

## LA TECNOLOGÍA DE LOS ELASTÓMERAS RTV (VULCANIZACIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE) Y SU APLICACIÓN EN LA ESCULTURA

**Sergio Garcia Diez**

Avda de la República Argentina, 4-7°B. 34002 Palencia

**Correo electrónico:** sgd-78@hotmail.com

### RESUMEN

En este artículo procedemos a explicar paso a paso la metodología para crear piezas huecas, gomosas y flexibles, sea cual sea su forma y tamaño. Es un procedimiento fácil de realizar en su casa o estudio. Siguiendo los consejos que se dan en este artículo sobre la mezcla de la masilla podemos proceder a aplicarla sobre cualquier molde. He aquí como se lleva a cabo el proceso.

### INTRODUCCIÓN

Los elastómeros de silicona se crearon inicialmente para fines industriales, pero dadas sus propiedades y características, han pasado a formar parte del mundo de la escultura en el que son utilizados principalmente en los procesos de moldeo para la obtención de múltiples réplicas ya que han desplazado a los moldes tradicionales “a la francesa” o “a la italiana” que estaban compuestos de varias piezas de escayola y con un notable empleo de tiempo para ejecutarlos.

Beneficiándonos de los elastómeros de silicona RTV, la elaboración de moldes se vuelve más rápida, y su uso más duradero y efectivo, lo que permite obtener más réplicas en menos tiempo. Además dadas las diferentes viscosidades con que se presenta este producto, como, por ejemplo, las masillas de silicona, con las que podemos incluso modelar, se abren nuevos caminos para la creatividad artística dada la versatilidad de estos materiales.

**¿Que es un elastómero?** Para comenzar es importante señalar que la palabra elastómero esta formada por dos partes, provenientes del griego *elastos* (dúctil) y *meros* (porción). Denominamos, pues, elastómero a un material orgánico compuesto de largas moléculas que posee la cualidad de estirarse, enrollarse, comprimirse, al aplicar una determinada fuerza externa y que de inmediato recupera su forma primitiva total o parcialmente (según el grado de reticulación del elastómero) al cesar la fuerza aplicada. Un

elastómero, en estado relajado presenta una estructura amorfa cuyas cadenas moleculares se distribuyen dentro de esta estructura de modo desordenado, torsionado y relajado, al producirse el estiramiento, esta estructura se alarga, endereza y ordena en la dirección del esfuerzo aplicado.

**¿Que son los polisiloxanos o siliconas?** El nombre de siliconas viene dado del enlace silicio-oxígeno, en inglés como silicon-ketones. Su materia prima es la arena de sílice, de esta se obtiene el clorosilano, al calentarla arena de sílice con cloro y coque. El clorosilano con agua (mediante hidrólisis) da lugar a los silianoles, monómeros de bajo peso molecular capaces de formar grandes moléculas (macromoléculas) tridimensionales que son el fundamento de lo que se denomina técnica y comercialmente los aceites de siliconas.

**Los elastómeros de silicona RTV.** Las siglas RTV provienen de la lengua americana y quieren decir *Room Vulcanizing Temperature*. En español: Siliconas VTA, es decir, vulcanización a temperatura ambiente. Las firmas Dow Corning y General Electric en EE.UU, desarrollaron los primeros compuestos caracterizados por ser bicomponentes (Componente A-Silicona, componente B-Catalizador), cuya mezcla provocan la vulcanización en frío dando lugar a un material homogéneo, gomoso y elástico.

**Un poco de historia sobre los elastómeros de silicona RTV.** La utilización de los elastómeros de silicona se inicia en 1824, cuando el químico sueco Jön Jacob Berzelius, en las experimentaciones iniciales, demostró la estructura de la sílice basándose en hipótesis y trabajos anteriores.

1836-66. Aparecen los compuestos de silicio-carbono gracias a los trabajos del francés Charles Friedel (*Estrasburgo, 1832-Montauban, 1899*) y el norteamericano Crafts.

1857. Se construyen los cimientos de las actuales siliconas ya que Buff y Whöler obtuvieron un material denominado triclorosiloxano.

