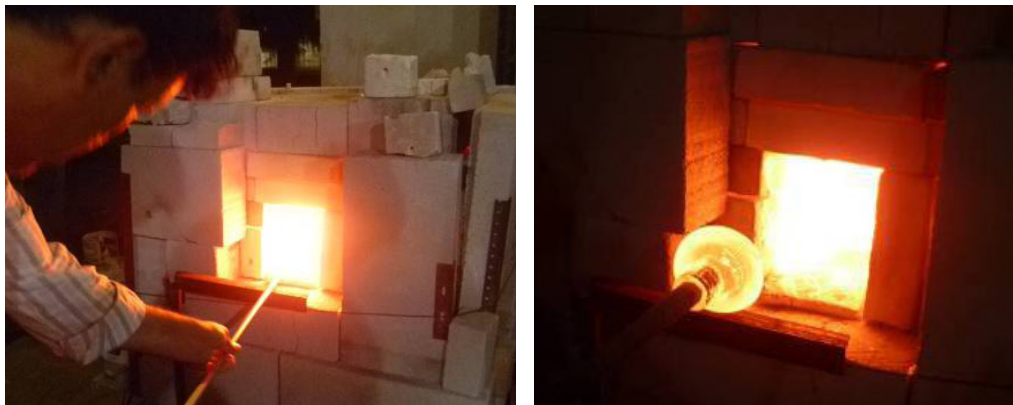
Si se pudo hacer todo lo anterior se habrá obtenido la primera forma de vidrio, con una burbuja de aire en su interior. Que va virando de color pasando del amarillo al naranja-claro hasta volverse transparente, indicadores del cambio de temperatura y solidez del material. Tratar que la burbuja esta bien centrada es importante para que se proyecte en los siguientes pasos con un espesor parejo.

Sintetizando, se intenta producir desde el cilindro una forma esférica u ovalada con un parejo espesor de pared, que al enfriarse un poco, soporte una veloz entrada al horno para tomar más material.



3.9. Segunda toma de vidrio.

- Se introduce la caña en el horno con la primera forma de vidrio y sin demorar, cuidadosamente, se hace contacto con la masa líquida. Girando se va sumergiéndose en el vidrio fundido, tratando de llegar casi hasta donde esta la marca del cuello realizada anteriormente. Todo se realiza con rapidez para que el vidrio que sirve de base con la burbuja de aire en su interior no se funda y colapse la forma creada antes.



Es probable que haya alguna dificultad para ver la marca realizada dentro de la incandescencia del horno, no es bueno demorarse por ese motivo, la experiencia ira enseñando a tomar referencias sutiles para lograr esto con maestria.

- Inmediatamente se retira la caña con una mayor cantidad de vidrio, siempre girando, poniendo atención en no tocar, ni rebotar, en los bordes de la boca del horno.

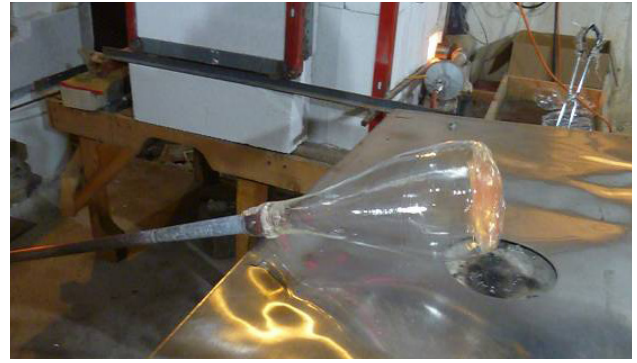


- Comienza ahora una serie de movimientos con la caña, según la imagen que se quiera producir. Balanceos para estirar el vidrio, subidas para que el material retroceda, bajadas para que descienda y se estire más, siempre girando la caña y cada tanto soplando. Tratando que el espesor del vidrio sea parejo y no se haga muy fino en algunas partes.

Al realizar esta serie de movimientos el operador seguramente estará concentrado más que nada en lo que hace. Será prudente que los que observan o estén realizando otros trabajos, con las gotas por ejemplo, mantengan una distancia prudencial. Así mismo es recomendable que algunos de los que profundizan en el Oficio, estén atentos a los movimientos y desplazamientos que se realizan en la zona de trabajo, velando por la seguridad del conjunto. Esta puede ser una función rotativa para incorporar al estilo de trabajo en el taller del vidrio.

- También se podría volver a utilizar la mesa para amasar suavemente o emparejar la nueva carga de material hasta lograr la imagen propuesta, o el banco de vidriero con papel mojado y otras herramientas.

- Una vez obtenido el objeto, para separar la pieza de la caña, se usa un hierro mojado con agua, con el que se va mojando la marca que se hizo inicialmente en el cuello. El vidrio en esos lugares se cristalizará y permitirá el desprendimiento.



- Para el corte, se ubica el objeto casi tocando la superficie de la mesa auxiliar. Apoyando la caña sobre el borde de la misma, se da un golpe seco sobre la caña a la altura del borde de la mesa, con la intensidad adecuada, ni mucho ni poco. Si el golpe está bien dado y la marca se mojó suficientemente se desprenderá la pieza con un corte limpio.



- Al terminar, con una pinza se toma y ubica delicadamente la nueva pieza de vidrio en el horno de templado sin demoras. Luego se desprenden los restos de vidrio de la caña.

3.10. *Uso del banco de vidriero.*



Este banco permite realizar un trabajo interesante donde se experimenta y se toma conciencia de varios factores que actúan con notable velocidad.

La temperatura irá bajando sin pausa, produciendo sutiles cambios en el color y la fluidez del vidrio. Son pocos minutos los que se disponen para hacer algo. Mientras se trabaja, el vidrio se va enfriando y perdiendo elasticidad.

No hacen falta muchas prácticas para comprender que este material acepta o rechaza ciertos procedimientos según el momento de proceso en que se encuentra.

- El operador después de hacer el cilindro se desplaza y se sienta en el banco, manteniendo por el giro de la caña, el vidrio centrado en su lugar. Puede hacerlo con la primera o segunda carga de material, habiendo soplado una burbuja de aire si la pieza a realizar va a ser hueca o sin soplar si va a ser maciza.
- Con una mano se hace girar la caña con suavidad sobre los brazos del banco, a una velocidad que permita mantener el vidrio incandescente centrado en el eje de la caña.

Esta velocidad irá variando a medida que el vidrio baje de temperatura y por tanto la fluidez también se irá modificando. Cuanto mas fluido y caliente esté el vidrio más evidente será la acción de la fuerza de gravedad, mayor velocidad y armonía habrá que poner en los movimientos que se realicen. En todo caso, los movimientos conviene que sean suaves, de ida y vuelta sobre los brazos del banco.



Entrando en mayor detalle, para lograr un giro parejo y continuo se hace rodar la caña, realizando un deslizamiento que parte de los dedos, pasa por la mano y puede llegar a involucrar hasta el antebrazo, según el tamaño de la pieza que se este realizando. Con práctica se logra un movimiento fluido.

- Con la otra mano, mientras la caña gira, se irán tomando sucesivamente las herramientas adecuadas para lo que se pretende hacer. El uso del papel de diario mojado, las pinzas, tijeras o moldes de madera, se hace acompañando sincronizadamente el movimiento de ida y vuelta de la caña con el vidrio.



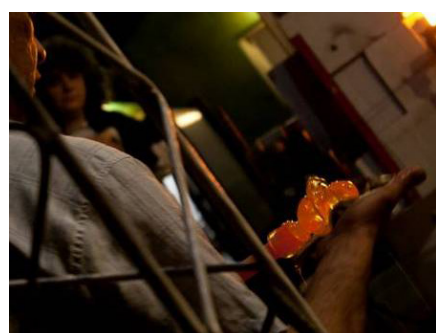
Cuando se usa papel de diario mojado o los moldes de madera, el elevado calor del vidrio los seca rápidamente y puede quemarlos, por esa razón se los vuelve a mojar reiteradamente las veces que se necesite. Al usar papel mojado se tendrá el mayor cuidado para no quemarse la mano, los indicadores son indudables en este caso.

