

CRISTIANO FERRO

Titolare di EffeTre Murano e vice-presidente della sezione delle Industrie del vetro di Confindustria

Quali sono le sue considerazioni generali a proposito del contesto attuale di Murano, soprattutto a seguito di un anno drammatico per tutti a causa della pandemia?

Si cominciano a vedere segnali di ripresa abbastanza forti per quanto riguarda i mercati esteri, un po' più deboli al momento per quanto riguarda il mercato italiano e soprattutto l'isola di Murano. Questo anche perché la maggior parte delle lavorazioni sviluppate a Murano hanno come sfogo commerciale il turismo quindi, finché non ci sarà una ripresa, soprattutto di un turismo di "qualità", ci saranno ancora difficoltà. Però i segnali ci sono e piano piano, anche a confronto con quanto accade in altri Paesi, si cominciano a descrivere delle prospettive di ripresa. In quest'anno tragico ci sarebbe stata l'occasione per portare innovazioni a livello di gestione dei mercati e delle risorse, ma purtroppo questo tempo rischia di essere trascorso invano. In quest'anno e mezzo di riflessione, tutti hanno parlato molto di sfruttare la fermata forzata per avere una ripartenza più indirizzata

o indirizzata meglio ma, da quello che vedo, sembra che Murano stia ripartendo da dove e come ci eravamo lasciati.

L'isola di Murano negli ultimi anni è arrivata a un bivio. È sempre stata storicamente un'isola prettamente produttiva (pur offrendo un prodotto di nicchia) ed è sempre stata costruttrice di prodotti in vetro di qualsiasi tipologia, qualsiasi tipo di lavorazione è nata qui. Nell'Ottocento, ad esempio, si facevano le fiale per le siringhe, i contenitori per gli alimenti, e altri diversi prodotti. Molte cose che sono nate qui, per problemi logistici ed economici, in seguito hanno sviluppato la propria produzione altrove: così è stato per tante cose, compresa l'illuminazione e l'arredamento. L'apertura globale dei mercati ha sviluppato una forte concorrenza anche per prodotti che un tempo caratterizzano l'eccellenza e definivano la riconoscibilità di Murano nel mondo: questa competizione per molte vetrerie di Murano non è sostenibile. L'unica cosa che può sostenere e sostiene ancora Murano è la tradizione millenaria che definisce un

vantaggio fondato sull'esperienza e la cultura del vetro artistico. Non esiste un posto al mondo in cui, in un km e mezzo quadrato, si possano contare tante tipologie di lavorazioni sul vetro e tante commistioni tra le varie lavorazioni. A Murano potenzialmente si può fare tutto. Naturalmente però i costi non sono irrisori e, quindi, per giustificare il prezzo e valorizzare la tradizione dell'isola, è necessario produrre vetro di grande qualità.

Il futuro di Murano: quali prospettive ci sono per l'isola e per l'industria del vetro? Guardando soprattutto in termini di contaminazione e di ricambio generazionale.

Il problema è serio perché fare vetro è un lavoro faticoso che può dare soddisfazioni, ma c'è il forte rischio di fare molta fatica e di non trovare soddisfazioni. Serve manualità e tutti possono crescere con la pratica, ma penso che una buona parte delle capacità di un artigiano del vetro derivi dalle sue capacità personali, dalla sua sensibilità, dal suo gusto: tutte caratteristiche

specifiche di un artista. Sottolineo che fare vetro è un lavoro faticoso, e siamo a Venezia, dove si trovano lavori molto meno faticosi e meglio retribuiti.

Inoltre, a mio parere, il futuro è ipotecato anche dalla poca visione e progettazione del futuro da parte delle aziende: negli anni di crisi non si è investito nei giovani e oggi ci rendiamo conto che probabilmente questo sarebbe stato un investimento importante, che ripaga di tutti gli sforzi. Negli ultimi vent'anni, a causa della crisi o di poca visione del futuro, si è perduta una parte dell'aspetto umano del lavoro. Non dobbiamo scordarci che i forni si trovano in tutto il mondo e che si possono comprare, è il saper fare della manodopera che non si compra. Una volta, a Murano "rubavano" le maestranze, adesso probabilmente non ci sono nemmeno. Questa mancanza di lavoratori esperti e di qualità è una cosa che si comincia a percepire e che nel futuro definirà sempre di più la crisi del vetro di Murano, soprattutto adesso che la domanda è in ripresa, ma i costi di produzione sono lievitati.

Qui a Murano c'è anche una scuola del vetro...