1872. Los experimentos del químico alemán Albert Ladenberg dan su fruto y se genera el primer fluido de polisiloxano.

1900. La industria de la silicona se ve enriquecida con 51 publicaciones que realizaron el profesor inglés F.S. Kipping (Universidad de Nottingham) y su equipo de investigación.

1931. J.F. Hyde investigaba para la Corning Glass, y nacieron las siliconas comerciales.

1940. Durante la II Guerra Mundial, en los EE.UU se emplearon por primera vez las siliconas para satisfacer la demanda creada. Dos grandes empresas norteamericanas, la Dow Corning y la General Electric tuvieron una función esencial.

1943. Se fusionan la Dow Corning Works y la Dow Chemical Company para formar la Dow Corning Corporation, una de cuya principales actividades fue la fabricación de siliconas.

1946. Los primeros elastómeros de silicona RTV fueron creados por la General Electric Company de Schenectady (EE.UU).

1954. La empresa Albright Limited en Inglaterra comienza su fabricación de siliconas.

1955. En EE.UU también lo hace la Imperial Chemical Industries.

1957. Nacen los elastómeros CAF a manos del francés Rhône-Poulec, trabajando para Rhodorsil.

**Composición de los elastómeros de silicona RTV.** Los elastómeros de silicona se componen de un líquido y un relleno, por lo tanto ya podemos hablar de un material compuesto o mejor dicho un compuesto de silicona.

- **El líquido** base es el aceite de silicona elaborado por la industria petroquímica.

- **El relleno** es un polvo formado por nanopartículas y dan cuerpo, definen la viscosidad y repercute en las propiedades físicas de la silicona. Algunos rellenos usados son partículas de sílice, *dióxido de silicio* o *silice coloidal* por ejemplo o un *óxido metálico* micrométrico, el tamaño óptimo de estas partículas debe estar entre 5 y 10 nanómetros. Se suele incidir sobre la cara exterior de las partículas para optimizarlas y que gocen de mayor compatibilidad con los aceites de silicona.

Ibarra Rueda propone en su libro *Ingredientes y mezclas del caucho*, que “el grado máximo de reforzamiento se consigue con las Sílices Pirogénicas (carga de tipo orgánico) obtenidas por combustión de vapores de cloruro de silicio o de silicato de etilo, y que se componen esencialmente de anhídrido silícico. Se emplean en las siliconas: El aumento de la viscosidad con la dosis de esta carga es mas acusado”.

La proporción de relleno varía obteniéndose así siliconas de diferente viscosidad, consistencia y pastosidad situada entre extremos bastantes distantes. Por lo tanto en el mercado podemos encontrar siliconas en multitud de viscosidades a fin de satisfacer las necesidades del usuario. Por regla general hay tres viscosidades base: pesada, media y ligera luego existen otros tantos niveles de viscosidad situados entre estas.

Cuando la cantidad de relleno supera las tres cuartas partes, obtenemos una masilla, entonces la viscosidad de la silicona viene definida como pesada o ultrapesada. Con un material así podemos aplicarlo a mano sin riesgo de que se escurra, es dócil y modelable.

Cuando la cantidad de relleno esta presente en una proporción más baja e incluso no supera la cuarta parte del peso de la masa total, hablamos de una silicona de ligera consistencia apta para ser aplicada en procedimientos de colada.

**El catalizador.** Se agregan al compuesto de silicona con el fin de promover la reacción que dará lugar a la reticulación. El compuesto de silicona carece de las prestaciones requeridas, es deformable pero no elástica, mantiene la forma que se le aplica y por la fuerza de la gravedad la silicona se apelmaza sobre si misma o se escurre por su propio peso.

