

Corso di Tecniche di Fonderia

Prof. Cristian Biasci

FORMATURA E FUSIONE DI OPERE D'ARTE

Pro-memoria delle lezioni tenute presso l'Accademia di Belle Arti di Foggia

2014/2015

Capitolo 1 - FORMATURA

Con il termine “formatura”, si intendono genericamente tutte quelle operazioni tecniche che permettono di riproporre con precisione e fedeltà l’originalità formale di un’opera scultorea, e allo stesso tempo permettere la sua riproduzione in materiali con caratteristiche anche molto differenti rispetto al modello dato. La riproduzione non ha solo una funzione seriale o la replica del modello in un prodotto più duraturo ma, la copia permette all’artista di valutare le diverse possibilità materiche, aspetto importante e decisivo per la qualità finale dell’opera.

1.1 IL GESSO

Il gesso da presa è prodotto calcinando il minerale (solfato di calcio biidrato), grossolanamente macinato in grosse caldaie chiuse e rimacinato poi in polvere fine. La polvere di gesso, calcinata nell’intervallo tecnico ottimale fra 120° e i 130° C, dà luogo alla formazione di due semidrati, i quali, una volta impastati con acqua, ricostituiscono rapidamente cristalli di $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, consolidandosi in una pronta presa che comporta anche un aumento di volume. Se la calcinazione raggiunge invece la temperatura alla quale si forma il solfato di calcio anidro, la polvere ottenuta non ha più la facoltà di reidratarsi e quindi non fa più presa.

Viceversa se la temperatura resta al di sotto dell’intervallo ottimale, il gesso fa presa troppo rapidamente e non acquista solidità sufficiente. Siccome la calcinazione si effettua, come si è detto in caldaie chiuse, nelle quali il vapore liberatosi dal minerale permane fino al momento dello scarico, il gesso prodotto risulta in possesso di caratteristiche fisiche intermedie a quelle dei due semidrati.

Tale dipendenza delle proprietà dei gessi dalle condizioni di cottura rende ragione della varietà dei tipi che esistono in commercio.

TIPOLOGIE DI GESSO IN COMMERCIO

Il grado di colabilità della sospensione gesso/acqua deve mantenersi costante per tutto il tempo necessario alle operazioni di formatura dello stampo, con successivo e graduale indurimento, per permetterne la finitura. Per altro la durata della presa non deve protrarsi oltre un certo limite (20/40 minuti). La velocità di presa dipende da vari parametri. Aumenta quanto più spinta è la finezza di macinazione e più alto è il rapporto gesso/acqua. Un aumento della temperatura fino a 30° /35° C contribuisce ad accrescerla, mentre oltre tale limite, un ulteriore aumento termico la diminuisce fino ad annullarla a 60° /65° C. Infine, la presa può essere accelerata o ritardata mediante l’aggiunta di sali acceleratori (5% di sodio cloruro) o ritardanti (1-2% di borace). La porosità del gesso rappreso, deve consentire di assorbire rapidamente l’acqua delle barbotine argillose contenute negli stampi e quella degli strati pastosi aderenti alle loro superfici, al fine di dare luogo al rassodamento e al ritiro della pasta.

L’efficacia di tale azione assorbente non dipende tanto dal valore assoluto della porosità, quanto piuttosto dalla particolare tessitura del corpo gessoso. Infatti, una tessitura a pori fini, anziché grossi, ha un maggiore potere assorbente dovuto all’effetto succhiante della capillarità.

Tal genere di tessitura è favorita da un alto rapporto gesso acqua e da un'alta velocità d'agitazione, messa in atto nella preparazione della sospensione gessosa. In effetti, il rapporto gesso/acqua diminuisce la porosità; ma, a causa della tessitura più fine che si forma, accresce il potere assorbente. Anche la resistenza meccanica è correlata al rapporto gesso/acqua. La durezza del gesso rappreso può essere migliorata con l'aggiunta di sali come l'allume, il solfato di zinco, etc.

E' indispensabile inoltre tenere presente che la presa il gesso provoca un aumento permanente di volume, il quale si produce con un leggero riscaldamento: tale rigonfiamento comporta un aumento delle dimensioni lineari del pezzo dal 2-3 %/00: è ovvio che nell'approntamento degli stampi occorre non trascurare tale fenomeno, al fine di non costringere la massa del gesso e rimanere costipata in forme non ben definite.

1.2 IL CALCO

La caratteristica tecnica dello stampo è determinata da:

- 1 - Tipologia della forma, dimensione e complessità del modello
- 2 - Caratteristiche dei materiali di riproduzione
- 3 - Numero delle copie che si desidera effettuare
- 4 - Destinazione finale dell'opera

La scultura in materiali compositi si avvale di tre metodi di riproduzione le cui tecniche sono condizionate dai materiali dello stampo. Gli stampi in gesso comprendono tre tipi principali:

- a - quello che si utilizza per il tiraggio di una prova unica in gesso o in resina (a perdere)
- b - quello con il quale si possono effettuare più copie (a tasselli)
- c - quello a buona forma.

[Ci sono inoltre gli stampi in elastomeri, realizzati con gomme siliconiche, e gli stampi in poliestere, che prenderemo in esame più avanti.]

Per ognuno di essi, si definisce in primo luogo la natura dei piani di giuntura e la loro area. Il problema maggiore che si riscontra è quello dei sottosquadri o punti di ritenzione¹.

Una scultura a tutto tondo presenta dei punti di ritenzione che contrariano l'azione di formatura; bisogna trovare un equilibrio dentro la ripartizione dei piani di giunta, che assicurano la giunzione entro le due parti dello stampo e i pezzi da togliere che assorbono i punti di ritenzione e permettono la sformatura.