La scuola a Murano è sicuramente una cosa positiva. Non scordiamoci però che la scuola è un istituto tecnico dove si ha la possibilità di svolgere ore di laboratorio che cominciano in prima e in seconda superiore, il laboratorio in fornace invece comincia dalla terza e si fanno solo due o tre ore alla settimana. La scuola dà la possibilità di capire gli aspetti tecnici, ma purtroppo non forma personale sufficientemente preparato per entrare direttamente nel mondo del lavoro. Un giornalista tedesco mi ha detto che in Germania ci sono degli accordi tra stato e aziende per cui la formazione dura molto, non un solo mese all'anno come da noi. Ci dovrebbe essere una collaborazione più solida tra stato, aziende e scuola. Forse si dovrebbe pensare ad una scuola più specialistica, non solo a quella dell'obbligo, dedicata a studenti anche di differenti fasce d'età. Sarebbe bello ad esempio che si potessero accogliere ragazzi da tutto il mondo, ci sono molti giovani (e non solo giovani) che verrebbero in Murano per frequentare corsi di studio di questo tipo,

CRISTIANO FERRO

dal carattere pratico ed esperienziale. Per fare questo credo sia necessario e fondamentale coordinare l'impegno della scuola con l'interesse delle aziende: bisognerebbe trovare una commistione tra le necessità di entrambe le parti, fare in modo che l'azienda metta a disposizione gli spazi, che la scuola possa dare il sostegno a livello scolastico ma anche logistico, e che lo stato finanzi in parte i costi. A mio parere, la Murano del futuro non sarà un'isola dove lavorano solo i muranesi; già vedo che le ultime vetrerie che hanno aperto e alcuni piccoli laboratori sono di persone provenienti da tutte le parti del mondo che sono venute qui per imparare, si sono innamorate del vetro e della laguna e qui sono rimaste per vivere e lavorare.

Affrontiamo ora il tema dello scarto. Abbiamo visto quanto i costi di gestione pesino su ogni azienda. A livello di distretto ci sono progetti o linee guida per gli scarti, il loro riutilizzo o la loro valorizzazione?

Nulla di organico, ma ci sono tanti piccoli progetti che vanno a interessare delle nicchie. Voi, ad esempio, avete calcolato e verificato i

volumi del materiale di scarto, che sono pari a 500-600 tonnellate circa ogni anno: osservando le tre aziende che hanno collaborato alla ricerca, queste (tutte e tre messe assieme) non ne producono nemmeno una tonnellata. L'anno scorso per la The Venice Glass Week, l'associazione Fucina Frammenti ha svolto uno studio sul recupero dello scarto da taglio dei bicchieri, e i bicchieri tagliati così li fa una sola azienda a Murano. Queste ricerche sono interessanti esercizi teorici, l'impostazione è corretta ma il risultato fatica ad impattare su una realtà complessa e articolata come quella di Murano. Uscendo dal settore della lavorazione del vetro, avete portato l'esempio di un'azienda tessile che recupera la polvere di marmo: questa realtà recupera 10g di polvere per ogni 1m² di tessuto e chi lavora il marmo fa centinaia di migliaia di tonnellate di polvere di marmo. Quindi, se vogliamo guardare alla sostanza, l'azienda che produce lo scarto non ha nessun interesse se non quello pubblicitario, di immagine, a collaborare alla ricerca e alla sperimentazione.

Ma si sta iniziando a fare qualcosa a proposito dei volumi di scarto che potrebbe essere interessante: è una soluzione ancora a livello embrionale ma, se funzionasse, consentirebbe di gestire tutto o in parte lo scarto prodotto a Murano. Molto dipende dalla lavorazione: c'è lo scarto colorato che può essere più interessante, quello pulito che è il migliore, lo scarto trasparente che solitamente non interessa a nessuno, e quello inquinato. In ogni caso, lo scarto contiene sicuramente parti di refrattario e quindi bisogna trovare delle lavorazioni che superino le problematiche legate a questo genere di impurità o che facciano in modo che la maggior parte dello scarto sia significativo e riutilizzabile.

Il binomio tradizione-innovazione nel caso della ricerca qui descritta si traduce nel trovare dei modi per trasformare gli scarti in materia prima per lavorazioni nuove, anche svolte con tecniche innovative. Lei cosa pensa a riguardo? Che suggerimenti può darci per far convivere questi due ambiti che possono sembrare apparentemente distanti.

Ciò che contraddistingue la lavorazione del vetro di Murano è la manualità. Se parliamo di vetro prettamente artistico, l'aspetto produttivo (quindi malleabilità o lavorazione del vetro) ha pochi sviluppi. Ci può essere uno sviluppo della sicurezza nell'ambiente di lavoro, ma a livello di lavorazione c'è poco studio e poca ricerca. Recentemente si stanno facendo passi in avanti sullo sviluppo dei forni. Nel nostro caso però, siamo condizionati ad avere forni a gas, mentre la tecnologia dei forni industriali va sempre più verso l'elettrico e quindi, per quel che ci riguarda, lo sviluppo tecnologico sta andando in una direzione che probabilmente interesserà poco ai vetrai in Murano. Al momento ci sono tipologie di forno che risalgono agli anni Ottanta e ne abbiamo anche di ultima generazione: convivono forni vecchi e nuovi, sicuramente si potrebbero installare tutti forni di ultima generazione ma per fare questo servono capacità economiche e finanziamenti. Il forno elettrico sarebbe il migliore in considerazione della ridotta quantità di emissioni ma è caratterizzato anche da delle problematiche che lo ren-

dono incompatibile con il 90% delle lavorazioni. Non fatico a pensare ad innovazioni dedicate all'ambiente di lavoro, invece sui forni e sulle tipologie di lavorazioni vedo poco margine di crescita, nonostante le tecniche di lavorazione siano ferme da ben più di cento anni. Anche gli strumenti sono sempre gli stessi di un tempo, una volta forse si utilizzavano delle leghe metalliche migliori rispetto a quelle che si hanno adesso e per questo motivo ci sono ancora persone che lavorano con strumenti che hanno cinquant'anni. Alla fine però, Murano e il suo vetro rappresenta sempre una nicchia di mercato molto ristretta e quindi parlare di innovazioni in questo contesto è davvero difficile.