Con la adición del catalizador, y producida la reacción de reticulación, la silicona a adquirido una constitución elástica, gomosa y estable y ya en función de ejercer las funciones para la que fue concebida. La reacción de reticulación en las siliconas RTV es exotérmica y no alcanza a penas 1 °C. Los catalizadores generalmente poseen un olor desagradable, tal olor es enmascarado con aditivos odorantes que segregan un olor fresco a esencia, flores o frutas. De ahí que algunas siliconas perfumen el ambiente al poco de haber reticulado. El tiempo de trabajo o “*pot life*” es ese espacio de tiempo que va desde la mezcla de la silicona con el catalizador hasta el momento en que ya no puede ser manipulada. Es importante definir que la reticulación es el fragmento de tiempo que va desde la mezcla de la silicona con el catalizador hasta que el curado permite poner en uso el molde de silicona. El tiempo de fraguado no coincide con el de curado; el tiempo de curado continua avanzando por días e incluso meses, a medida que se aproxima a su fin se van asentando y acentuando las propiedades específicas de la silicona.

La vulcanización de las siliconas se divide en tres fases: i) Fase de inicio, ii) Fase de expansión, y iii) Fase de culminación. Las siliconas y el catalizador se comercializan de tres formas: a) Un líquido y una pasta, b) Dos líquidos, y c) Dos pastas. Varios tipos de catalizadores son usados para la reticulación de los polisiloxanos o siliconas, por lo común son sales metálicas: i) Compuestos organometálicos (ácido cloroplatínico), ii) Compuestos de estaño (dibutildilaurato de estaño), y iii) Aminas. Por lo general, el catalizador va acompañado de un acelerador (Octoato de estaño, ortosilicato de etilo..) para incrementar la velocidad de reticulación.

**Aditivos.** Los que normalmente se utilizan son los siguientes:

- . Pigmentos que den a la silicona un color atractivo.
- . Plastificantes: Bióxido de titanio, también ejerce como blanqueador.
- . Cargas de diferentes tamaños para modificar la viscosidad.

. Tixotrópicos: En forma de gel o en polvo, dotan a la silicona de una propiedad antidescolgante, dicha silicona se llama silicona tixotrópica.

**Características generales de los elastómeros de silicona RTV-3120.** Todas las características de los elastómeros sintéticos se ven acentuados en la siliconas, pues están catalogados como elastómeros especiales.

. Flexibilidad estable a temperaturas muy bajas (-100 °C) y resistencia óptima a altas temperaturas (300 °C). Superan los límites que pueden soportar los elastómeros sintéticos convencionales. Además cada vez se crean siliconas que aumentan este umbral.

. Resistencia a los ataques de ácidos, disolventes, aceites, lubricantes....

. Resistencia a la oxidación provocada por los agentes agresivos ambientales, tales como el agua, la luz ultravioleta, el ozono, etc.

. Vulcanizan a temperatura ambiente.

. Son hidrófugas e ignífugas.

. Se pueden utilizar como impermeabilizantes.

**Factores que determinan el uso de elastómeros de silicona RTV-3120 en la escultura.** Entre los principales factores que hay que tener en cuenta están los siguientes:

a) Pueden ser aplicados al moldeo para reproducir piezas artísticas por los siguientes motivos: i) Reflejan a la perfección cada detalle o textura del modelo original, ii) La flexibilidad de los elastómeros de silicona facilita la tarea de desmoldeo, iii) Su durabilidad hace rentables los moldes, iv) Permiten la reproducción seriada de un elevadísimo número de réplicas y en infinidad de materiales, escayola, resinas, cemento, siliconas, metales de baja fusión como el plomo o el estaño (solo siliconas específicas), v) No presentan excesivo peso, pero si son más pesadas que los plásticos reforzados con fibras, vi) Los moldes pueden ser utilizados incluso como obra definitiva, vii) Se pueden colar, aplicar con pistolas a chorro, modelar con las manos, espátulas, cuchillos, o realizar vaciados (masillas de silicona), e incluso cortar, etc. o todo lo que la imaginación del escultor le sugiera, viii) Se las puede añadir cargas para modificar sus propiedades, darlas volumen o manipularlas de otros modos, ix) Se pueden pigmentar para que presenten aspecto más atractivo, xi) Podemos realizar esculturas macizas o huecas, y distintos grados en cuanto a gomosidad y deformabilidad.

A continuación vamos a describir el material que vamos a utilizar y los sistemas de moldeo más comunes utilizados para la reproducción de piezas, no solo utilizados por escultores sino también por maquettistas, arquitectos, escenógrafos, etc.