Genericamente realizzare uno stampo, significa applicare al modello d'argilla un involucro di gesso, sezionato in due o più parti. La suddivisione di queste forme, nelle varie porzioni, si realizza collocando in corrispondenza delle divisioni (linea di giuntura), dei diaframmi di metallo o di argilla: questa operazione si definisce con il nome di "messa in parata".

>Il piano di giuntura in lamina metallica, è indicato per le sculture di piccole o medie dimensioni. Esso non può essere realizzato che su un materiale molle, più sovente sulla creta. Si ricopre con una lamina metallica (di ottone o rame) tagliata nelle dimensioni adeguate in vari pezzi che sforzata leggermente, entra nel

¹ Si dicono in sottosquadro o in controsformo le parti del modello che durante l'estrazione rovinerebbero la forma (vedi fig. 1)

cavallo della linea di giuntura. Le lamine in sommità sono agganciate una all'altra mediante delle "cravatte" dello stesso metallo ripiegate su se stesse in maniera da mantenere il piano di giuntura più pulito e costante possibile. Eseguita la gettata solo dopo che il gesso ha fatto la presa, si ritirano le lamine e si rifinisce la superficie della giuntura.

>Il piano di giuntura in banda di creta, è adatto a tutti i tipi di formatura specificamente per opere di grandi dimensioni. Delle bande di terra ben lisciate, di 5/6 centimetri per 1 di spessore, sono sistemate sul piano di taglio al pari con la linea di giuntura, sempre perpendicolarmente alla forma e sostenute con punti o pastelli di creta.

>Il piano di giuntura fatto a filo, è utilizzato di sovente per opere di piccola taglia. Il filo è sistemato sul modello in maniera da separarlo in due parti ed è interamente ricoperto di gesso in una sola gettata. Al momento che il gesso comincia la presa, si tira il filo perpendicolarmente al modello. L'operazione è delicata e richiede una grande destrezza: se si tira troppo tardi, il gesso si indurisce, il filo rischia di rompersi. Queste tecniche hanno il vantaggio di determinare una veloce esecuzione degli stampi. Si segna sul piano di taglio il sistema di assemblaggio o di posizionamento delle chiavi che assicurano una buona sistemazione delle valve.

Una volta messo in parata il modello si applica il gesso sul modello d'argilla in due strati:

- il primo strato detto "camicia" sarà impastato con acqua colorata mediante pigmenti in polvere, o meglio con correttori liquidi. E' importante non eccedere troppo nella colorazione dell'acqua onde evitare che successivamente la forma negativa in gesso rilasci del colore sulla forma positiva che andremo a ottenere. Verrà applicato uno strato di massimo 3mm in maniera omogenea su tutta la superficie del modello.
- Il secondo strato di gesso verrà applicato in uno spessore omogeneo che può variare da circa 1,5 a 4 cm, a seconda della grandezza del modello da formare. Durante l'esecuzione di questo secondo strato, è possibile prendere in esame l'utilizzo di rinforzi² interni alla massa gessosa per evitare deformazioni delle forme durante l'operazione di apertura del calco.

a - La forma a perdere

Lo stampo in **gesso a perdere**, è così nominato per due motivi: si distrugge sia il modello originale durante la formatura e sia lo stampo in gesso durante la sformatura della prova in gesso o in resina.

Per diverse ragioni il modello dell'artista deve essere necessariamente in materiale molle o distruttibile, creta, plastilina, gesso molle, cera, polistirolo espanso. Questa tecnica è utilizzata per la realizzazione di un modello unico, chiamato prova originale. Dopo aver determinato la linea di giuntura che meglio si adatta al carattere dell'opera si realizza lo stampo in gesso in tre tappe:

1° - l'impronta (camicia di gesso colorato)

2° - la carica, ovvero la massa di gesso che costituisce la cappa in gesso che dà solidità allo stampo

3° - la sformatura.

si ricopre il modello con del gesso ancora lento (molto liquido, utilizzato prima della presa) meglio a getto con le mani o con l'aiuto di un pennello per poterlo distendere. Man mano che il gesso diviene più denso si continua ad applicare fino a raggiungere uno spessore di 3/4 mm che costituisce l'impronta.

² Vedi capitolo "I rinforzi" pag. 17

Per consolidare lo stampo e dare uno spessore che accresca la resistenza tenendo conto delle manipolazioni che dovrà sopportare, la malta, che costituirà la carica, viene dopo rinforzata inglobando dei ferri nella massa, questi dovranno seguire la forma della scultura, armatura immersa nel gesso di massa per un centimetro di spessore in media. Per le sculture di grandi dimensioni un telaio in legno³ è fissato sulla superficie esterna dello stampo per mezzo di annodature di stoppa bagnate di gesso.

Le tecniche di sformatura sono in funzione al tipo di modello e dello stampo realizzato. Nel caso di un modello di creta, vengono utilizzati in precedenza agenti isolanti perchè la stessa terra ancora umida distacca senza danni, comunque si può colare dell'acqua all'interno della linea di giuntura e l'argilla crescendo di volume apre da se le differenti parti. Il modello in questo caso non si può recuperare intatto. Nel caso di un modello in polistirene, prima di iniziare le operazioni di formatura, si ricopre la superficie con un intonaco al fine di aumentarne la solidità e proteggerlo, è necessaria inoltre, l'applicazione di un'agente distaccante (es. sapone liquido, olio, o miscele a base di olio e paraffina), in questo caso il modello dopo la realizzazione dello stampo viene distrutto dall'interno per vaporizzazione tramite acetone, oppure rimuovendo con degli attrezzi il polistirolo. Nel caso di un modello in plastilina o in cera un isolante deve essere passato sulla superficie del modello. Esso sarà svuotato dall'interno con l'aiuto di una spatola. Con un modello in gesso molle, bisogna indurire la superficie con della borace o del silicato ed isolarlo. Il modello verrà distrutto dall'interno. In tutti i casi, il modello verrà distrutto in seguito alla realizzazione della prova finale.