LUCIANO GAMBARO

Presidente del consorzio Promovetro Murano e
Socio fondatore Gambaro&Tagliapietra

Quali sono le sue considerazioni generali a proposito del contesto attuale di Murano, soprattutto a seguito di un anno drammatico per tutti a causa della pandemia?

Come tutte le aziende e le attività italiane, Murano sta soffrendo ma i problemi esistevano già prima del COVID-19... personalmente credo che da determinati momenti, anche tragici, possono scaturire opportunità, nuove idee, progetti e obiettivi. A Murano ci sono piccole aziende che negli anni hanno saputo cambiare, organizzarsi e strutturarsi, puntando ad esempio sul mercato estero. Immagino che Murano diventerà sempre di più un'isola di micro aziende che lavorano *custom made*, su ordinazione, offrendo prodotti di altissima qualità. La mia vetreria, ad esempio, ha un catalogo e una linea produttiva ma le maggiori soddisfazioni nascono dalle collaborazioni con i designer o le multinazionali della moda che si occupano anche di oggettistica: loro hanno idee e suggestioni, noi le sviluppiamo e le produciamo con il loro nome. Si lavorano prodotti di grande qua-

lità, simbolo di Murano. Nel mondo esistono altre eccellenze nella lavorazione del vetro ma il sistema produttivo, la varietà e la tradizione di Murano ne definiscono ancora la leadership a livello mondiale. Negli Stati Uniti si trovano il maestro, l'artista o il designer, ma se qualcuno vuole qualcosa di particolare, questa piccola isola risponde attraverso un sistema che è molto variegato e complesso, una rete di collaborazioni e competenze tra loro intrecciate: è un qualcosa che altrove non esiste e che non ha paragoni.

Perciò tengo a sottolineare che dai problemi e dalle difficoltà si può uscire. Servono obiettivi chiari che bisogna inseguire con velocità e precisione. È inoltre necessario l'aiuto di un'attenta amministrazione, di investimenti in un settore che forse non avrà un'importanza economica amplissima ma che, come tradizione e come cultura, è inequivocabilmente importante. Perdere un patrimonio del genere sarebbe una follia.

Il futuro di Murano: quali prospettive ci sono per l'isola e per l'industria del vetro? Guardando soprat-

tutto in termini di contaminazione e di ricambio generazionale.

Nei momenti di crisi le aziende non assumono e, di conseguenza, i giovani sono portati ad orientare le proprie carriere lavorative verso settori floridi, che offrono spazio per idee e prospettive. Non credo che il principale problema sia la mancanza di interesse nei confronti della lavorazione del vetro di Murano: negli ultimi anni ci sono state occasioni per coinvolgere persone provenienti da tutto il mondo, giovani che hanno idee, espressione artistica e interesse per il design. Manca invece la capacità di spiegare quanto sia unica Murano: la lavorazione del vetro deve essere descritta da un punto di vista sociale e artistico, dobbiamo dare a chi impara la possibilità di ambientarsi e di restare a vivere e a lavorare a Murano. Così facendo si creerebbe un ricambio generazionale, Murano sarebbe arricchita da culture diverse perché si lavorerebbe il vetro con il contributo di persone provenienti da tutto il mondo. Ciò permetterebbe di aumentare il numero degli addetti nell'isola, si porterebbe

avanti quella che è una tradizione ormai millenaria e, magari, si svilupperebbe quella residenzialità che è fondamentale per la vita di Venezia. Un tempo le maestranze muranesi avevano una certa importanza nella società della serenissima e avevano l'obbligo di non uscire dall'isola per lavorare il vetro; probabilmente Murano è l'isola del vetro proprio grazie a questo. Forse questo approccio può essere riproposto in modo differente: devono essere creati vantaggi affinché Murano divenga attrattiva, perché c'è tutto ciò che serve per crescere professionalmente e sviluppare un'arte secolare: una vita e un'arte impossibile in qualsiasi altro angolo del mondo.

Affrontiamo ora il tema dello scarto. Abbiamo visto quanto i costi di gestione pesino su ogni azienda.

È un problema non indifferente da prendere in considerazione. Però, osservando il valore della materia prima in acquisto (della sabbia e dei vari minerali), il valore dello scarto non è poi molto al confronto con il valore aggiunto che un Maestro ve-

traio dà ai suoi prodotti. Attualmente, paghiamo per smaltire gli scarti come rifiuti speciali che vengono portati in Piemonte per essere trasformati in sottofondo stradale: ovviamente ciò non valorizza il vetro di Murano. Il tema è importante anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale, come anche quello degli imballaggi: utilizziamo spesso il polistirolo, che dovrebbe essere sostituito con alternative economicamente accettabili ma non c'è ancora un prodotto che sia equiparabile per praticità, che sia ecologico e che non pesi dal punto di vista economico.