Lo que caracteriza a estos métodos es que se pueden hacer en pequeños espacios y una sola persona con los correspondientes conocimientos puede llevarlos a cabo exitosamente.

Conoceremos la ejecución de cuatro tipos de moldes detalle a detalle para que aquella persona que los desconozca pueda adentrarse en este mundo.

### **Preparación y manipulación del elastómero de silicona RTV-3120 para coladas.**

Todas las siliconas son diferentes, cada fabricante tiene su propia fórmula, así que es mejor no caer en el error de que la proporción en la mezcla así como tiempo de curado, duración, resistencia, etc., será la misma para todos los tipos de siliconas, es por ello que debemos prestar atención a la FICHA TÉCNICA con todas sus especificaciones.

Después de llegar a las conclusiones oportunas, preparamos el lugar de trabajo teniendo en cuenta la temperatura (para la catálisis), el plano de trabajo (una mesa accesible por los cuatro costados), plana, y papeles o plásticos para no ensuciarla y una balanza.

Es conveniente que vistamos con ropa vieja o de trabajo, ya que estos productos son pegajosos y difíciles de quitar. Tenemos todo a punto, comenzamos con la tarea:

**Pesaje.** Teniendo los elementos A (silicona) y B (catalizador) procedemos a pesarlos con en una báscula que sea lo más precisa posible, se desaconsejan las mezclas realizadas “a ojo”, se debe pesar siempre todo, así el margen de error será mínimo.

**Mezcla.** Es fundamental mezclar perfectamente los elementos A y B, en su defecto se crean grumos y posteriormente la silicona no cura bien debido a una mezcla poco o mal trabajada. Si la efectuamos a mano: usaremos un palo plano pues un palo circular o de escoba empuja el catalizador hacia los laterales, así no se hace una mezcla homogénea y el resultado será que la silicona tras la catálisis presentará partes más curadas y duras, y otras pegajosas y blandas, porque la concentración del catalizador no ha sido la misma en toda la mezcla por un igual. Removemos despacio pero sin salpicar y sin hacer remolinos, que absorben el aire del exterior acumulándolo en forma de burbujas. Nos aseguramos de raspar el fondo del envase y los laterales, así varias veces. Existen cámaras especiales de vacío, donde podemos introducir el envase con la mezcla, las burbujas de aire ahí contenidas, son casi totalmente aspiradas. Pero si carecemos de este medio, nos será suficiente con balancear o vibrar el molde con la colada ya vertida y las burbujas emergerán al exterior, soplamos o con un secador de pelo a baja potencia y con el aire frío las suprimimos.

Siguiendo todos estos pasos, habremos obtenido una mezcla de calidad y ya está disponible para ser colada en el molde.

### **Aceleración de la reacción de curado.**

- Usando un catalizador específico con ese fin.

- Añadiendo más cantidad de catalizador, pero la goma corre el riesgo de volverse más dura.
- Aplicando calor: a) Temperatura ambiente, calefacción, estación del año, hora del día.
- b) Metiendo el molde en el horno durante 4 horas. No en uno de cocina.
- Mezcla de elementos A (elastómero) y B (catalizador), velozmente, batiendo con un taladro.

#### **Retardo de la reacción de curado.**

- Usando un catalizador específico para ese fin.
- Añadiendo menos catalizador, ¡OJO! , si se añade poco catalizador, la goma no va a curar, hay que tener cuidado con eso.
- Temperatura ambiente fría.

#### **Refuerzo.**

- Si ejecutamos un molde máscara de gran tamaño y delgado (como una lámina), podemos :
  - En el caso moldes por colada, adosar hilos de nylon (de los de pescar) con silicona de tubo, aumenta la resistencia al desgarro enormemente.
  - En el caso de moldes por apretón y estampación, “enterrar” en la goma estos hilos de nylon. Disponer los hilos a modo que formen una red cuadrícula.

#### **Técnica de moldeo por colada “en caja descubierta”.**

**Descripción.** Este es el sistema de moldeo más simple que conocemos, basado simplemente en verter el material viscoso en el interior de una caja vacía.