No está de más comentar que el plan de trabajo y la imagen del objeto que se quiere realizar, estén bien diseñados y representados mentalmente. Sobre todo en la sucesión, el tiempo destinado a cada movimiento a ejecutar y el orden de aplicación de las herramientas que se van a usar para lograr plasmar en el vidrio la imagen que se desea.



Desde otro punto de vista, profundizando un poco más, como mencionamos antes, la acción del tiempo, la fuerza de la gravedad, la oportunidad de la acción, la velocidad y extensión de los movimientos, la temperatura ambiente y otros, son algunos de los factores que influyen sobre el estado cambiante de esta materia incandescente que dan pie a instructivas y múltiples reflexiones.

- Llegado a un nivel de temperatura, cerca de los 1000 °C, ya no se puede hacer mucho más por la dureza que va tomando el vidrio. Si se logró terminar la pieza se la desprende de la caña, marcando con el hierro mojado en agua donde se quiere cortar la pieza y se lleva al horno de templado sin demoras.
- Si se quisiera seguir dando forma al vidrio, se podrá volver a calentar el vidrio dentro del horno o usando un soplete de mano, siempre girando la caña para compensar la acción de la gravedad sobre el vidrio, y concluir el objeto.



En el banco se suele trabajar sentado y ocasionalmente cuando la tarea lo requiere, parado sobre él.

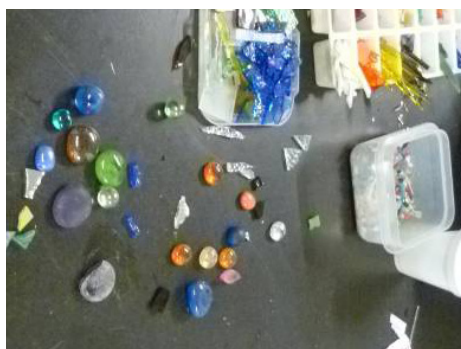
Como se podrá apreciar, con el banco de vidriero se puede desplegar una de las formas de trabajo más complejas y exquisitas del vidrio, por la simultaneidad de acciones y factores que entran en relación dinámica en un corto tiempo.

Es una tarea que requiere suma concentración, armónica velocidad, precisión y fluidez en los movimientos. Se puede notar claramente como aquello que se hace y no se hace, en un momento dado, influyen de un modo inmediato y condicionan inexorablemente la acción siguiente.

La práctica reiterada y el aclarar bien la representación de la imagen del objeto a lograr, con el posterior cotejo y evaluación de lo logrado en cada intento enseñan más que las teorías en esto.

3.11. Vidrio de colores, inclusiones y encamisado.

Si se quisiera agregar color en las piezas que se realizan, una forma es incluyendo trozos pequeños o polvo de vidrio de color. Tratando que sea compatible con el vidrio que se está usando, si no lo fuera, pueden aparecer quebraduras en las piezas al enfriarse.



- Para hacer una pieza soplada con trazas de color, un procedimiento puede ser, después de formar el cilindro y haber producido la burbuja de aire, se toma una nueva cantidad de vidrio del horno y se hace girar esa posta sobre el vidrio de color, que se ha dispuesto sobre una mesa, para que se adhiera bien al que está en la caña. Se puede disponer sobre una placa de acero y mantenerla caliente por algún medio, así se facilitará la adhesión a la posta que se trae y la fusión posterior en el horno.

- Se vuelve al horno, se introduce la caña en él, siempre girando, hasta fundir el vidrio agregado, atendiendo para que no se caiga dentro del crisol. Si cayera vidrio de color en el crisol con vidrio transparente habrá que sacarlo rápido con la caña.

- Una vez logrado este paso se sale del horno y se amasa nuevamente alisando la superficie y bajando un poco la temperatura con los procedimientos conocidos.

- Luego se vuelve al horno para cubrir con una nueva capa de vidrio transparente al de color que se ha incorporado y se continúa con el desarrollo del soplado de la pieza que se está realizando. A ésta técnica, cuando se cubre completamente a un vidrio con otro de color diferente se la conoce como encamisado.

Si se quiere realizar una pieza totalmente maciza, se procede como está descrito anteriormente, obviando los procedimientos del soplado. Después de incluir el o los vidrios de colores se trabajará en el banco de vidriero con las herramientas de mano usando los procedimientos ya mencionados u otros que se puedan implementar para lograr lo que se quiere.

3.12. Colado sobre molde de arena.

Se probó usar un molde de arena en verde para producir un objeto de vidrio colado. El molde se realizó con arena fina, agregando un 8% de bentonita, 5% de carbonilla⁴⁸ y muy poca agua. Luego se volcó con la caña una cantidad de vidrio fundido e inmediatamente se sacó del molde y llevo al horno de recocido, los resultados fueron buenos.



3.13. Colado o soplado en moldes cerámicos.

Para realizar los moldes se uso una pasta refractaria similar a la usada para hacer los crisoles, con arcilla, caolín y chamote refractario. Se probaron distintas formas produciendo una copia en negativo del objeto a realizar. En este trabajo se aplica lo aprendido con el modelado de la arcilla y lo referente a los moldes para colar barbotina o metales, haciendo las adaptaciones del caso para que sirvan al trabajo con el vidrio en caliente. En cada uno de los moldes se tendrá en cuenta alguna forma para sujetarlo, a unos se les hará un mango, a otros se los fijará a una madera o chapa metálica, etc.

Para evitar que el vidrio a 1200 °C se adhiera al molde cerámico hace más de dos mil años se usaba como desmoldante una fina capa de hollín. Una forma de aplicarlo es exponer el molde a la llama amarillenta de una vela o un mechero con llama reductora, de ese modo el hollín o negro de humo se irá depositando en el interior del molde copiando perfectamente su forma. Esta aplicación se tiene que reponer cada vez que se use el molde.



La tarea de pensar y realizar los moldes cerámicos es muy interesante y tiene su complejidad, lo mismo que su uso con el vidrio, la aplicación del desmoldante y el retiro de la pieza del molde.

48 Carbón vegetal en polvo.

El vidrio en los Oficios del Fuego

Para hacer la colada de un objeto macizo, se toma una cantidad suficiente de vidrio líquido con la caña u otro elemento y se deja caer el vidrio incandescente en el interior del molde, cortando el excedente. Inmediatamente se retira el objeto con una pinza o espátula y se lleva al horno de templado.

Si la pieza va a ser soplada dentro del molde, se formará primero el cilindro y después de lograr el tamaño acorde al molde que se va a usar, se introduce en el mismo y soplando se lleva al vidrio hasta los límites internos de la forma. Luego se retira la pieza del molde y se lleva al horno de templado.



3.14. Apagado de los hornos.

Al terminar la jornada de trabajo, es importante dejar los crisoles que se estuvieron usando con la menor cantidad de vidrio posible. Para vaciarlos se puede usar una caña u otro elemento con el que se irá retirando cuidadosamente el vidrio fundido, dejándolo caer en un recipiente con agua limpia, este vidrio se podrá volver a usar la siguiente vez que se encienda el horno.

Esta operación puede resultar algo pesada y calurosa, pero evita grandes complicaciones y deterioros en los crisoles y el horno de fusión. Porque si quedan los crisoles cargados con vidrio, por un lado al enfriarse se pueden quebrar los materiales por las dilataciones que se producen y por otro, se hará más difícil la fusión del vidrio, por tratarse de un bloque compacto, cuando se vuelva a encender el horno. Demás está decir que estas maniobras requieren de mucha atención y cuidado para evitar accidentes y quemaduras.

Una forma segura para apagar los quemadores de los hornos es:

1. Cerrar la llave de paso de las garrafas de gas, hasta que el quemador consuma todo el gas de las mangueras.
2. Luego cerrar las llaves de paso del colector y del quemador.
3. Retirar la termocupla del pirómetro y dejar que se enfríe antes de guardarla en un lugar apropiado.

Con el horno de recocido, se procede del mismo modo, luego se cierra bien la tobera superior y la puerta, para que la temperatura baje lentamente. Unas horas después o al día siguiente se podrán ver las piezas producidas y evaluar sobre los resultados obtenidos.