Lo stampo a perdere è uno dei più facili da realizzare, la distruzione del modello risolve tutti i problemi che i sottosquadri generano. E questo non serve solo per il tiraggio di prove uniche originali, ma anche per la creazione di un modello madre (in gesso o in resina stratificata) che permetterà la realizzazione di uno stampo in elastomero o in poliesteri, in vista di un tiraggio di multipli in resina.

b - La forma a tasselli

Quando si vogliono ottenere più copie da un calco utilizzando il gesso per la realizzazione delle operazioni di formatura si utilizza la tecnica dello **stampo a tasselli**.

Questa è la tecnica di formatura più antica per modelli complessi. Il prototipo è interamente ricoperto da pezzi in gesso, ripartiti secondo i piani di giunzione: una valva mantiene uniti i diversi elementi.

La forma di gesso è divisa in parti che consentono di effettuare liberamente la formatura dell'oggetto stampato, più complesso è il modellato e maggiore è il numero di tasselli che si devono eseguire.

Si ottiene la suddivisione dello stampo segnando a matita sul modello i contorni di ogni pezzo; si sceglie un riquadro e in corrispondenza dei contorni si erige una banda d'argilla, alta quanto lo spessore dello stampo, nel riquadro si cola il gesso del primo tassello. Dopo la presa si stacca il tassello dal modello, ripulendolo dall'argilla, si colano quindi il secondo tassello, a contatto del primo, il terzo tassello a contatto con i due precedenti e così via. I vari tasselli che compongono lo stampo sono poi contenuti in un'altra forma di gesso (valva), divisa in due parti apribili come i due gusci di una conchiglia unendo l'insieme dei pezzi in gesso legati tra loro con un sistema di chiavi.

Il piano di giuntura materializza la separazione entro differenti elementi dello stampo, chiamate valve. Il caso più frequente è uno stampo che comporta due parti complementari con un solo piano di giunta. Per le sculture a tutt'ondo

³ E' consigliabile utilizzare telai di canna di Bambù o di canne comuni, in quanto forniscono un'ottima resa in termini di resistenza meccanica e di leggerezza, nonché di versatilità e facilità d'impiego.

più complesse lo stampo è composto di più parti. In alcuni casi si può paventare l'ipotesi di dividere il modello dell'artista in più elementi e ciascuno sarà oggetto di uno stampo. All'inverso il bassorilievo è generalmente stampato in una sola valva e non comporta giunti divisorii.

c - Lo stampo a buona forma

Lo stampo in gesso a **buona forma**, è uno stampo ibrido, vicino allo stampo a pezzi. I pezzi non ricoprono completamente la superficie della scultura, essi servono a sopprimere i sottosquadri e la cappa in gesso non è a contatto diretto con il modello. Questa tecnica è la più economica della precedente ma permette un numero limitato di copie. Questi tradizionali stampi a pezzi e a buona forma in gesso hanno avuto il loro tempo di gloria fino agli anni cinquanta, sono stati a poco a poco soppiantati dall'arrivo dei materiali sintetici.

La loro fabbricazione richiede tempi lunghi di lavoro, delle conoscenze che tendono a scomparire ed un costo importante per un risultato meno adatto alle tecniche di riproduzione dei multipli di resina che richiedono una grande resistenza degli stampi. Essi sono attualmente rimpiazzati dagli stampi in elastomero e in stratificazione.

1.3 REALIZZAZIONE DELLA FORMA POSITIVA IN GESSO

La metodologia di lavoro nella realizzazione degli stampi positivi all'interno dei calchi (negativi) ottenuti nelle varie tipologie di intervento (forma a perdere, forma a tasselli, buona forma) è essenzialmente simile, le varianti sono costituite da piccoli coefficienti tecnici che sono però fondamentali per l'ottima riuscita delle operazioni.

Nella realizzazione in una forma a perdere si procede nel seguente modo. Una volta ripulite bene le forme negative dalle tracce di argilla strofinando un pennello sulle superfici interessate, sotto acqua corrente, si procede all'applicazione di un agente distaccante. I distaccanti che possono essere usati sono molteplici, ma quello che da migliori risultati è una soluzione di acqua con liscivia saponaria o soda cristallina: la caratteristica fondamentale è che oltre ad avere un grande potere distaccante, non crea alcuno spessore perché non avendo quasi per niente "corpo", penetra nella forma in gesso. Prima di procedere con la prima stesura di gesso nella forma, è fondamentale avere il controllo del coefficiente di umidità della forma negativa rispetto al gesso che andremo a stendere all'interno: qualora la forma negativa fosse troppo "tirata", assorbirebbe gran parte dell'acqua del gesso che andremo a colare senza lasciare il tempo di normale reazione, quindi impedendone la solidificazione e dando luogo alla formazione di bolle d'aria. Per ridurre al minimo le difficoltà che comporterebbero questi scompensi di umidità è buona regola affrontare la realizzazione della forma positiva conseguentemente alle operazioni di calco, riducendo al minimo i tempi, rendendo così facilmente colmabili le differenze di coefficiente di umidità. Per essere certi di avere un grado di umidità ottimale si deve procedere al getto del primo strato di gesso solo quando la forma negativa è satura d'acqua, ovvero quando la superficie "lucida". Per la stesura del gesso si procede come per la forma negativa, cioè pennellando o meglio a getto a mano di un primo strato di circa 5 mm. Successivamente si ripete l'operazione fino a raggiungere uno spessore di 1 cm; a questo punto se occorre si farà uso di rinforzi⁴ inglobandoli poi con un ulteriore leggero strato di gesso.

⁴ Vedi capitolo "I rinforzi" pag.