Dentro de los métodos de colada de siliconas, este es el método más fácil de llevar a cabo, por lo que lo expondremos en primer lugar.

Para evitar posibles errores, ante todo debemos saber el motivo por el que usamos este método y cómo proceder en su ejecución, para ello conviene hacer unas observaciones tales como que hemos observado que por comodidad o por desconocer el tipo de moldeo de colada en máscara, se ha acudido al método de colada en caja a partir de modelos en alto o medio relieve; es un grave error ya que en estos casos el gasto de material se dispara al igual que el precio del molde resultante. El molde resultante es de un grosor excesivo y esto repercute negativamente en la calidad ya que dificulta la extracción de réplicas; éstas pueden romperse debido a la extremada deformación que sobre moldes de este tipo debemos ejercer

para extraerlas. Y en algún caso hasta se ha llegado a romper el molde flexible. Las siliconas son materiales caros que por lo tanto debemos aprovechar fomentando su nulo desperdicio. Por lo tanto, desde mi punto de vista el molde de colada en caja sólo deberá ser empleado sobre modelos en bajorrelieve. Inmediatamente vamos a ver la metodología procesual para ejecutar este tipo de moldes.

**Ejecución técnica.** 1ª etapa. Ejemplificamos el proceso centrandó nuestro interés en obtener un molde a partir de este bajorrelieve, un cristo esculpido en granito negro (Figura 1). Obsérvese la escasa profundidad que tiene, por lo tanto el procedimiento escogido es el idóneo para este caso, el molde resultante tendrá forma de lámina flexible. Tampoco importa si tiene algo más de relieve.



**Figura 1**

**2ª etapa.** Iniciamos el proceso delimitando el área que queremos moldear y conformamos la caja con materiales como láminas de barro, aglomerado, plásticos (poliestireno, cartón pluma, acetato, metacrilato de metilo, etc.). Sea cual sea el material de las piezas que conformen nuestra “piscina”, éstas deben tener forma de “L”, ya que es de importancia capital para poder asegurarlas con unas pinzas (véase la figura 2) conformando así las dimensiones del espacio a moldear. Con materias plásticas como la plastelina, barro, silicona, etc. sellamos todas las juntas existentes con atención a las que se encuentran en contacto con el plano, para no dar opción a que el material viscoso no encuentre un punto de salida por esos lugares. Tras asegurarnos de que se han seguido todas estas etapas con rigurosa metodicidad, el espacio hermético que recibirá la colada, está en óptimas condiciones.



**Figura 2**

**3ª etapa.** No es necesario la aplicación de un agente de desmoldeo sobre este bajorrelieve, pues la silicona es un material que se despega fácilmente del granito, pero si que es conveniente aplicar un poco de jabón líquido en las caras internas de la caja para facilitar su posterior despiece al acabar el proceso.

Hecho esto, acto seguido vertemos el material viscoso buscando el punto más profundo del interior de la caja (véase la figura 3), vertiendo muy lentamente en un único lugar, de este modo no se forman indeseables burbujas. Si accidentalmente apareciesen algunas, soplando o con un secador de pelo es posible eliminarlas. También emergerán las indeseables burbujas de aire del interior de la mezcla si vibramos la mesa con golpes flojos, intermitentes. Si estuviera al alcance, otra opción es introducir el molde en una cámara de vacío.



**Figura 3**

**4ª etapa.** Tras el periodo pertinente de cura del molde (véase la figura 4), desmontamos la caja y la plancha – molde elaborada artesanalmente sobre nuestro modelo se

debe despegar con suavidad, sin tirones bruscos para no rasgarla. Dada la forma de esta lámina flexible (véase la figura 5), no es necesario la ejecución de un contramolde pues por si sola, y con el montaje de una caja como hemos explicado anteriormente, está lista para recibir coladas de los materiales que deseemos como escayola, cemento, resinas poliméricas, chocolate, etc.