Otro aspecto a tener en cuenta son las salpicaduras de vidrio fuera de los crisoles, esto suele suceder al cargar vidrio frío en el horno caliente. Cada tanto, antes de encenderlo será bueno observar el interior del horno y retirar los restos de vidrio que pueda haber a los costados de los crisoles. Para realizar esta operación se puede desmontar una parte del techo, para tener fácil acceso para examinar bien el estado de los crisoles y realizar las tareas de mantenimiento necesarias.

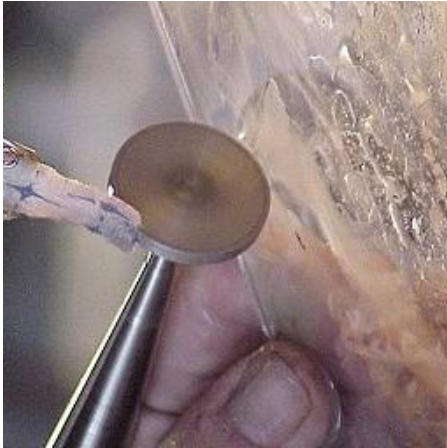
3.15. Terminaciones de los objetos.

Para hacer el acabado de las piezas realizadas se pueden aplicar distintas técnicas.

Es recomendable trabajar en un lugar despejado, usando el operador y los que estén cerca gafas protectoras, barbijos y guantes cuando sea necesario.

- Una forma para cortar el vidrio en caliente antes del templado, es mientras se trabaja en el banco. Para esto se usan las tijeras o pinzas, la fluidez del vidrio tiene que estar en un punto determinado.
- Otra manera de cortar es después del templado, calentando con una llama dirigida al punto a cortar o con una resistencia eléctrica en contacto con la zona deseada y marcando con diamante el punto de corte.
- Para cortar el vidrio en frío, se pueden usar puntas de diamante y distintas herramientas eléctricas: amoladora de mano o banco, torno colgante (como los que usan los joyeros) con tripa de prolongación, dremel, etc. Se utilizan discos diamantados para vidrio, la mejor manera de usarlos es manteniendo una correcta refrigeración con agua del disco y la parte a cortar. Tomando siempre los recaudos necesarios para no generar un choque eléctrico. El corte del vidrio es una tarea que implica cuidado y práctica hasta lograr dominar la técnica.

- Las lijas al agua se usarán de distinta granulometría. Pasando primero las más gruesas, luego las medianas, hasta terminar con las más finas. Luego se pasará pasta de pulir hasta lograr el acabado deseado. Para el último pulido y dar brillo al vidrio se puede usar óxido de Cerio humedecido con agua sobre un disco de corcho.



Otras terminaciones muy utilizadas son:

Grabado a la rueda.

Generalmente se parte de un boceto o dibujo que sirve como modelo. Acto seguido se marca la pieza delimitando con carbonato de cal los espacios para distribuir mejor el diseño. Marcada la pieza, se pasa al torno de grabar.

El operador toma la pieza de vidrio con ambas manos presionándola contra una rueda giratoria, generalmente de piedra, y trabaja con la ayuda de abrasivos, como esmeril en polvo, mezclados siempre con agua para refrigerar la pieza.

Para grabar se usan ruedas de diferentes tamaños, formas y materiales que se van cambiando para conseguir así el acabado buscado.



Tallado.

El proceso es el mismo que se utiliza para el grabado, aunque se utilizan ruedas más grandes.

Siempre refrigerando con agua la piedra de tallar.

El resultado que se obtiene es un tallado de mayor profundidad que el que se logra con el grabado.



Esmaltado.

Primero se mezcla el pigmento (óxido metálico) con la composición de vidrios blandos que se funden en el horno a baja temperatura. Una vez fría, la mezcla se pulveriza y se muele, mezclándose finalmente con un barniz especial.

Con la ayuda de un pincel se aplica esta mezcla sobre la superficie del vidrio. Una vez terminada la pieza, se introduce en el horno para conseguir su vitrificación.

También se pueden probar distintos esmaltes usados en cerámica de baja temperatura o los que se usan para esmaltar metales.

Dorado.

El dorado se puede realizar de dos maneras:



Con pan de oro.

Primero se aplica a la superficie del vidrio un mordiente o barniz. Acto seguido se adhieren con la ayuda de espátulas y pinceles sobre esta superficie las hojas o panes de oro. Para conseguir una mayor adherencia, se introduce la pieza en el horno.

Con oro pulverizado.

Primero se mezcla el oro coloidal o pulverizado con un barniz especial. Con la ayuda de un pincel se aplica esta mezcla en la superficie del vidrio. Una vez terminada, se introduce la pieza en el horno a baja temperatura.

3.15. Imágenes.

En todo este trabajo, aparte de haber podido avanzar un poco en el manejo del vidrio, lo más relevante ha sido la experiencia compartida con algunos amigos y conocidos que tal vez se refleja bien, en los rostros y actitudes captadas en estas imágenes.



El vidrio en los Oficios del Fuego



Se agradecen las fotos de: Paula Aiello, Cristina Bretta, Corinne Figueroa, Sergio Spano, Francisco Gorsin, Alejandro Drandich, Luis Beltrán, Pachy y Daniel Tagliafico, Nicolas Croce, Emiliano Granatelli y Pedro Caldero.

4. Comentarios y reflexiones sobre el capítulo 5.

- La descripción de los aspectos que hacen al encendido y carga de vidrio en los hornos, junto a algunos de los problemas que se pueden producir con los quemadores y sus posibles soluciones; la explicación de las diferentes técnicas que se pueden aplicar, apunta a que aquellos que se interesan por el Oficio del vidrio se hagan prácticos en esas delicadas tareas y de esa manera estar en condiciones para poner en marcha estos trabajos sin improvisar, con conocimiento de un modo integral.
- Captar el manejo de esas cuestiones, desde el comienzo del trabajo, habiendo incorporado reflexivamente todos los preparativos y condiciones que es necesario generar para practicar con el vidrio, seguramente ayudará a los interesados en estos temas a profundizar en el proceso que se va desplegando.
- Las recomendaciones de seguridad, se fueron definiendo en base a las experiencias observadas durante más de un año, trabajando con conjuntos numerosos de amigos. Teniendo en cuenta sobre todo a los que se acercaban sin mucha experiencia a estos temas.
- Hacer un pulcro mantenimiento de los hornos, quemadores y herramientas va a permitir desarrollar con continuidad estos trabajos en las mejores condiciones.
- Estudiar e intercambiar experiencias entre los que participan, sobre el funcionamiento de cada horno, de los accesorios utilizados y del uso de las herramientas permite ir incorporando esos conocimientos más rápido. Tal vez sea de utilidad recomendar estar atentos a los errores que se cometen y reflexionar sobre sus consecuencias, algunos de ellos pueden deteriorar rápidamente parte de lo construido, hornos, crisoles o herramientas, si no son advertidos en seguida para repararlos.
- En cuanto a las producciones que se pueden lograr poco podemos decir, en todo caso, para plasmar una imagen en un objeto vítreo es necesario atender y tal vez reflexionar varias veces sobre los movimientos y desplazamientos que se van a realizar al trabajar, usando la varilla, la caña y otras herramientas con ese material incandescente. En esos procedimientos probablemente se irá ampliando una cierta sensibilidad, muy necesaria para pescar los sutiles indicadores, casi transparentes, que va dando el vidrio en constante cambio mientras se lo trabaja y se descubran, cada vez, nuevas posibilidades.

Experiencia personal con los Oficios en relación con la Ascesis.

Al escribir estas páginas fui rememorando distintas situaciones, enseñanzas, proyectos, aspiraciones... y entre la variedad de esos recuerdos me puse a rastrear cual fue la motivación que me llevó a entrar y “resonar” con los Oficios del Fuego.

Buscando y descartando motivos terminé reconociendo su origen en unas experiencias que produjeron una huella profunda en mi vida, éstas motivaron un cambio en mi forma de ver y actuar en el mundo. Voy a intentar relatar algo de esas experiencias significativas, por el simple gusto de compartir algo vivido.