Dopo un periodo sufficiente perchè il gesso acquisti una buona consistenza, si distrugge la forma, che per tale ragione prende il nome di forma perduta, scalpellandone cautamente lo spessore.

Nella realizzazione di stampi in una forma a tasselli, non si pone il problema del coefficiente di umidità, dal momento che i tasselli possono essere più asciutti possibile.

Si procede in primo luogo a rendere antiadesivi i tasselli, isolando la superficie che andrà a contatto con gesso liquido, con una soluzione alcoolica di gommalacca, oppure con una soluzione di sapone in acqua con l'aggiunta di olio d'oliva in maniera da facilitare le operazioni di separazione dopo la presa del gesso. A questo punto si chiude la forma e si procede colando dentro del gesso liquido, avendo cura che tutta l'aria contenuta nelle cavità abbia modo di fuoriuscire e che il gesso penetri in ogni sinuosità.

Successivamente si andrà ad ingrossare lo spessore e se necessario ricorrere a rinforzi. Una volta che il gesso ha raggiunto una consistenza adeguata si apre la valva di contenimento dei tasselli, e si procede a sformare il modello di gesso rimuovendo con cura tutti i tasselli. A questo punto il calco è pronto per ripetere da capo le operazioni e fornire altre copie di modelli in gesso.

Nel caso di calchi a buona forma le operazioni sono le stesse di quelle adottate per la formatura di un calco a tasselli.

Capitolo 2 – GLI ELASTOMERI

Nei sistemi di stampaggio, per la riproduzione delle opere d'arte, hanno assunto una rilevante importanza i materiali plastici a base di siliconi; questi per la loro versatilità hanno soppiantato quasi completamente i materiali tradizionali della formatura come il gesso e le colle animali.

Alcuni metodi di stampaggio sono quasi scomparsi, come il calco a tasselli, il quale è utilizzato solo per opere di particolare complessità che devono essere riprodotte in creta, in quanto i siliconi non hanno capacità igroscopiche⁵.

Nei procedimenti di formatura come lo stampo "a calza" o lo stampo "a intercapedine"⁶, ideati per la formatura con le colle animali, i materiali tradizionali sono sostituiti dai siliconi. La formatura in gesso è relegata allo stampaggio semplice, per gli stampi a perdere e per la ceramica. Le tecniche di formatura sono state innovate dal silicone plasmabile, che solo nelle applicazioni più semplici è simile al calco diretto in gesso in creta o a cera, ma che in realtà permette formature complesse senza particolari attrezzature.

⁵ L'igroscopia (o igroscopicità) è la capacità di una sostanza di assorbire prontamente le molecole d'acqua presenti nell'ambiente circostante.

⁶ Vedi pag. 11

Tutta la produzione di oggettistica, gli stampi per uso alimentare, per la fonderia artistica, per l'industria automobilistica, nautica, in campo medico e per la riproduzione di opere d'arte, è legata alle gomme siliconiche.

Le principali caratteristiche degli elastomeri sono: alta fedeltà nella riproduzione della superficie, elasticità e resistenza alla lacerazione, ciò consente di sfornare oggetti anche con un alto numero di copie che mantengono inalterate le caratteristiche iniziali.

Le gomme siliconiche sono prodotti costituiti da due componenti: base e catalizzatore, che vulcanizzano⁷ a freddo.

La massa viene impastata con il catalizzatore in percentuali variabili a seconda del tipo di gomma; questa, dopo un certo periodo solidifica trasformandosi in un prodotto elastico, stabile nelle dimensioni e irreversibile. Le gomme siliconiche sono antiaderenti per gran parte dei materiali, ciò significa che sia i modelli, che le materie impiegate nello stampaggio, non hanno bisogno di alcun trattamento con isolanti. Oggi disponiamo di molti tipi di elastomeri di silicone che si classificano in due categorie: plasmabili e colabili. I siliconi plasmabili si usano sul modello come una plastilina ricoprendolo totalmente, le proprietà tissotropiche⁸ di queste sostanze permettono la lavorazione verticale delle superfici: il materiale durante il tempo di pot-life rimane saldamente a contatto con la superficie del modello senza cedimenti.

In questa categoria rientra anche il silicone pennellabile. I siliconi a colaggio per la loro composizione sono indicati per modelli dai dettagli più complessi, che restituiscono con una fedeltà maggiore rispetto ai siliconi plasmabili. Si possono usare in vasca o a stampo aperto, per piccoli oggetti in altorilievo, o creando un intercapedine tra modello e valva in gesso⁹. Per incollare le gomme già vulcanizzate tra loro o sui supporti si usano i comuni siliconi per vetro.

2.1 LO STAMPO IN ELASTOMERO DI SILICONE

E' uno stampo a buona forma che permette di effettuare molte riproduzioni. Per restare dentro i limiti dell'opera d'arte la legislazione definisce un massimo di otto copie, più quattro prove d'artista. Ma questi stampi permettono anche centinaia di repliche con materiali non aggressivi. Il prototipo da riprodurre deve essere resistente privo di frammenti che si stacchino facilmente. Il materiale del prototipo dovrà essere di: gesso, terracotta, pietra, metallo, legno, poliestere, poliuretano, polistirolo indurito in superficie con intonaco, etc. L'elastomero è autostaccante; solo per alcuni materiali (la terracotta, le resine poliuretaniche, poliesteri, epossidiche) è indicato l'uso di un agente distaccante, sotto forma di cere isolanti. Uno stampo in elastomero è costituito da due elementi principali: la membrana in silicone (impronta negativa del modello) e la valva in gesso che conferisce allo stampo la rigidità

⁷La vulcanizzazione provoca una modificazione della conformazione molecolare del polimero alla quale è dovuto l'aumento di elasticità e resistenza a trazione, la soppressione di proprietà negative quali l'abrasività e l'appiccicosità oltre che una maggiore resistenza agli effetti dell'ossigeno atmosferico e a molte sostanze chimiche.