Figura 4



Figura 5

#### **Técnica de moldeo por colada “en máscara” con elastómero de silicona RTV.**

**Descripción.** Este método que a continuación describo, requiere de más experiencia y sobre todo paciencia. Para las personas que se inician es mejor que elaboren un molde a partir de piezas pequeñas, después ya llegará el momento en el que se enfrenten a piezas de mayor envergadura. Éste método es muy útil pues mediante éste conseguimos un gasto equitativo de material viscoso con el consiguiente ahorro de dinero. Se basa en crear un espacio vacío entre el modelo original y el molde caja, espacio será ocupado por el material viscoso.

Este método de colada da como resultado que la lámina de elastómero conseguida, cubra al modelo original como si fuese una máscara, el modo de ejecutarlo es el siguiente:

**Ejecución técnica. 1º etapa.** Lastramos nuestro modelo en altorrelieve al plano con unos finos puntos de silicona o con exiguas cantidades de cola de carpintero y sellamos la junta existente entre el modelo y el plano con plastelina (no ensucia tanto al modelo como el barro), así evitamos que durante la colada de la silicona se filtre en el interior y nos viéramos sumidos en una gran vorágine. En cuánto a la superficie, debe ser uniforme, plana y es imprescindible que esté nivelada y exenta de porosidades. Algunos ejemplos de superficies óptimas son las tablas, planchas o mesas de mármol, granito, madera chapada, aglomerado chapado, etc.



**Figura 6**

**2ª etapa.** Cubrimos al modelo con una lámina de celofán (Figura 7) ¿ por cual motivo ? así no lo ensuciaremos con el estrato de barro de un espesor homogéneo que vamos a aplicar del siguiente modo: el barro se amasa y se estira con un rodillo y obtendremos una lámina con un espesor uniforme, que cortamos con una espátula y situamos sobre el modelo, cubriéndolo en su entera totalidad; puesto que la forma de esta lámina de barro será la forma que tendrá la lámina realizada en silicona, hay que anular todas aquellas cavidades que dificulten la salida del contramolde, que al final del proceso realizaremos.



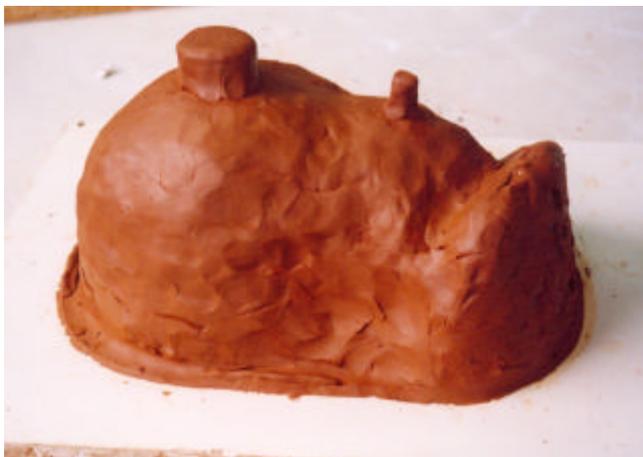
**Figura 7**

**3ª etapa.**

- a) *Cubierta de barro* (Figura 8 ).
- b) *Cilindro grueso*: Debe colocarse obligatoriamente en la parte más alta, pues conforma el orificio de colada.
- c) *Cilindros delgados*: Colocados en otras partes altas, su función: conducto por el que el aire sale mientras se vierte el material viscoso por el orificio de colada.

Todo el montaje está listo, así que aplicamos desmoldeante en el espacio del plano que circunda a la pieza para que al crear el cascarón en escayola no se adhiera a él.

También sobre el barro espolvoreamos talco industrial que hará un despegue más limpio de éste con el cascarón ya endurecido.



**Figura 8**

**4ª etapa.** El contramolde está acabado. Dada la forma del modelo, simplemente el cascarón es de una sola pieza. Marcamos con el lápiz su posición para luego volver a situarlo en su lugar exacto. Lo despegamos, extraemos la lámina de barro y ya se ha creado el espacio cuyo vacío será ocupado por material viscoso.



**Figura 9**

**5ª etapa.** Bien, ahora tenemos que aplicar goma laca y/o desmoldeante sobre el modelo original y el interior del contramolde para que la materia viscosa no se adhiera una vez curada (Figura 10). Colocamos y lastramos el contramolde con cola o puntos de silicona de tubo y sellamos la línea de junta con respecto al plano con plastelina.