Murano ha fatto dei grossi sforzi per assecondare le normative in merito alla gestione degli scarti, molte volte il carico di adempimenti è eccessivo e alcune soluzioni dovrebbero essere meglio commisurate alle effettive caratteristiche delle lavorazioni in Murano. Ma queste difficoltà devono essere occasioni per migliorare e non motivi per smettere di lavorare il vetro, le vetrerie in Murano devono voler migliorare, ma non possono essere penalizzate da spese e tempi lunghi.

LUCIANO GAMBARO

Rimangono sempre determinanti l'efficacia della produzione e la leva del commercio, non abbiamo le energie e il tempo per seguire iter di smaltimento complicati e con costi maggiori a quelli che sosteniamo oggi: ogni nuova idea deve essere ben analizzata, non deve complicare o mettere in difficoltà l'equilibrio dell'azienda.

A livello di distretto ci sono progetti o linee guida per una gestione migliore degli scarti, il loro riutilizzo o la loro valorizzazione?

Al momento ci sono delle proposte e stiamo attendendo le adeguate verifiche e analisi nell'ottica di considerare gli scarti come un prodotto ovvero una risorsa per le aziende muranesi piuttosto che un costo spesso ingente. Ci sono tutte le premesse per intraprendere strade nuove e, perchè no, inaspettate.

Il binomio tradizione-innovazione nel caso della nostra ricerca si traduce nel trovare dei modi per trasformare gli scarti in materia prima per lavorazioni nuove, anche

svolte con tecniche innovative. Dal suo punto di vista, come si traduce questo binomio? Può darci qualche suggerimento?

Le tecniche di lavorazione del vetro, il forno e gli strumenti sono sempre simili a quelli dell'antichità, forse perché si è già arrivati alla massimizzazione di questi strumenti. Esistono comunque dei modi per lavorare più velocemente, l'utilizzo dello stampo, ad esempio, semplifica molto la lavorazione, avvantaggia da un punto di vista economico (si fa di più in meno tempo). Tuttavia la semplificazione a volte rischia di far perdere la qualità, la capacità e la tecnica che contraddistinguono Murano. Bisogna quindi ricercare, pur semplificando, di mantenere alto il livello della qualità, della tecnica e della manualità. È fondamentale guardare all'innovazione mantenendo le caratteristiche della tradizione dell'isola. Non si impara in pochi mesi a lavorare il vetro di Murano: c'è sapienza, cultura e tradizione, c'è la storia di Murano. E questi sono gli aspetti che dobbiamo mantenere se si vuole fare della buona innovazione.

Dale Chihuly, grande artista americano, è stato un innovatore del vetro: ha studiato e capito l'arte del vetro di Murano e ha contribuito alla sua diffusione a livello internazionale facendola progredire e relazionandosi con grandi maestri (Lino Tagliapietra, Pino Signoretto e altri). Ha avuto la capacità di reinterpretare in maniera scenografica il vetro con una chiave di lettura innovativa. Un semplice piatto o vaso non vengono più visti come oggetti di arredo ma come elementi scenografici o come installazioni. Questo consente di vedere il vetro da un punto di vista inconsueto, diverso, e permette di far nascere idee nuove.

Durante The Venice Glass Week, Promovetro sostiene la collaborazione dei vetrai con artisti e designer. In occasione delle precedenti edizioni della The Venice Glass Week, che quest'anno raggiunge la quinta edizione, eventi come Glass Archipelago e la Murano Glass Street Art hanno permesso sperimentazioni e provocazioni che servono a far parlare di Murano e a far vedere cosa è possibile fare con il vetro. *Murano Glass Beyond the Barricades*

è un progetto del 2018 esposto alla galleria Bugno: le barriere new Jersey, un oggetto brutto e pesante in totale antitesi con il vetro di Murano, diventano colorate e leggere grazie ad una rivisitazione fatta di arte e artigianato virtuoso. L'ultimo nostro progetto si intitola *Murano Glass Toys* e nasce dall'idea di sviluppare l'interattività con il vetro di Murano intercettando un target solitamente non immaginabile per il vetro di Murano ovvero quello dei più piccoli.

Credo sia interessante mostrare alle persone le differenti suggestioni che offre il vetro di Murano, che non deve essere necessariamente associato agli oggetti legati alla tradizione. Tengo infine a sottolineare che i maestri vetrai non sono considerati artisti ma artigiani molto qualificati, l'arte ha un suo percorso, differente.

Nonostante le difficoltà e i problemi, storicamente Murano è sempre stata abituata a confrontarsi con momenti di grande fulgore e di grande crisi ma ne è sempre uscita. Siamo quindi speranzosi e convinti che questa nuova crisi dovuta a di-

versi fattori (tra cui la pandemia), verrà superata con una nuova Murano, magari anche diversa, ma sempre leader internazionale del vetro artistico.

LA

PROTOTIPAZIONE

Economia circolare Murano

Paola Careno, Stefano Centenaro, Filippo De Benedetti

Progettare processi a ciclo chiuso significa riconsiderare lo smaltimento degli scarti trasformandoli da rifiuto a materia prima seconda. Tale approccio è esplicito nel progetto di prodotti di cui è possibile lo smontaggio: dai singoli componenti è facile il recupero delle parti o l'individuazione delle inefficienze nelle catene produttive in modo tale da intercettare gli scarti e sviluppare la valorizzazione di questi. La ricerca quindi osserva, descrive ed elabora il vetro di Murano e i suoi scarti attraverso lo studio bibliografico e lavorando nelle vetrerie per l'analisi delle lavorazioni dei maestri muranesi e per sviluppare prototipi e campioni di materiali compositi. Sono state fatte numerose prototipazioni, precedute e seguite da analisi di laboratorio, sono stati prodotti e provati vari strumenti e sviluppate metodologie di lavoro ed è sempre stato cercato il confronto con le lavorazioni che caratterizzano l'arte muranese del vetro.