⁸ tissotropia (o tixotropia) è la capacità che ha un liquido di variare la sua viscosità sotto l'azione di forze meccaniche (o al variare della temperatura) e di tornare allo stato precedente al cessare dell'azione meccanica.

⁹ Si dice comunemente "valva in gesso" o "madreforma" la forma esterna del calco negativo che contiene i tasselli o la gomma siliconica.

dimensionale. A seconda della grandezza del modello formato in gomma, le valve possono essere realizzate anche in resina.

2.2 IL PIANO DI GIUNTURA

Rappresenta il taglio della formatura, e si studia con accuratezza per ogni tipo di stampo, razionalizzandone l'esecuzione in rapporto alle operazioni di tiratura. Vengono prese in considerazione: la forma del modello, le dimensioni e le esigenze delle copie in rapporto alle tecniche ed ai materiali da utilizzare.

La linea di formatura, deve stabilire la linea ottimale nella divisione dello stampo: viene disegnata sul modello con una matita grassa o un pennarello identificando esattamente le parti dello stampo che si devono ottenere. Il piano di separazione che segue la linea è realizzato a incasso se il modello si può collocare su un piano orizzontale¹⁰. Per lo stampo di modelli verticali si realizza per la separazione una banda di creta di cinque centimetri di spessore, applicata a contatto della superficie del prototipo che segue esattamente la linea di divisione segnata. Su questo piano provvisorio si segnano le chiavi e questo verrà rimosso dopo l'esecuzione della parte definitiva dello stampo dove rimarranno impresse.

Il mantello di silicone, definisce in modo ottimale la superficie del prototipo ma la sua elasticità non permette di mantenere la forma. Si esegue una cappa rigida in gesso sulla gomma provvista di richiami si risolvono i sottosquadri

rilevanti con la costruzione di pezzi muniti di richiami. Ciò permette di ridurre il numero degli elementi dello stampo e semplifica la sformatura.

La cappa di gesso ricopre la pelle in elastomero e i pezzi di gesso dei sottosquadri per ben mantenerli.

La sformatura del modello, è un'operazione minuziosa che richiede una grande attenzione:

a - si solleva il bordo della valva in gesso, poi i pezzi in gesso

b - la pelle in elastomero si distacca con delicatezza per evitare lacerazioni

c - si ricolloca successivamente la membrana ben sistemata nel controstampo, dopo aver sistemato i pezzi dei sottosquadri

d - far attenzione a che nessun agente esterno siano caduto tra la pelle elastica e la cappa in gesso, e che la membrana sia perfettamente applicata alla cappa per evitare le deformazioni che eventualmente si riproporrebbero nelle successive copie.

2.3 LA GOMMA DI SILICONE LIQUIDA

La gomma siliconica liquida si utilizza per colata; è dotata di grande capacità di penetrazione e riesce a definire ogni piccolo dettaglio con estrema precisione.

Per realizzare stampi in piano (bassorilievi, placchette ecc.) non presenta particolari difficoltà, ma a volte per l'esigenza di definire particolari tipi di modellato diventa indispensabile il suo impiego anche in opere poste verticalmente: con i metodi di stampo a intercapedine e bivalva si riesce a effettuare il vuoto necessario

all'introduzione del prodotto.

La gomma in generale va catalizzata in percentuali del 5%¹¹.

¹⁰ Si tratta di una "messa in parata". Vedi pag. 3

Calcolata la quantità da usare viene colata in un recipiente e unita al catalizzatore, si amalgama per almeno un minuto per ottenere un impasto uniforme in tutta la massa. La mescola del prodotto si effettua lentamente per non inglobare bolle d'aria. Si lascia deareare per dieci minuti prima di colare. La gomma siliconica a colata ha un pot-life¹², di circa 3 ore, sufficiente a permettere la fuoriuscita delle bolle dall'intercapedine. Dopo 18/20 ore ore si ha la vulcanizzazione completa.

Il processo si può accelerare se lo stampo si trova vicino ad una fonte di calore o in ambienti con una temperatura di 30° /40° C.

Per bassorilievi piani di piccola dimensione si realizza lo stampo "in barca": si circonda il modello con sponde di creta, sufficientemente alte per ricoprire il modello. Il composto di silicone deve superare per almeno un centimetro il rilievo massimo e di mezzo centimetro lateralmente. Per piccoli modelli il calco in gomma è abbastanza resistente e compatto da essere autoportante, per opere più grandi è necessaria una valva di sostegno in gesso. Con questo metodo la parte appoggiata alla base non verrà riprodotta.

Per realizzare lo **stampo semplice bivalva**, si posiziona il modello sul piano, ad una distanza di un centimetro dai lati si realizzano dei cunei che serviranno da chiavi. Si crea attorno al modello con le chiavi una scatola di contenimento con i lati che si restringono in altezza, sigillando gli angoli per evitare che ci siano fessure da dove possa fuoriuscire la gomma.

Si prepara la gomma unendola al catalizzatore e si cola la miscela fino a coprire la metà del modello, con uno stecchino si passa attorno alla base nell'angolo di unione con il modello e in tutte le zone rientranti, in quanto le bolle d'aria tendono a formarsi negli angoli.

Se si dispone di una pompa per creare il sottovuoto si ha la massima garanzia di risultati.

Si completa colando il resto della gomma fino a superare di un centimetro in altezza il punto più alto del modello.

Avvenuta la vulcanizzazione si sforma la scatola di contenimento e si realizza la valva di gesso. Per prendere l'impronta della parte coperta dalla base, si alzano sulla valva di gesso con l'argilla, delle pareti a rientrare alte più di un centimetro dal massimo rilievo del modello, a fianco si posiziona il canale d'ingresso e il canale di sfiato per l'accesso dei materiali delle copie.