Teniendo lastrado el tablero, el modelo y el contramolde, evitamos que ambos se levanten debido a la presión que ejerce el material colado, echándose a perder este si se despegase el modelo o el contramolde.



**Figura 10**

**6ª etapa.** Vertemos la silicona lentamente (véase la Figura 11), de forma que el aire que existe en el interior de nuestro recipiente hermético sea expulsado por el orificio de salida del aire a medida que la silicona va llenando el interior del molde. Colar la silicona (es el material escogido), lentamente, el aire contenido en el interior de nuestro “recipiente” será expulsado por el orificio de salida de aire a medida que la silicona ocupa el interior.



**Figura 11**

**7ª etapa.** La colada ha finalizado, observemos como el orificio de colada está saturado de silicona algo más sobre su nivel, y está hecho con intención ya que debido a la fuerza de la gravedad, la materia viscosa va asentando y se produce una merma de material en la superficie, por ello es necesario controlar el orificio de colada durante al menos un cuarto de hora para poder añadir algo más de silicona si fuera necesario (véase la figura 12). El fragmento de tubo que hemos situado en el orificio de salida del aire, tiene una función clara:

al ser un punto situado más abajo del nivel del orificio de colada, irremediablemente el material viscoso se escaparía y desparramaría, con el tubo, hemos elevado ese punto de huída a un nivel superior al del orificio de colada, por lo tanto, el problema está resuelto.



**Figura 12**

**8ª etapa.** Despegado y extraído el molde caja, contemplamos la máscara flexible lista para su misión: Producir réplicas (véanse las figuras 13 y 14). Como hemos seguido los pasos anteriores con rigor, el proceso ha llegado a su culminación satisfactoriamente.



**Figura 13**



**Figura 14**

## **BIBLIOGRAFÍA**

J.N. Lizandra “*Maquetas, modelos y moldes*”. Castellón. (2002) Publicaciones de la Universitat Jaume I.

J. Rivera, A. Avila y Mol. Martin Ansón “*Manual de técnicas artísticas*”. Historia 16, Madrid 1997

- AA.VV: “*Guía completa de escultura, modelado y cerámica*”. Técnicas y materiales. Editorial Blume, Madrid 1982
- J. Plowman “*Enciclopedia de las técnicas escultóricas*”. Editorial Acanto, Barcelona 1995
- R. Mayer “*Materiales y técnicas de arte*”. Hermann Blume Editores, Madrid 1985
- J.A. Valverte “*Taller de las artes, escayola*”. Editorial Iberoamericanas, 1986.
- P. Clerin “*Le sculpture toutes les techniques* “. Editorial Dessain el Tolra, París 1997
- P. Rosier “*Le moulage* “. Turín (Italia). 2º Edición). Editorial Dessain el Tolra, París 1998
- P. Rosier “*La sculpture* “. Cremona (Italia). Editorial Dessain el Tolra, París 1990.
- J.A. Corredor Martinez “*Técnicas de fundición artística*”. Editorial Universidad de Granada”. Granada, 1997
- Macchi “*Materiales dentales*”. 3ª Edición. Ed. Panamericana. Argentina, 2000
- C. Buenaventura “*Yesería*”. Editorial de “El constructor”, Barcelona
- Hellerich/Harsch/Haenle “*Guía de materiales plásticos*”. Editorial Hanser, Barcelona 1992
- F.J. Melero “*Materiales y procesos avanzados*”. Materiales de alta tecnología. Editorial Dayton S.A., Madrid 1993
- J. de Cusa “*Aplicaciones del plástico en la construcción*“. Editorial Ceac Barcelona, 1979
- W.D. Calister “*Ciencia e ingeniería de los materiales*“. Editorial Reverte, Barcelona 1996
- Richardson y Lokensgard “*Industria del plástico*“ Plástico industrial. Editorial Paraninfo, Madrid 2002
- Ibarra Rueda, M. “*Ingredientes de mezclas del caucho*”, Rev. Plásticos Modernos, **84 (555)**, 287-295 (2002)