La sperimentazione e la prototipazione sono state sviluppate con lavorazioni a temperature molto inferiori a quelle tipiche della lavorazione del vetro, non sono energivore, non portano alla fusione degli scarti. Sono stati realizzati materiali compositi, costituiti da frammenti di vetro e matrici di diversa natura, attraverso processi a ciclo chiuso in modo che, a fine vita, questi non fossero considerati rifiuti speciali, bensì trasformati per consentire il recupero dei frammenti di vetro, in modo da poter essere inseriti nuovamente nello stesso processo produttivo o in uno differente.

Le caratteristiche cromatiche del vetro di Murano rendono complessa la gestione degli sfridi e ne definiscono l'alto valore in rapporto all'artigianalità delle lavorazioni di cui sono output. Se gli scarti del vetro di Murano venissero utilizzati per ottenere inerti o isolanti per l'edilizia, essi perderebbero la loro peculiarità estetica e il lavoro artigiano da cui provengono sarebbe invisibile. Inoltre, il processo produttivo che li coinvolgerebbe avverrebbe lontano dalla laguna di Venezia, luogo che contribuisce alla definizione della qualità dei materiali e che allo stesso tempo vincola al progetto di un riuso più sostenibile.

Analisi LCA

L'analisi degli sfridi di vetro è fondata sull'osservazione delle lavorazioni di cui sono frutto e ha consentito di ricavare dati per valutare la quantità e il tipo di scarti prodotti in Murano offrendo un dimensionamento dell'oggetto della ricerca. Le produzioni dei partner aziendali sono state indagate con il metodo *Life Cycle Assessment* (LCA) accantonando le questioni energetiche e perseguendo gli obiettivi di lavorare entro gli spazi delle vetrerie muranesi e di valorizzare le caratteristiche cromatiche degli scarti. L'LCA è stato utilizzato per individuare le fasi delle lavorazioni in cui vi è formazione e accumulo di scarti, ha consentito inoltre una quantificazione e un confronto tra gli sfridi: questa prima raccolta di scarti è avvenuta analizzando la realizzazione di prodotti caratterizzanti l'operato di ciascuna vetreria partner di progetto (img. 01). Successivamente, per un mese, sono stati raccolti tutti gli scarti di lavorazione delle tre vetrerie, scarti che attestano la varietà degli oggetti prodotti e l'operosità che i Maestri vetrai hanno definito rappresentativa del carico standard di lavoro. La prima rilevazione ha consentito di registrare input, output, tempi e fasi di lavorazione; la seconda ha consentito di calcolare i chili di vetro di scarto prodotti nell'arco di un anno.

Alessandro Moretti ha realizzato dodici perle da 14 mm di diametro utilizzando una bacchetta opale nera per l'anima della perla e una bacchetta opale bianca per la decorazione a "macie". È stato misurato il peso iniziale e finale delle bacchette per registrare quanto vetro fosse stato utilizzato, gli scarti sono stati pesati e i numeri messi in relazione tra loro. La bacchetta opale nera aveva un peso iniziale di 130g e a fine lavorazione pesava 80g; la bacchetta bianca aveva un peso iniziale di 45g e uno finale di 35g. La misurazione delle perle finite attesta che lo scarto è molto ridotto (tra il 2 e il 3% del vetro complessivamente utilizzato) ed è composto principalmente dalle piccole schegge di vetro che si creano per via delle tensioni interne al materiale. Alcune perle subiscono finiture tramite sabbiatura o molatura, lavorazioni a freddo usate per opacizzare o incidere la superficie delle perle. Nella moleria di Alessandro Moretti le perle vengono incise esclusivamente con una lama diamantata, che produce un fango molto puro, composto di polvere di vetro e polvere di diamante. Entrambe le lavorazioni producono piccole quantità di scarti.

Nicola Moretti ha realizzato un pesce di vetro. Il procedimento è in parte simile a quello necessario per realizzare i bicchieri a canne e le numerose fasi di lavorazione possono essere suddivise in quattro momenti: progettazione e preparazione dei materiali, lavorazioni a caldo, lavorazioni a freddo, finitura e pulizia. La realizzazione dei pesci di Nicola Moretti pro-

duce un quantitativo di sfridi molto elevato con un valore che varia dal 40 al 50% del vetro totale usato, valore che può facilmente abbassarsi, restando comunque elevato, grazie al recupero di alcuni scarti per produrre altri oggetti o grazie all'impiego di frammenti di cristallo come cotisso per produrre nuovo vetro fuso. Vi sono scarti sia durante la lavorazione a caldo che durante quella a freddo. I primi sono principalmente sfridi di cristallo e vetro colorato (spesso mescolati tra loro) e il vetro che rimane sulla canna da soffio una volta finita la lavorazione si raffredda e si spacca in frammenti che permettono una parziale separazione tra i due tipi di vetro. La lavorazione a freddo produce fango di moleria che, nel caso di Nicola Moretti, viene trattato da un sistema di depurazione per il riciclo dell'acqua. Il fango è quindi composto da polvere di vetro, smeriglio, pietra pomice, sughero e sostanze chimiche usate per depurare e filtrare l'acqua. Stimare la quantità di vetro nel fango di moleria è complicato, vengono impiegati diversi macchinari e una buona percentuale di materiale rimane depositato su questi e il miscuglio di materiali ha una composizione variabile sia in relazione all'oggetto molato che in relazione al tipo di molatura al quale lo si sottopone.