Si isola il silicone con cera liquida distaccante e si cola successivamente la gomma liquida. Dopo la vulcanizzazione, si tolgono le pareti d'argilla lasciando i canali d'ingresso e di sfiato e si esegue la seconda valva di gesso. Sformato lo stampo si toglie il prototipo e si posizionano le gomme nelle valve di contenimento, si chiude lo stampo facendo combaciare le chiavi con le contro chiavi e nel vuoto che rimane si cola il materiale delle copie.

Lo **stampo ad intercapedine**, si utilizza

per opere a tutt'orlo o con rilievi di una certa complessità.

L'ordine delle operazioni è invertito si realizza prima la cappa in gesso, e in un secondo tempo la colata in elastomero. Per questo tipo di formatura si usa soltanto la gomma liquida.

¹¹ Tale percentuale può variare a seconda della casa produttrice della gomma, quindi è sempre consigliabile consultare le schede tecniche allegate ai prodotti.

¹² Il pot-life è il tempo che impiega il materiale a raggiungere il primo stadio di reazione, primo step verso il cambio di stato definitivo.

Questo metodo permette di utilizzare un quantitativo di gomma inferiore perchè circonda il modello con uno spessore uniforme.

Due sono i metodi principali:

- a- **il sistema a calza**, applicato a modelli con rientranze poco accentuate che possono facilmente essere estratti interamente dallo stampo elastico
- b- **lo stampo a intercapedine bivalve**, impiegato per modelli con particolari rientranze e di una certa dimensione, dove l'elastomero viene estratto in due parti.

Lo stampo a calza, si esegue per copie che si realizzano a riempimento con la tecnica della colata; gli stratificati¹³ si possono realizzare solo in presenza di un'ampia apertura alla base e con l'interno facilmente raggiungibile.

Si procede nel seguente modo:

- il prototipo viene saldamente ancorato al piano di lavoro e su questo si applicano le chiavi di riferimento per lo stampo.
- il modello viene protetto da una pellicola trasparente per uso alimentare
- un manto di creta o di plastilina ricopre il modello per uno spessore di almeno un centimetro, la superficie di copertura così ottenuta deve presentarsi senza rientranze né asperità e quindi si colmano gli avvallamenti considerando la direzione d'estrazione del pezzo.
- Il manto provvisorio verrà munito circondando la sua base ad un centimetro di distanza di un cordolo di creta, che nello stampaggio in gesso diventerà la sede dell'elastomero.
- Nella parte superiore si fissano l'imbuto d'ingresso e i canali di sfiato, altri sfiati collocati nei punti culminanti del modello, queste aperture eviteranno che sacche d'aria rimangano all'interno dello stampo.
- Se la forma del rivestimento lo permette si può realizzare un solo manto in gesso come sostegno, nel caso lo impedisca si procede alla realizzazione del piano di separazione per dividere in due o più parti la controforma di gesso.
- Sul manto di creta si segnano le linee di separazione e si realizza il divisorio pareti di creta o con lamine metalliche infilati nel manto.
- Si realizza il primo pezzo in gesso e quando ha fatto presa si toglie il divisorio, si segnano le sedi per le chiavi si pulisce e si applica un'isolante.
- Realizzata la controforma in gesso dopo la presa si sforma la valva di contenimento, che viene pulita ed isolata.
- Il manto di rivestimento provvisorio in creta viene tolto, compresi gli imbuti e il cordolo alla base
- si toglie la pellicola di protezione al prototipo
- le valve in gesso si posizionano nuovamente alle loro sedi, controllando che le linee di giuntura siano perfettamente allineate. Lo stampo viene chiuso e sigillato dall'esterno sia nel piano d'appoggio e sia nei punti di contatto dei vari tasselli con creta o gesso e stretto con elastici o nastro adesivo.
- Tra il modello e lo stampo in gesso rimane un "vuoto" che verrà riempito dalla gomma siliconica a colata già catalizzata.

Durante il riempimento, se è possibile si consiglia di inclinare più volte lo stampo in differenti sensi, e favorire in questo modo l'evacuazione di sacche d'aria tra lo stampo di contenimento e il modello e far raggiungere alla gomma liquida tutte le parti. Dopo la vulcanizzazione che avviene in circa 18/20 ore si possono aprire le valve togliere la gomma. Lo stampo in gomma si deve sempre rimettere nella sede rigida in gesso, dopo ogni sformatura.

Per lo stampo ad intercapedine bivalve, si stabilisce sul modello la linea ottimale per la divisione dello stampo, si posiziona orizzontalmente sul piano di lavoro, incastonandolo nell'argilla seguendo la linea di separazione prestabilita. Il prototipo è circondato dal piano di separazione realizzato in

¹³ Per stratificati si intendono realizzazioni in resine poliesteri o epossidiche. Vedi capitoli da 3 a 7

creta per cinque centimetri di larghezza, che rappresenta lo spessore dello stampo.

Sul modello dopo l'esecuzione del piano di separazione, si fabbrica in argilla l'equivalente della pelle in elastomero con una superficie regolare, priva di spigoli e asperità, ricoprendolo con uno strato di almeno un centimetro di spessore, una copertura che elimina tutti i sottosquadri, dai piú piccoli alle rientranze piú consistenti. Si eseguono i tasselli in gesso nei casi dove le rientranze occupano degli spessori rilevanti, che si collegano con delle chiavi alla controforma in gesso piú grande. Il canale d'ingresso viene sistemato nella parte alta della cappa di creta del modello; il canale di sfianto principale è collocato a fianco all'ingresso se la parte alta ha un solo vertice, se ci sono diverse altezze se ne colloca una per ogni rilievo importante, per evitare che si formino sacche d'aria. Per modelli a tuttotondo bisogna prevedere un canale d'ingresso, che serve da condotto per introdurre nello stampo chiuso, resina, gesso, cera o altro materiale per l'esecuzione delle copie.