Esto pasó la vez que Silo me invitó a participar en los Oficios del fuego. Ese día se estaba trabajando con la fundición de bronce, en el taller de la ciudad de Mendoza, varios amigos estaban ahí ese día. En un momento, ya de noche, le pregunté como se lograba un buen bronce, Silo fue explicando cómo se purificaba el metal cuando estaba fundido: *“En el trabajo con bronce, para purificarlo, tiras un poco de vidrio dentro del crisol, como puedes ver el crisol está rodeado de unos fuegos muy intensos. La fragua está alimentada con carbón de coke. Entonces, cuando el metal está fundido tiras el vidrio y lo mezclas bien con un hierro, el vidrio se funde y va aglutinando todas las impurezas del metal y cuando lo dejes en calma, flotará en la superficie, en ese momento lo retiras con un cucharón de hierro...”* más o menos esa fue la explicación que me dio y con actitud de curioso observador pensé “qué interesante...!”



Momentos después, cuando todo estaba listo, dijo: *“a ver cómo lo purificas...”* dándome un recipiente con trozos de vidrio. Mi sorpresa fue grande, no espera tener que hacer algo así en ese momento, era la primera vez que veía una fragua encendida, salían fuegos por todos lados con un brillo que encandilaban, subían humos y luces fantásticas.

Mi estado interno era muy inestable por la situación, como si flotara, la carga que había en el ambiente con Silo trabajando era indescriptible...

Ante esa indicación, tomé un poco de vidrio con una cuchara y lo tiré, con cierto temor, dentro del crisol. Fui poniendo varias cucharadas y observando cómo la boca deslumbrante del crisol devoraba todo lo que ponía, apenas podía ver en su interior amarillo-blanco. Luego tomé un hierro largo y comencé a mezclar todo el contenido lentamente, como si fuera un acto sagrado de purificación. Cenizas, metal y vidrio se unían en esa conjunción, mientras unas luces blancas radiantes, con trazas verdes se desprendían y flotaban sobre el fuego. *La atención se acrecienta y concentra en ese fenómeno, todo lo que está alrededor desaparece unos instantes, el tiempo parece detenerse ante esa luz...*

Dejo de girar y desde las entrañas del metal aflora una masa de vidrio que flota en la superficie..., tomo el cucharón y toco el vidrio, se hunde, el calor en mi cuerpo es notable, trato de retirar las escorias y las dejo caer al costado de la fragua. Varias veces introduzco el cucharón repitiendo el procedimiento, hasta que para retirar las últimas impurezas veo que debo tomar también algo de metal puro. Reflexiono un segundo, avanzo y me desprendo de las últimas escorias sabiendo en cierto modo que esa es la forma.

Silo observaba todo y cuando termino los procedimientos, me mira sonriendo y dice: *¿Qué hubo?* Le cuento lo que había experimentado, que fue casi como un trance, rarísimo...y que al final vi que para purificar la substancia completamente tenía que sacrificar algo de materia pura... *“Así es, me dijo, cuando quieres purificar tienes que sacar las escorias y estas arrastran un poco de otras cosas buenas y está muy bien que así sea, ¿Te fijas?”*

En ese momento comprendí varias situaciones de mi vida en una veloz sucesión de imágenes, como nunca antes lo había hecho. Luego continuamos con la colada del bronce sobre unos moldes con el símbolo de Escuela.

En otra oportunidad, dijo: *“los viejos fundidores, ponían debajo del crisol una hoja de papel para evitar que este se pegue a la base del horno, al quemarse el papel quedaba un fina capa de carbonilla, eso era suficiente para que no se adhiriera el crisol al fondo del horno. No está tanto en el material que usas, en lo que pones, sino en lo que deja ese material, en lo que queda...”*

En cada encuentro de trabajo, como al pasar, comentaba cosas por el estilo, relaciones reflexivas que producía y compartía con generosidad, si uno estaba atento las pescaba, resultando en enseñanzas muy amplias que se podían aplicar en diferentes situaciones.



Podría decir que esas “experiencias” fueron mi comienzo con estos temas. A partir de ahí, con el pasar de los años, fui tratando de desarrollar una mirada que me permitiera aprender a reconocer los procesos y las transformaciones que se manifiestan en el trabajo con las sustancias materiales, a veces logrando cierta claridad y otras cayendo en cuenta de mi propia ignorancia. De todos modos con los trabajos de Taller se fue creando un ámbito interno y externo, donde una disposición mental y un modo de relación con otros, permitió ir profundizando en el aprendizaje sobre los Oficios del Fuego. Más aún, el esfuerzo de hacer los oficios con el tono adecuado, con la cabeza bien puesta, a veces permite ver la propia vida como con una lupa, donde se hacen mucho más evidentes ciertos procedimientos y formas de actuar en el mundo.

Un poco más adelante en el tiempo, otras experiencias significativas incorporadas con el proceso de la Disciplina Material, me llevaron al humilde reconocimiento de lo poco que había aprendido y a caer en cuenta de la inmensidad de experiencias y buen conocimiento que están ahí, delante y detrás de nosotros, esperando el momento de develarse.

Al entrar en el trabajo con la Ascesis, intentando en su correlato diario la configuración de un Estilo de Vida más conciente, se abrieron otros horizontes en la relación con los Oficios. El punto de observación se internalizó un poco más. La carga afectiva aumentó, esa carga tan necesaria para profundizar en esos trabajos, despejando ruidos y disponiendo la mente del mejor modo para esas experiencias.

El intento de reproducir uno de los Oficios más antiguos como es el vidrio, comenzando de cero, en relación con otros como la cerámica y la metalurgia, aplicando la forma de mirar mencionada y atendiendo a la experiencia interna, reforzó la permanencia y el trabajo sostenido en el tiempo. Poco a poco se fue haciendo evidente que el modo de actuar y reflexionar se alimentaba con inspiraciones de algunos espacios internos que se han podido rozar con esas experiencias significativas, y que también se traducen suavemente en la práctica de los Oficios.

Estas prácticas y caídas en cuenta se reconocen como parte sustancial, como nutriente de nuestra Ascesis. De alguna manera se va avanzando por un largo camino, superando resistencias, depurando la forma mental, tratando de alcanzar comprensiones mayores, al tiempo que una genuina humildad se manifiesta al captar la grandeza de la intención humana en la transformación histórica del mundo natural y social. Sabemos bien que estas vivencias no pueden ser descritas fielmente con palabras, pero en algunos momentos es posible experimentar su proyección e influencia en algunos actos.

En los últimos años, particularmente en el trabajo con el vidrio, pude observar el desplegar de un modo de hacer renovado con los oficios, con mayor resonancia en la experiencia interna, al descubrir que ese material tan luminoso cuando está en proceso, requiere procedimientos simultáneos y complejos en corto tiempo, donde se conjugan distintos factores físicos y otros más sutiles que aporta el operador con sus procedimientos que incitan a recrear el Oficio más integralmente.

En cuanto a las experiencias de mayor significado, esta nueva mirada me ha llevado a diferenciar entre lo que uno cree que sabe, por tener la teoría o haber hecho algo esporádicamente, de aquello que uno con permanencia aprende y comprende por experiencia directa y acción reflexiva. Al avanzar un poco más, cada tanto pude detener la marcha y reconocer haciendo un arqueo cuales de esos procedimientos, actitudes y significados, se van incorporando realmente al Estilo de Vida que uno va configurando intencionalmente en su proceso evolutivo, en su Ascesis.

Tal vez alguien podría preguntarse sobre el sentido de profundizar con los Oficios del Fuego después de haber hecho una Disciplina. En mi opinión esa pregunta se puede relacionar muy bien con el Estilo de Vida y la práctica de los Oficios pueden contribuir en la construcción del Propósito particular. A veces al trabajar con los diferentes materiales que se utilizan en estos Oficios se manifiestan con suavidad o irrumpen súbitamente, inspiraciones y comprensiones globales que modifican con su luz el hacer cotidiano. Para nosotros esos son los intereses más internos en estos trabajos, que salen de lo habitual, de lo cotidiano y pueden rozar o motivar experiencias relacionadas con lo sagrado, con lo trascendente.

Recuerdo una noche en que Silo comentó a un grupo de maestros que estábamos en el Centro de Estudios de Punta de Vacas, antes de hacer ahí las primeras pruebas con el soplado de vidrio, *“Las disciplinas se hacen en poco tiempo, en tres meses...”, los trabajos con los oficios son para toda la vida.* En ese momento no llegábamos a comprender bien esa afirmación, pero a medida que nos adentramos en estos temas vamos viendo que se necesita mucho tiempo para extraer el jugo que encierran estas artes.