Stefano Bullo ha realizzato una piccola vetrata a rulli di circa 30x30 cm attraverso una tecnica di lavorazione quasi completamente a freddo e che produce scarto di vetro di Murano (frutto del taglio delle lastre e dei rulli che andranno a comporre la vetrata) e di vetro float (le dime, le prove di taglio). A fine lavorazione è stato stimato come il 60-65% del vetro di Murano impiegato diventi scarto mentre il vetro float ha una percentuale di scarto del 100% perché è utilizzato per le prove di taglio. Le dime di scarto però possono essere reimpiegate per prove di taglio di elementi più piccoli. Vi sono poi gli scarti del piombo che viene usato per tenere insieme gli elementi della vetrata: lo scarto è circa il 17% del piombo totale impiegato ma non rappresenta un costo gravoso poiché viene raccolto gratuitamente e riciclato mantenendo le proprietà della materia prima. L'ultimo tipo di scarto è il fango di moleria, che è differente da quello prodotto dalle lavorazioni di Nicola Moretti perché composto esclusivamente da polvere di vetro e polvere di diamante. Gli sfridi di vetro registrano un valore percentuale molto elevato ma possono essere utilizzati per lavori in vetro fusione e, se gli sfridi hanno lo stesso coefficiente di dilatazione, possono essere rifusi per realizzare nuove lastre rullate o nuovi rulli. Attualmente queste pratiche sono ostacolate da limiti tecnici ed economici, ma rappresentano virtuosi processi di economia circolare che consentono al materiale di rientrare all'interno del processo di produzione.

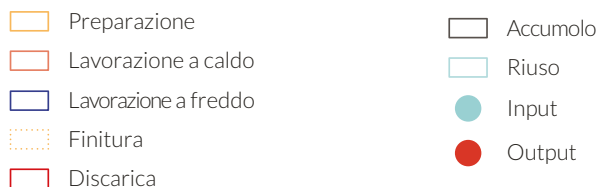
L'analisi delle tre lavorazioni ha consentito di quantificare in percentuale lo scarto generato da ogni vetraio e le stime sono state sottoposte a verifica chiedendo ai tre partner aziendali di raccogliere lo scarto derivante dalla lavorazioni svolte nell'arco di un mese: è stato così possibile includere nell'a-

01. Analisi dell'inventario, individuazione degli input, output, tempi e fasi di lavorazione delle tre vetrerie partner. Tale modello consente di rappresentare gli scambi tra le singole operazioni appartenenti alla catena produttiva effettiva.

LCA ANALISI INVENTARIO

L'analisi dell'inventario consente di rappresentare gli scambi tra le singole operazioni appartenenti alla catena produttiva effettiva: le fasi sono state classificate come riportato nella legenda accanto.

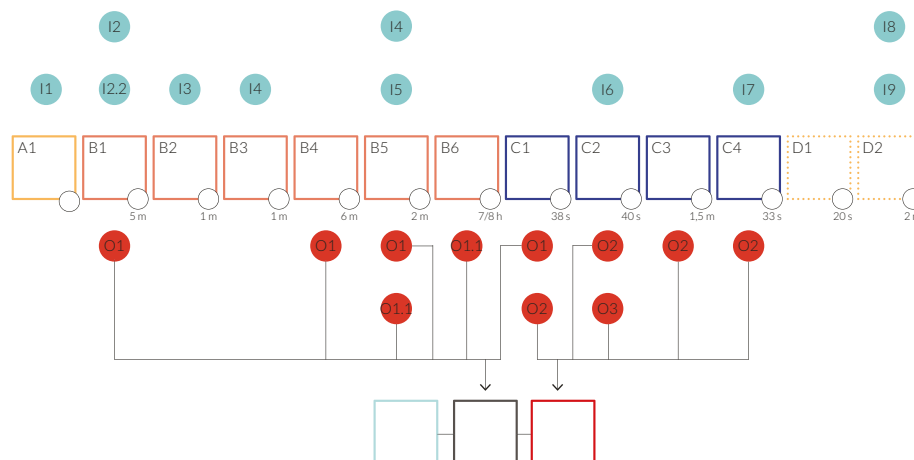
Per ciascuna vetreria è stata condotta l'analisi inventario su un prodotto specifico.