L'intero rivestimento si ricopre con un manto di gesso con uno spessore di almeno 5 centimetri con rinforzi. Dopo la presa del gesso lo stampo viene capovolto e si protegge il modello e si riveste con la creta come la parte precedente, si scavano i richiami sul gesso. Si isola il gesso del piano di separazione e si realizza la seconda valva di contenimento.

La valva a seguito della presa viene aperta, levigata da ogni asperità, tolta la creta che ricopre il modello. Sulla banda di creta provvisoria che lo circonda si segna con un piccolo solco che servirà da richiamo per le parti in gomma dello stampo. Il gesso di contenimento si posiziona nella sede dei richiami, lasciando un'intercapedine tra il modello e il contenitore rigido. Si sigillano con attenzione la fessura della linea di separazione e la base del modello con del gesso imbevuto nella stoppa, la gomma liquida pur avendo una viscosità apparentemente elevata, lentamente riesce a penetrare ovunque e potrebbe facilmente fuoriuscire dallo stampo.

Sopra la valva di gesso si crea un imbuto di creta e si cola la gomma liquida all'interno, si muove lo stampo in varie direzioni

per far uscire l'aria dalle parti piú difficili del modello. L'aria evacua costantemente dalle altre aperture create a misura per la colata. Riempire fino alla sommità e controllare che non ci sia bisogno di rabbocchi prima della fine del pot-life. Effettuata la vulcanizzazione (18/20 ore dopo) si apre lo stampo e si ripete l'operazione nella parte dove è rimasto il rivestimento di creta. Si libera il modello dalla creta, si elimina la pellicola di protezione e si isola la gomma a contatto con il piano di separazione, le gomme siliconiche pur essendo antiaderenti con gli altri materiali si incollano fra loro.

Stringere sigillare lo stampo e versare la gomma liquida.

Quando la gomma sarà vulcanizzata si sforma lo stampo e si estrae il modello, lo stampo così ottenuto si presenta diviso nelle varie parti ma molto preciso per la sua ricomposizione: la possibilità di lavorare su uno stampo aperto mette al riparo dalle sorprese di copie malriuscite, con i piani aperti si possono facilmente raggiungere gli spazi piú difficili operando con tranquillità. Questa tecnica anche se lunga e difficile da applicare a sculture complesse è ideale per la riproduzione seriale se si vuol ridurre al minimo il ritocco delle copie.

N.B. Nei calchi effettuati in gomma siliconica liquida, l'uso di prodotti a base di acidi chimici particolarmente aggressivi possono incidere sulla durata del silicone: per mantenere lo stampo in perfetta efficienza ogni trenta stampi si

tiene in forno per circa un'ora a 100° C facendo evaporare solventi e sostanze assorbite dalla gomma.

2.3 LA GOMMA DI SILICONE PLASMABILE

Nelle operazioni di formatura è il modello in genere a essere collocato su un piano per realizzare lo stampo, ma spesso capita che il soggetto da riprodurre sia inamovibile e quindi si deve sformare, prima la parte di gesso e poi estrarre lentamente la gomma: questo se ci si trovi nella impossibilità di collocarlo orizzontalmente. Una gomma a caratteristiche fortemente tissotropiche permette di poter lavorare in verticale o "a soffitto" senza cadere né cedere né depositarsi verso il basso.

Con la gomma siliconica plasmabile il modello viene totalmente ricoperto da uno spessore uniforme, da una pasta grigia di consistenza simile alla plastilina, un'operazione diretta e immediata, che a seguito della vulcanizzazione dell'impasto ha bisogno solo di una valva rigida di contenimento. La facilità d'uso di questo prodotto ha reso alla portata di tutti l'antica tecnica della formatura, permettendo a chiunque di riprodurre facilmente oggetti tridimensionali senza avere una specifica preparazione. La gomma si catalizza al 3-4 % con un gel giallo che si impasta fino a raggiungere un colore omogeneo. Il prodotto si lavora con mani umide perchè la gomma tende ad attaccarsi alla pelle. Non è tossico e non provoca irritazioni.

Per modelli di grande dimensione, si programmano le linee di separazione e affinché la precisione sia assoluta. Si progettano i punti divisori in modo che lo stampo elastomero si possa ancorare alla valva rigida e che tutte le parti di gomma combacino perfettamente.

Prendiamo ad esempio una testa e l'uso del silicone plasmabile per realizzare uno stampo utile ad eseguire delle repliche. Identificata la linea di separazione disegnata a matita sul modello si prepara la gomma. Impastare con le mani la quantità che si può lavorare comodamente generalmente non più di 400 gr.

Al centro della gomma si sagoma con le dita una vasca per deporre il catalizzatore e si impasta fino a che scompaiano le venature giallastre ottenendo un colore verde chiaro uniforme. La lavorabilità della gomma è di circa un'ora e può essere ripresa anche se lo strato applicato ha già cominciato la presa. Si applica sul modello uno strato di spessore continuo cercando di non imprigionare delle bolle tra il modello e gomma, stando attenti soprattutto alle rientranze aggiungendo il nuovo impasto sempre sull'orlo dello strato precedente, premendo e facendo avanzare lo strato inferiore in modo che non rimangano i segni delle varie applicazioni. E' sconsigliato procedere da più parti e comunque prestare attenzione al contatto fra le parti quando si uniscono i diversi impasti, si possono creare venature o vuoti d'aria.

La superficie esterna deve essere regolare evitando l'effetto di buccia d'arancia, perchè il manto in elastomero si posizioni comodamente nella valva rigida aderendovi.