Al profundizar en estos temas se va ganando cierta pericia y algunas experiencias que se corresponden con la aspiración de captar las leyes y procesos que actúan en cada parte del Oficio y al mismo tiempo al intentar colocar la cabeza de un modo abierto, reflexivo, calmo... se pueden percibir y asociar las sugerencias e insinuaciones que brindan en su esencia más sutil las Artes del Fuego, la cerámica, los metales y los vidrios.

En todo caso, llegamos a la misma síntesis que con otros trabajos de fuerte significado:

La experiencia vale.

Comentarios finales.

Desde cierta mirada, siguiendo el encuadre dado por Silo para los Oficios del Fuego, nos parece que los trabajos con el vidrio llevan al operador a desarrollar un proceso que puede resultar muy amplio. Este proceso comienza o incluye la intención de alcanzar y mantener temperaturas muy elevadas, transformando diversas substancias, hasta lograr un material luminoso y transparente como es el vidrio. Luego viene el tema de darle forma con diversos procedimientos, donde más que los objetos producidos, para algunos son de mayor importancia las inspiraciones y caídas en cuenta a las que se va arribando con estos trabajos.

Para avanzar en la experiencia con los hornos y el vidrio nos apoyamos en algunas enseñanzas incorporadas de la alfarería y la metalurgia.

De la alfarería y la cerámica se extrajeron los materiales resistentes al gran fuego, eligiendo aquellos que fueran idóneos para la construcción de hornos, crisoles y moldes. Fue necesario depurar esos materiales refractarios durante muchos ensayos para saber cuales de ellos soportan esas exigencias sin contaminar el vidrio que se quería producir.

De la metalurgia se tomaron conocimientos para confeccionar los quemadores, las cañas para el soplado y algunas herramientas muy básicas.

Se fueron relacionando así tres formas de trabajo, tres vertientes que confluyen en un gran Oficio que tiene al Fuego como centro.

Desde el punto de vista de la experiencia interna, en muchos casos el “resonar” o “sintonizar” con la materia se hace evidente después de las primeras experiencias. Tal vez influya o sea de gran ayuda para esto, la particular concentración y atención que se requiere para estos trabajos. La práctica reiterada va permitiendo percibir sutiles indicadores y vibraciones que influyen notablemente en los procedimientos que se realizan y que según el interés del operador, pueden habilitar comprensiones más amplias.

Podemos decir también que el interés de esta monografía no se agota en estas páginas, queda aún mucho por comprobar, intentando, con una mirada atenta transitar por las huellas que dejaron aquellos que contribuyeron al desarrollo de estos trabajos a través del tiempo.

Reconocemos que aún nos queda mucho por profundizar, sobre todo en lo referido a las composiciones de las fórmulas de los vidrios antiguos y a los hornos usados en esos momentos. Intuimos que al ponernos frente a esa tarea habrán de aparecer situaciones inesperadas, con nuevos descubrimientos y fracasos, que después de varios intentos y reflexiones se traducirán en nuevas comprensiones que impulsarán el andar en esa dirección.

Sabemos que desde la producción del fuego hasta hoy el ser humano fue ampliando sus conocimientos y acciones transformando el medio natural, social e histórico y al mismo tiempo fue modificando su paisaje interno, creando nuevas condiciones de desarrollo, que en los mejores casos, se difundieron para beneficio de todos.

Caer en cuenta que desconocemos el origen de algunos de los materiales que componen las cosas de uso común, que fueron y son una de las bases de la proyección de la intencionalidad humana, nos disponen a encarar el trabajo con los Oficios del Fuego desde una mirada que nos lleva a recorrer experimentalmente una parte del largo proceso humano.

Por nuestra parte con lo hecho hasta aquí hemos aprendido más de lo imaginado al comienzo, quedando en disponibilidad para ayudar en lo que podamos sobre estos temas a aquellos que lo soliciten.

Sentimos un profundo agradecimiento por las experiencias que se develan en estos Oficios, que generosamente nos enseñó Silo y también por la posibilidad de compartir e intercambiar esos conocimientos con otros amigos que hacen sus intentos en los distintos Parques de Estudio y Reflexión.

Terminando esta monografía, elevando el punto de vista, recordamos y traemos aquí, unos párrafos de **El día del león alado**⁴⁹ de Silo, que nos motiva a una singular reflexión sobre el hacer y aprender con los Oficios.

“La arcilla del cosmos.

...Este nuevo monstruo había seguido uno de los esquemas evolutivos adecuados al planeta azul: un par de brazos, un par de ojos, un cerebro dividido en dos hemisferios. En él casi todo era elementalmente simétrico como los pensamientos, sentimientos y actos que habían quedado codificados en la base de su sistema químico y nervioso. Aún llevaría algún tiempo la ampliación de su horizonte temporal y la formación de las capas de registro de su espacio interno. En la situación en que se encontraba, escasamente podía diferir respuestas o reconocer diferencias entre la percepción, el sueño y la alucinación. Su atención era errática y, por supuesto, no reflexionaba sobre sus propios actos porque no podía captar la naturaleza íntima de los objetos con que se relacionaba. Su propia acción era vista con referencia a los objetos táctilmente distanciados, y mientras se siguiera considerando simple reflejo del mundo externo no podría abrir paso a su intensión profunda capaz de mutar su propia mente. Atrapando y huyendo había modelado sus primeros afectos que se expresaban por atracción y rechazo, modificándose muy lentamente esa bipolaridad torpe y simétrica esbozada ya en las protoespecies. Por ahora su conducta era demasiado previsible, pero llegaría el momento en que autotransformándose daría un salto hacia la indeterminación y el azar.

Así, el visitante esperaba un nuevo nacimiento en esa especie en la que había reconocido el temor ante la muerte y el vértigo de la furia destructiva. Había presenciado cómo esos seres vibraban por la alucinación del amor, cómo se angustiaban por la soledad del Universo vacío, cómo imaginaban su futuro, cómo luchaban por descifrar la huella del comienzo en la que fueron arrojados. En algún tiempo, ésta especie hecha con la arcilla del cosmos emprendería el camino para descubrir su origen y lo haría andando por caminos imprevisibles.”

49 Silo. Obras completas volumen I. Ed. Plaza y Valdez. 2004. Páginas 498 y 499.

Glosario sobre el vidrio⁵⁰

Al Kali	Planta que brota en Egipto y en Malta al borde del mar, las cenizas que se obtienen por ebullición, evaporación y decantación de esta planta son conocidas como la rochette.
Álcali	Sal soluble que contiene principalmente carbonato de potasio o carbonato sódico. Es uno de los ingredientes esenciales para la fabricación del vidrio, generalmente se necesita del 15 - 20 % en la fórmula. Suelen distinguirse los álcalis fijos, tales como la sosa y la potasa cáustica, de los álcalis volátiles, tales como el amoníaco.
Amalgama	Aleación de mercurio con otro metal: oro para el dorado del vidrio; estaño para el azogamiento de los espejos. Utilizada en el Siglo XIX para azogar los vidrios huecos y los adornos navideños.
Arcilla	Conjunto de silicatos aluminicos hidratados, algunos de ellos con magnesio o hierro, sustituyendo al aluminio, entera o parcialmente y con metales alcalinos como constituyentes esenciales en algunos casos; siempre en partículas muy finas, forman la fracción arcillosa de los suelos y son los componentes de los yacimientos arcillosos, bentonitas, vermiculitas, etc. La arcilla es una roca de grano fino que, al ser triturada y pulverizada, se hace plástica al humedecerse y adquiere consistencia de cuero al secarse, y al ser cocida se convierte en una masa pétreo permanente. Es un material de origen natural, formado a través de procesos geológicos. La arcilla no tiene fórmula determinada, y todos los tipos existentes son mezclas de minerales con una elevada proporción de "minerales arcillosos" tales como la caolinita.
Aventurina	Vidrio con manchas de oxidación de polvo de cobre incorporado en la pasta. Se utilizó en Venecia desde principios del siglo XVII y en especial en los siglos XVIII y XIX.
Barrilla	Planta marina del Mediterráneo de la que se extraía la sosa.
Calcio	El calcio es un elemento químico, su símbolo es Ca. El óxido de calcio es muy usado en cerámica en los esmaltes y las pastas. El carbonato de calcio es un fundente energético. Se extrae de rocas sedimentarias compuestas principalmente de carbonatos de calcio y magnesio. El carbonato de calcio (Ca CO_3) se obtiene de calcita, mármol, caliza y dolomita y el sulfato se obtiene de aljez, alabastro a partir de los cuales se produce la cal viva, la escayola, el cemento, etc.
Camafeo	Vidrio decorado con figuras y formas de color talladas en relieve sobre un fondo de un color contrastante. También se logra el relieve grabando con ácido. El vidrio camafeo fue producido por los romanos en el siglo primero. El arte fue revivido por Juan de Northwood, en Inglaterra y Émile Gallé en Francia en el siglo XIX.
Caolín	Su nombre viene del chino <i>kao</i> (alta) y <i>ling</i> (colina), que indicaba el lugar donde los chinos encontraron por primera vez este tipo de arcilla al natural. Es una arcilla de color blanco, constituida esencialmente por caolinita. Los yacimientos de caolín más puros son los de China. Es un silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio. Esta descomposición se debe a los efectos prolongados de la erosión.