Nicola Moretti

Realizzazione Pesci in vetro soffiato. Per ogni pesce si usano 20 pezzi di canne lunghe 7,5 cm

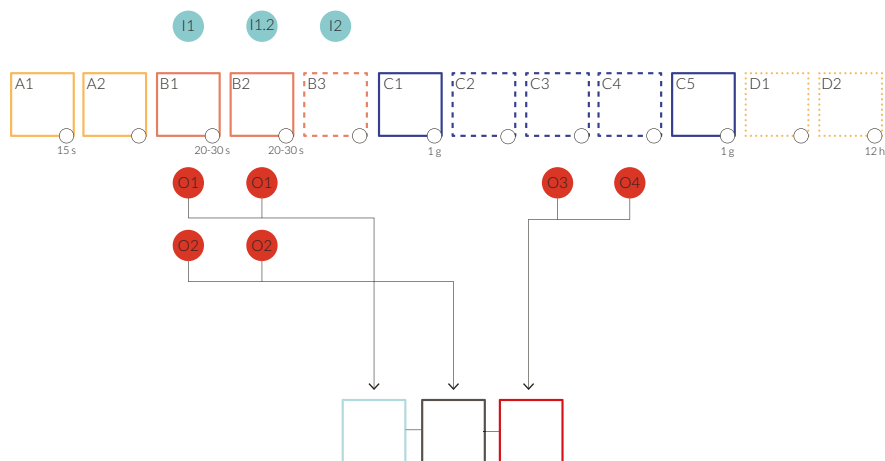
11. Cotisso
12. Canne semilavorate di filigrana con vetro lattimo (Nicola Moretti)
- 12.2. Canne semilavorate colorate blu cobalto (Effetre)
13. Polvere di gesso o talco
14. Cristallo prelevato dal crogiolo del forno
15. Griniglia di vetro colorato
16. Smeriglio (Carburo di silicio)
17. Pietra pomice
18. Base (vetrofusione tra vetro colorato e cristallo)
19. Occhi pesce (perle realizzate a lume)
- A.1 Preparazione e mantenimento della fornace con il cristallo.
- B.1. Taglio delle canne
- B.2. Riscaldamento della piastra metallica con le canne
- B.3. Base di cristallo per canna di acciaio
- B.4. Modellazione del vetro per ottenere il corpo del pesce
- B.5. Coda
- C.1. Taglio con lama diamantata
- C.2. Molatura con smeriglio
- C.3. Levigatura a nastro verticale per definire bocca e bisellatura interna ed esterna della bocca del pesce
- C.4. Lucidatura
- D.1. Lavaggio successivo operazioni di moleria
- D.2. Incollaggio degli occhi e della base
- O.1. Vetro tagliato o avanzi di canne o schegge
- O.1.2 Cristallo e vetro colorato rimasto sulla canna di acciaio usata per preparare la coda.
- O.3. Fango: polvere di vetro mescolata con acqua e/o altro (smeriglio, pomice, sughero)



Costantini Glassbeads

Realizzazione perle di diametro 14 mm e peso di 5 g. Bacchetta opale nera peso iniziale 130 g - peso finale (dopo 12 perle) 80 g. Bacchetta opale bianca peso iniziale 45 g - peso finale (dopo 12 perle) 35 g

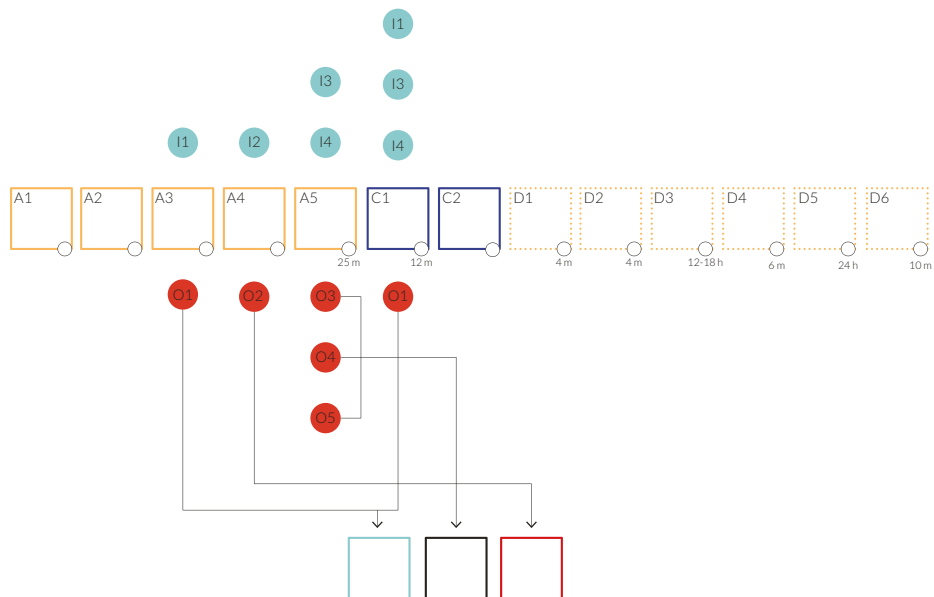
- I1. Bacchetta di vetro opale nera
- I1.1 Bacchetta di vetro opale bianca
- I2. Macie
- A1. Accensione cannello
- A2. Preparazione delle bacchette di vetro
- B1. Realizzazione anima della perla
- B2. Realizzazione decorazione perla
- B3. Decorazione a macie
- C1. Raffreddamento perla con perlite
- C2. Sabbiatura
- C3. Molatura
- C4. Incisione
- C5. Scioglimento bastoncino di rame
- D1. Lavaggio perla
- D2. Asciugatura perla
- O1. Morsi di canna
- O2. Gocce di vetro
- O3. Polvere di vetro e polvere di diamante
- O4. Polvere di vetro