Si termina la parte dello stampo, controllando che non ci siano irregolarità sulla superficie, aggiungendo della gomma dove lo spessore appaia insufficiente e colmando gli avvallamenti in modo da eliminare rientranze che possono creare una resistenza alla sformatura. Le parti finali della gomma vengono rinforzate fino a raggiungere uno spessore di 1 cm, in modo che il punto di contatto fra le parti avvenga comodamente. Si può iniziare subito la seconda parte dello stampo in elastomero, basta isolare le parti dove le due gomme vanno a contatto con

della cera distaccante, e si esegue la formatura come per la prima zona. La gomma impiega per completare la vulcanizzazione 8/10 ore, in questo periodo non si può costruire lavalva di contenimento, perchè si danneggia lo stampo elastico. Prima di costruire la valva di contenimento rigida si alza con la plastilina per un'altezza di 3 cm la linea di separazione, scavando su di essa le controchiavi. La cappa di sostegno si esegue in gesso per opere di piccole e medie dimensioni, per stampi di grande volume è più appropriato l'uso della resina, le controforme devono seguire la conformazione della pelle elastica e staccarsi perfettamente. Per lo stampo in resina poliestere si consiglia di isolare la gomma vulcanizzata e definire con cura la parte della linea di separazione che praticando dei fori passanti diventa la sede dei bulloni a cui si avviteranno i dadi per tenere unite le varie parti dello stampo rigido.

2.4 L'EPOMASTER

Un altro tipo di resina È indicata per costruire controstampi leggeri rigidi e resistenti È l'epomaster, un formulato a base epossidico, spatolabile. E' preparato unendo i due componenti in pasta in rapporto 1/1, e mescolati con una spatola fino ad impasto omogeneo.

Il pot-life del composto dura 20 minuti, e l'indurimento definitivo si ha dopo quattro ore.

Con una sola passata si raggiunge uno spessore di 5/10 mm, in esso sono contenute fibre di rinforzo¹⁴ che legano la resina, le fibre affiorano in superficie, e per appiattirle si passa un pennello a fine lavoro, oppure si scartavetra tutta la valva dopo la presa. Per i grandi volumi si sistemano sulla superficie di resina indurita, dei listelli di legno o canne per la lunghezza dello stampo che mantengono rigida la forma, bloccandoli con punti di epomaster. E' preferibile progettare le gomme con opportuni richiami in coincidenza con la linea di separazione sia tra gomma e gomma e anche fra gomma e controforma; non è consigliabile ricoprire interamente il modello con la massa siliconica: in questo caso bisogna tagliare l'elastomero per fare uscire sia il modello prototipo che le copie. E' opportuno invece ridurre al minimo i tagli, eventualmente effettuarli in modo che possano coincidere con la linea di separazione, e in molti casi accadrà che l'elastomero sarà tagliato solo parzialmente compromettendo la buona riuscita del lavoro.

2.5 LA GOMMA SILICONICA PENNELLABILE

Questo tipo di gomma è complementare ai siliconi plasmabili. L'uso è consigliato quando si vuole ottenere sui modelli verticali una definizione migliore rispetto alle altre gomme in pasta nei dettagli profondi. La proprietà tissotopica non impedisce una buona scorrevolezza all'impasto.

Si può usare da sola, ogni passata raggiunge i 2 mm di spessore, si fanno tanti strati quanto lo spessore che si desidera realizzare. Oppure dopo aver atteso che il primo strato abbia vulcanizzato dopo di che si applica uno strato di gomma plasmabile ottenendo subito lo spessore programmato. E'

¹⁴ Vedi Capitolo 3

importante che ciò avvenga entro 48 ore dalla prima applicazione. Un altro metodo consiste nell'utilizzare la gomma a pennello, rinforzata; sul primo strato indurito si applica un secondo strato di gomma rinforzandola con garza. Questo sistema è indicato per stampi lisci o con sottosquadri che non sottopongono l'elastomero a strappi, infatti, la struttura della garza pur conferendo un rinforzo limita l'elasticità della gomma. La gomma si applica con un pennello a setole corte facendola arrivare nelle rientranze senza imprigionare bolle d'aria. Il composto di base grigio ed è unito al catalizzatore in dose del 5%¹⁵ assumendo un colore azzurro chiaro. Amalgamata con la spatola fino ad un tono omogeneo, il tempo di lavorabilità è di circa un'ora.

2.6 LA GOMMA SILICONICA PER CALCO ANATOMICO

Da vari anni è in commercio un tipo di gomma siliconica che si usa specificamente per i calchi anatomici. E' completamente anallergica, di consistenza scorrevole e non ha bisogno di agenti separatori. Si prepara unendo i due componenti in pasta miscelandoli in rapporti 1/1 in volume: ha una reazione veloce circa due minuti per la presa e dopo aver realizzato l'elastomero si può rinforzare con una camicia rigida. Si preparano piccoli quantitativi per volta, prelevando dai rispettivi contenitori la pasta, bianca per la base e rossa come catalizzatore.

Si applicano sul modello come la gomma plasmabile, fino a ricoprire l'intera superficie.

Dopo l'indurimento si forma la valva di contenimento rigida, con garza gessata di tipo ortopedico a presa rapida per piccoli stampi, per stampi di medie dimensioni essendo questo tipo di gomma più fragile di altri siliconi si deve realizzare la controforma rigida in massa di gesso o in stratificato di poliestere. Quando si avverte il calore del gesso si sforma lo stampo.

Questo materiale rispetto all'alginato¹⁶, mantiene per molto tempo la sua stabilità senza restringersi.

Le proprietà elastiche sono inferiori agli altri tipi di gomme siliconiche, ma questo elastomero si usa per fabbricare piccoli stampi da utilizzare rapidamente.

¹⁵ La percentuale può variare a seconda della casa produttrice.

¹⁶ Vedi sottocapitolo 2.7