50 Para realizar este glosario se tomaron algunos términos del Museo del vidrio de México, del diccionario de la Real Academia Española y de otros textos afines.

- Cristal** El término “cristal” es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas no están dispuestas de forma regular) y no un sólido cristalino.
El cristal es un mineral sólido, cuyos átomos o moléculas se encuentran dispuestos regularmente en planos repetidos y orientados unos respecto a otros. El cuarzo tiene una variedad cristalizada incolora y transparente, que se utiliza como piedra preciosa y en la fabricación de instrumentos ópticos y electrónicos.
- Cuarzo** Es una de las formas cristalinas de la sílice. (Si O_2) Anhídrido sílico, que cristaliza en el sistema trigonal. Es el mineral más abundante de la corteza terrestre, presentándose en numerosas formas cristalinas. Constituye el elemento esencial de gran número de rocas magmáticas, metamórficas o sedimentarias.
- Desvitrificación** Se produce por la cristalización del vidrio, hay una separación y agrupamiento de cristales en la superficie, se ve como la superficie cubierta de una película opaca.
- Dorado del vidrio** El vidrio se puede dorar con pan de oro, con polvo de oro o con oro coloidal. El vidrio de Venecia y el vidrio de estilo veneciano del siglo XVI presentan un dorado en grano, por que se echaba el polvo de oro sobre el vidrio en fusión. El dorado puede efectuarse en frío o caliente. Para el dorado en caliente, se disuelve el cloruro de oro en agua destilada hirviendo, se puede utilizar también una amalgama de oro y mercurio. En el dorado en frío, el oro se fija con aceite de linaza.
- Esmalte** Los esmaltes son una mezcla de óxidos metálicos y de frita rica en plomo. Se mezclan con la superficie del vidrio por medio de una cocción a baja temperatura. Los esmaltes pueden ser opacos o transparentes. El esmaltado es conocido desde el Egipto romano. Posteriormente fue muy utilizado en el vidrio islámico. Los esmaltes que funden a baja temperatura (750 °C / 900 °C) son los más indicados para obtener colores vivos y brillantes en el vidrio. El pigmento en polvo, es aplicado por estarcido o bien diluido en agua, en la superficie del vidrio.
- Faiensa** Conocida como la loza ó Faiensa Egipcia, “thehent”, como lo llamaban los antiguos egipcios, que significa brillante o deslumbrador, es una pasta vítrea compuesta por una frita de cuarzo molido con pequeñas cantidades de cal, natrón, o cenizas de plantas.
- Feldespatos** Los feldespatos son elementos fundamentales de las rocas ígneas y metamórficas. Se utilizan como materia prima en la industria cerámica. Una elevadísima proporción de rocas que forman la corteza terrestre son del tipo “feldespático” como el granito, es decir que contienen en proporciones variables un mineral denominado feldespato, el cual se caoliniza con los cambios debidos a la acción del agua, convirtiéndose con el tiempo en depósitos de caolín.
- Frita** Mezcla vitrificable que ha experimentado un comienzo de fusión. Mezcla de arena y aditivos alcalinos que tras haber experimentado una fusión incompleta, se reduce a polvo después del enfriamiento y se funde de nuevo en el horno vidriero para obtener la pasta normal. Se utiliza en la fabricación de vidrio esmaltado y del vidrio colado.
- Grabado** Labrar en hueco o en relieve sobre una superficie.
Grabado en piedras preciosas: grabado en hueco efectuado sobre el vidrio por medio de ruedas y abrasivos como esmeril, polvo de carburo de silicio, polvo de diamante, polvo de piedra pómez, etc.
Grabado en camafeo: grabado en relieve por el que resalta el contorno del

motivo. Este tipo de talla exigía que la máquina fuera accionada por agua. Se conocía ya la técnica del grabado de piedras en Egipto donde la utilizaban para marcar sellos.

Grabado con ácido: técnica de decoración del vidrio por medio de ácido fluorhídrico, que rebaja aquellas partes del objeto no recubiertas con un barniz resistente y protector como cera, laca, aceite.

Grabado con diamante: técnica de decoración que permite inscribir en el vidrio un dibujo lineal por medio de una punta de diamante o de metal.

Grisalla	La grisalla es una técnica para dar color al vidrio, utilizada desde la Edad Media para pintar las líneas y las sombras de los vitrales. La pintura que se usa para el vidrio consiste en una mezcla de óxidos metálicos que al llevarlo al horno a una temperatura de 500 °C se vuelve permanente.
Incrustación	Relieves recocidos, elementos incorporados al vidrio mediante fusión, las incrustaciones pueden ser doradas o de color.
Irisación	La irisación natural se debe la mayoría de las veces a la oxidación. Se puede obtener una irisación artificial bien mediante la acción de vapores de óxidos metálicos en un horno a fuego medio.
Lustre	Pigmentos metálicos que, tras ser calentados en un medio reductor, provocan irisaciones en la superficie del vidrio. Vidrio de decoración lustrada se fabricó en Egipto entre los siglos IX y XI.
Natrón	Carbonato de sodio ($\text{CO}_3 \text{Na}_2$). La fuente más conocida de natrón se encuentra localizada en Wadi Natrum en el Bajo Egipto, también se conocen grandes depósitos en Elkelab en el Alto Egipto. Estos yacimientos se encuentran acumulados en bancos a orillas de los antiguos lagos, los cuales son mencionados desde fuentes faraónicas. También era muy utilizado por los egipcios en el proceso de momificación.
Obsidiana	Obsidiana. Del latín obsidianus lapis, roca volcánica totalmente vítrea, de composición química variada de color negro lustroso con reflejos metálicos. Fue uno de los materiales más utilizados por el hombre primitivo para la elaboración de armas y utensilios. Término empleado para designar a vidrios de origen volcánico, generalmente de composición riolítica, formada por un rápido enfriamiento de lavas viscosas, en la que los distintos elementos no tuvieron las condiciones necesarias para agruparse en estructuras interatómicas definidas y formar cristales. Dureza de 5.5 en la escala de Mohs.
Pedernal	Sinónimo de sílex. Dado que el pedernal produce chispas al ser golpeado con otras rocas duras o con metales, también fue usado para encender fuego
Sílex	Roca silíceo de grano fino compacta y dura, constituida en su mayor parte por calcedonia (cuarzo) de coloración variable que se presenta en forma de nódulos, concreciones o finos estratos en el interior de calizas y dolomías. Desde tiempos prehistóricos ha sido utilizada por el hombre para manufacturar herramientas punzo-cortantes, como hachas de mano, puntas de flechas y puntas de lanzas.
Sílice	El óxido de silicio o dióxido de silicio (SiO_2) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena. Una de las formas en que aparece naturalmente es el cuarzo. Es un mineral con muchas variedades cristalinas (cuarzo, cristal de roca, amatista, etc.) y amorfas (calcedonia, jaspe, ágata, etc.). El sílice es el mineral más abundante en la tierra.

- Sodio** Del latín, *natrium* (Na) y del árabe, natrun, del italiano *soda* o “sosa”. Elemento químico situado en el grupo del sistema periódico formando parte de la familia de los alcalinos. Sus sales más importantes son el cloruro sódico o sal común, carbonato sódico, nitrato sódico y sulfato sódico. Es un metal blanco, blando, maleable y químicamente muy activo.
- Soplado** Procedimiento de elaboración del vidrio por medio de una caña de vidriero, técnica utilizada desde el siglo I AEV. Se puede soplar el vidrio manteniendo el vidrio en el aire, o bien situándolo en un molde de dos piezas, o incluso poniéndolo en un molde de varias piezas con motivos en relieve.
- Sosa** Hidróxido sódico (Na OH). Sólido blanco, cristalino, muy soluble en agua y alcohol. Se obtiene por electrólisis de una disolución de cloruro de sodio
- Talla** Técnica de decoración del vidrio mediante la rotación de muelas de diferentes formas, tamaños y materiales. Utilizando un material abrasivo (arena húmeda, esmeril) entre grandes muelas que giran horizontalmente se obtienen facetas. Las pequeñas muelas de diferentes formas que giran verticalmente sirven para tallar diferentes motivos. La forma de las ruedas puede ser plana, convexa o de forma aguzada. Esta técnica se tomó de la de talla de piedra utilizada en la Antigüedad.
- Vidrio** El vidrio es una solución sólida resultado de la solidificación progresiva, sin huellas de cristalización, de mezclas en fusión homogéneas formadas principalmente por sílice, sosa y cal. Cuando está caliente es blando, por lo cual es muy maleable para trabajarlo, es de aspecto transparente o traslúcido y duro al enfriarse. Resiste la mayoría de los reactivos. Desde el punto de vista químico, el vidrio, en su forma más pura, es anhídrido silícico o sílice, lo cual quiere decir que cada molécula de vidrio está compuesta por un átomo de silicio y dos de oxígeno. La sílice puede ser de arena, de cristales de cuarzo o de pedernal.
- Vidrio Calcedonio** Vidrio jaspeado, opaco, con manchas pardas, azules, verdes, amarillas, fabricado hacia 1500, y después hacia 1700 en Venecia. En los siglos XVII y XVIII se fabricó en Bohemia un vidrio jaspeado rojo. El vidrio calcedonio fue utilizado de nuevo en la segunda mitad del siglo XIX.
- Vidrio cobalto** Vidrio azul que debe su color al óxido de cobalto. El principal yacimiento de cobalto de Europa se encontraba en los montes Metalíferos, cordillera entre Alemania y la República Checa. En Venecia los vidrieros utilizaron cobalto a partir del siglo XV.
- Vidrio de Helecho** Es el vidrio más o menos verdoso que fabricaban, desde la Edad Media. El color verde procede de una aleación de hierro y potasa impura. El término vidrio del bosque o en alemán waldglas se aplica a vidrio medieval producido en el noroeste de Europa en el período que va del 1000 al 1700 utilizando cenizas de madera y arena como materia prima
- Vidrio Escarchado** El agrietado se obtiene al sumergir el vidrio caliente en agua fría. Una nueva cocción suaviza las grietas. Es un tipo de vidrio decorativo inventado en Venecia durante el siglo XVI.

Vidrio filigrana	Vidrio Venecia o estilo veneciano adornado con varillas de vidrio blanco o de color, opaco. Las varillas pueden ser simples trenzadas o entretejidas para formar una redecilla, la cual es una verdadera filigrana.
Vidrio hialita	Vidrio negro opaco obtenido por diferentes medios, en especial mediante una saturación de manganeso. Generalmente está adornado con un dibujo dorado. Es característico el Vidrio Buquoy del Siglo XVII en el sur de Bohemia.
Vidrio latticinio	Vidrio blanco opaco, coloreado con polvo de hueso, con óxido de estaño o eventualmente con antimonio.
Vidrio litialina	Vidrio opaco, jaspeado en la superficie, en general es un vidrio rojo opaco cubierto de barniz.
Vidrio millefiori	Resulta de la fusión de pequeños fragmentos de vidrio de colores opacos en una masa vítrea incolora.
Vidrio mosaico	Está compuesto por cubos o pequeños trozos de varillas de vidrio, de varios colores, que dan lugar a diseños geométricos o a escenas con personajes.
Vidrio o cristal	Cristal de plomo. Su proporción de plomo (de 24 a 30 %) reduce el punto de fusión y la facilita. Este vidrio es blando, brillante, pesado y se talla fácilmente.
Vidrio opal	Uno de los procedimientos para obtener este vidrio es mezclar la pasta con polvo de hueso. El vidrio opal fue muy apreciado en Bohemia y Francia donde se hacían los cristales y vidrios opales conocidos en la actualidad con el nombre de "opalina".
Vidrio potásico	Vidrio para el cual se utiliza la potasa como fundente. La potasa se obtiene mediante lejiado de las cenizas de madera.
Vidrio prensado	Fabricación semiautomática por medio de moldes metálicos de varias piezas y de una prensa.
Vidrio rubí	Vidrio de color rojo que se obtiene por la adición de cobre, oro o selenio. Tras haber realizado una serie de experimentos. A partir de 1820, las vidrieras de Bohemia fabricaron vidrio rubí de carácter compuesto, es decir, mezclado con plomo.
Vidrio sódico	Vidrio en el que se ha utilizado sosa como fundente. Es un vidrio blando, fácil de trabajar en un horno vidriero
Vitral	Vidriera artística realizada con un bastidor con vidrios con que se cierran puertas y ventanas, formado por vidrios de colores, sujetos por tiras de plomo.
Vitrofusión	La vitrofusión es una técnica de elaboración del vidrio por superposición, pliegue, estampado y coloración mediante óxidos cerámicos. Es una técnica muy antigua que los antiguos egipcios ya practicaban con éxito. El estresómetro sirve para verificar la compatibilidad de los vidrios, el cual muestra a través de un sistema de lentes polarizadas, las tensiones en el interior de la pieza terminada: cuanto más evidente es la tensión, mayor es la posibilidad de que el vidrio se rompa.

Bibliografía.

Silo. Obras completas volumen I. Ed. Plaza y Valdez. 2004

Silo. Obras completas volumen II. Ed. Plaza y Valdez. 2004

Las cuatro disciplinas. Parque Punta de Vacas. 2010

Manual de Oficios del Fuego. 2010

Antonio Neri. L'Arte Vetraria. Publicada en Florencia en el año 1612, copia digitalizada del original.

D. Miguel Gerónimo Suárez, L'Arte Vetraria. Traducción de la obra de Antonio Neri. España en 1774

Pedro Gutiérrez Bueno. Manual del Arte de Vidriería. Madrid 1797. Cuadernos de la UNED. 1989

Georgius Agrícola. De Re Metallica, de la minería y los metales. Año 1556. Editado por Ediciones de arte y bibliofilia, Madrid. 1972.

Fernández Navarro, J.M. El Vidrio. CSIC, Instituto de Cerámica y Vidrio, Madrid, 1991.

Plinio el viejo, *Naturalis Historia*. Traducción al español del año 1623 de Jerónimo de la Huerta (1573 -1643).

Theóphilus Presbítero. *Schedula Diversarum Artium*. Año 1100, traducción del inglés realizada por Norma Coronel, Andrés Puchi Pellegrini, Cristina Bretta.

Francisco Reuleaux. Los grandes inventos. Tomo cuarto. Madrid, Gras y Compañía, editores. 1889.

Diderot y D'Alembert. La Enciclopedia. Grabados sobre vidrio, *volumen 3*.

Jorge Fernández Chiti, Diccionario de cerámica, 3 tomos. Ediciones Condorhuasi. 1984.

Vidrio de Buquoy en Bohemia, 1620 – 1851. Editado por la Diputación de Zaragoza, Fundación Centro Nacional de Vidrio y Museo de artes decorativas de Praga. 2004

Bitácora y notas personales, charlas de Silo, 29 de enero 2010 y otras. Centro de Estudios de Parque Punta de Vacas.

Notas de trabajos de Taller en Parques Punta de Vacas y Parque La Reja.

Resumen. El vidrio en los Oficios del Fuego

Introducción.

En la introducción se comenta la forma de trabajo y los tiempos que se dedicaron, desde el 2004 hasta el 2012, para aprender a trabajar el vidrio en caliente, logrando hasta aquí un insipiente desarrollo en el Oficio del vidrio.

Es de resaltar el trabajo práctico y voluntario realizado con amigos que coincidían con ese interés participando en diversos equipos. En todo esto se aplicó un estilo de acción y reflexión sobre lo hecho, con la aspiración de profundizar en la pulcritud, la permanencia y el tono, ese fue el enmarque que hemos tratado de mantener e intentamos incorporar para experimentar con este Oficio.



En síntesis, está presente en este trabajo el interés de simplificar un tema complejo, buscando recrear las condiciones mínimas, con la intención de compartir conocimientos e intercambiar experiencias, sobre todo con aquellos que se inspiran con los Oficios del Fuego, en los talleres de los Parques de Estudio y Reflexión, en el contexto de los Trabajos de Escuela enseñados por Silo.

Capítulo 1.

En el primer capítulo, se toma como referencia el encuadre para los Oficios, luego se extraen e incorporan algunas partes de la charla “La Piedra”, donde Silo da una amplia descripción de los trabajos con el vidrio en la historia, describiendo las técnicas, los procedimientos, las dificultades propias de este arte y definiendo con claridad algunos temas que son de interés para profundizar. En algunas partes del texto se incluyen unos breves comentarios y se mencionan algunos libros antiguos que permiten profundizar en este tema. Podemos decir que en esta investigación se diferencian tres etapas, con distintos niveles de complejidad y desarrollo.

En la primer etapa, del 2004 hasta el 2009, se comienza una búsqueda bibliográfica, tratando de obtener los textos originales que fueron referencia para los especialistas de este arte en la historia.

Complementando el estudio se van haciendo visitas y charlas con unos pocos expertos del tema, hasta lograr los primeros acercamientos prácticos al vidrio incandescente con la intención de aprender a darle forma. Esos hechos y experiencias develaron la necesidad de aprender más, impulsando la construcción de los primeros prototipos de hornos. Esas experiencias también nos llevan a cambiar el punto de vista, internalizando la referencia. Una carta de Silo sobre el fuego y los oficios influye con fuerza y claridad.

Luego se hace una revisión e incluyen algunos datos arbitrarios que forman parte de la historia del vidrio, citando unos pocos lugares, fechas, tipos de vidrios logrados y los libros que mayor influencia produjeron en el tiempo. Se observa ese proceso que comenzó varios milenios atrás, cuando el hombre fue tomando y transformando la materia prima de la tierra, llegando mucho tiempo después, por ejemplo, a la creación de las lentes para los telescopios que permitieron extender la mirada y vislumbrar, más allá de la capacidad limitada de nuestros sentidos, la inmensidad del cosmos.

Se da como curioso ejemplo del constante avance tecnológico de este material, el haber llegado a producir un tipo de vidrio de gran pureza en el espacio exterior bajo gravedad cero.

Como parte del trabajo de campo se comentan algunos viajes por Italia y España, con observaciones de primera mano de los hornos usados y las producciones con vidrio en esos lugares.



Capítulo 2.

En este capítulo, se presenta una visión muy simplificada sobre las fórmulas del vidrio, las relaciones de los elementos compositivos entre sí y la síntesis a la que se llega formando ese fantástico material que es el objeto de este estudio.

Se describen básicamente las técnicas de trabajo históricas colocando algunos ejemplos de esos procedimientos que pueden resultar de utilidad en la práctica del Oficio.



Después de numerosas lecturas, reflexiones y algunas experiencias en el aprendizaje se pasa al intento efectivo de construcción del primer horno para trabajar con vidrio. Se comentan brevemente los materiales usados y las pruebas realizadas, junto a los primeros fracasos. Esos fracasos avivaron el interés de aprender, motivando la construcción de varios hornos. Esos intentos iniciales, al decantar convenientemente, fueron madurando en experiencias que permitieron las realizaciones que se describen en los capítulos posteriores.

El estudio de textos, imágenes y viejos grabados relacionados con el tema se mantiene copresente en todo este trabajo y muchas veces se extraen de ellos pistas e inspiraciones para seguir profundizando.

Capítulo 3.

En este capítulo se entra en la segunda etapa de la investigación, el año 2010 se caracteriza por la simplificación de lo hecho anteriormente.

Surge la idea de hacer algunas adaptaciones al horno tacho. Adecuando el Taller del Centro de Estudios del Parque Punta de Vacas, se logra finalmente experimentar con el soplado de vidrio en nuestro Parque histórico.

Como hecho significativo, se muestra la producción del primer objeto soplado con Silo en Punta de Vacas, previo al lanzamiento del material sobre los Oficios.



Posteriormente, con varios Maestros realizamos experiencias con ese tipo de horno, usando el instrumental más apropiado que disponíamos para el soplado y la manipulación en caliente del vidrio.

Se comentan en detalle las distintas modificaciones hechas posteriormente para generar las condiciones elementales de práctica, casi como si se tratara de pruebas de laboratorio donde se va ajustando el conjunto de elementos, tratando de mejorar las posibilidades con cada ensayo, tomando siempre como base la experiencia anterior y las nuevas hipótesis que se gestaban en esas prácticas. En muchas de esas pruebas se definía un interés previamente y luego se sintetizaban las conclusiones logradas.

Dos videos complementan este capítulo.

Capítulo 4.

Este capítulo y el siguiente toman la tercera etapa de investigación, que va del 2011 al 2012. Sobre todo se desarrollan los aspectos prácticos para la construcción de un taller, bastante elemental, donde se pueda profundizar más en los Oficios del Fuego y experimentar con el vidrio.

Se describe en detalle, con planos, fotos y dos videos, la forma de hacer un horno de fusión para el soplado de vidrio, alimentado con algunos quemadores hechos en el mismo Taller y otros industriales. Se incluyen referencias sobre los pirómetros para controlar las temperaturas. Se detalla la forma de construir otro horno, mucho más simple, para el recocido o templado de los objetos realizados. También Se dedica una parte a la elaboración de las herramientas y algunos accesorios imprescindibles como son crisoles, varillas, cañas para soplado, pinzas, mesas, bancos, etc.



Por último se sugiere un modo de organizar el ámbito de trabajo, las funciones mínimas a cubrir entre los operadores y los aspectos de seguridad a tener en cuenta para evitar accidentes.

Se deja para más adelante el proyecto de recrear algunos de los hornos que se usaron antiguamente, para intentar reproducir en ellos algunas de las fórmulas de vidrio usadas en esos momentos de la historia, tomando como referencia los viejos textos que han llegado hasta el día de hoy.

Capítulo 5.

La práctica del Oficio es la medula de este capítulo, tal vez es la parte más difícil de describir porque se trata de procedimientos y de la experiencia personal que cada uno realiza al intentar recrear un Oficio.

Se explica una forma de usar los hornos para trabajar con el vidrio, el modo de regular los quemadores, fundir la materia prima y los tiempos aproximados que implica cada tarea. Se resaltan los aspectos de seguridad necesarios para operar con tranquilidad en el taller.

Se intenta explicar los primeros ejercicios que se pueden realizar con el vidrio en caliente para aprender a usar las herramientas, por ejemplo el uso de la varilla para hacer una gota, luego el soplado con caña, el uso de los moldes y otras formas básicas de trabajo en este arte.

Un video muestra básicamente las primeras prácticas con el vidrio.



También se intenta describir algunos indicadores, a veces muy sutiles, que se producen en los numerosos pasos y procedimientos que realiza el operador, casi simultáneamente y en una sucesión precisa, al trabajar con el vidrio incandescente.

Se dan algunas pistas sobre el recocido de los objetos producidos y por último se mencionan los diferentes acabados que se pueden realizar sobre los objetos hechos con vidrio.

Por último se incluye un pequeño glosario o vocabulario técnico con algunas palabras usadas comúnmente en este arte y la bibliografía consultada.

Si bien no se mencionan directamente experiencias propias de los trabajos con la Ascesis, muchas de las ocurrencias e inspiraciones que se produjeron durante las distintas etapas del trabajo, son reconocidas como un tenue reflejo de esas búsquedas y practicas espirituales. Se comenta casi al final a modo de testimonio personal un breve relato de la experiencia producida con los Oficios del Fuego.