Vetrate artistiche Murano

Vetrata artistica di dimensione 30x30 cm composta da 4 rulli

- I1. Piombo trafilato
- I2. Vetro float
- I3. Rulli fornace
- I4. Lastra
- A1. Progettazione a computer
- A2. Trafilatura piombo
- A3. Taglio piombo
- A4. Prove di taglio
- A4. Taglio vetro
- C1. Rilegatura vetrata
- C2. Saldatura
- D1. Eliminazione impurità
- D2. Sbrinatura
- D3. Asciugatura
- D4. Sgrassatura
- D5. Asciugatura
- D6. Pulitura vetro
- O1. Scarto piombo
- O2. Scarto vetro float
- O3. Scarto rulli
- O4. Scarto lastra
- O5. Scarto moleria



nalisi non solo la produzione di oggetti iconici ma anche una vasta gamma di produzioni e di scarti, rappresentativi di un'attività non soggetta a serialità.

Le percentuali ottenute in questa seconda analisi attestano valori differenti dai primi. Nel caso della lavorazione a lume lo scarto è cresciuto dal 2-3% al 25% per la presenza dei morsi di bacchetta e dei prodotti difettosi (le perle rotte fanno parte di un normale scarto di produzione ma nella prima analisi non ne erano state prodotte). Nel caso di Nicola Moretti invece lo scarto è pari al 45% del vetro utilizzato, valore poco distante da quello stimato con LCA. Lo scarto raccolto da Stefano Bullo durante la realizzazione di diverse vetrate ha fornito un dato inferiore a quello stimato con la prima lavorazione: si è passati dal 60-65% di scarto al 35%, una differenza spiegata dall'impiego di rulli e lastre realizzate su misura, che permettono di ridurre di molto la percentuale di scarto sul totale di vetro lavorato. Ne si desume che differenti tipologie di lavorazioni artigianali danno differenti percentuali e tipi di scarto (img. 02).

La prototipazione

La prototipazione dei compositi in scarti di vetro e matrici ha preso avvio dopo la raccolta di scarti eseguita per un mese da parte dei tre partner aziendali. Si è operato tenendo sempre fede all'intento di realizzare un materiale composito dal ciclo di vita sostenibile, inteso come riciclabile senza *downcycling* della componente vetro, e di lavorare in Murano, con tecniche e strumentazioni compatibili con le lavorazioni in corso presso le vetrerie partner di progetto. Le fasi del lavoro possono essere riassunte in cinque punti:

1. Vaglio e classificazione degli scarti
2. Frantumazione e/o polverizzazione del vetro
3. Classificazione granulometrica del vetro
4. Scelta delle matrici
5. Preparazione dei provini

1. Vaglio e classificazione degli scarti

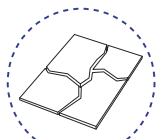
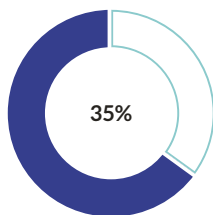
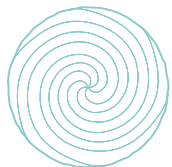
La prima fase consiste nell'eliminazione dei materiali contaminanti gli scarti e nello smistamento del vetro per macro categorie cromatiche.

Attraverso vaglio manuale sono stati raccolti e riconosciuti una serie di materiali inquinanti il vetro, come il rame delle bacchette per la lavorazione a lume, il gesso e il cemento utilizzati come distaccanti o refrattari durante la cottura nei forni, le foglie d'oro e le foglie d'argento impiegate per la decorazione, le parti di specchio e il vetro industriale. La purezza degli sfridi è una caratteristica importante per consentire il reimpiego di questi: solo

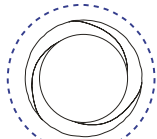
02. Percentuale sfridi a confronto.

Lavorazione
vetrate artistiche

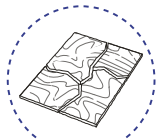
Partner aziendale:
Vetrate Artistiche Murano
di Stefano Bullo



Vetro float



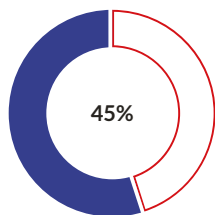
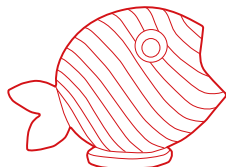
Rullo



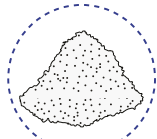
Vetro rullato

Lavorazione
del vetro soffiato

Partner aziendale:
Nicola Moretti



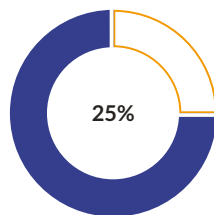
Sfridi



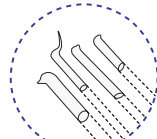
Polvere di vetro

Lavorazione
delle perle a lume

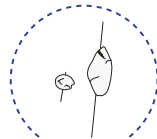
Partner aziendale:
Costantini Glassbeads
di Alessandro Moretti



Gocce di vetro



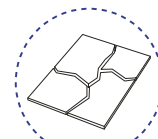
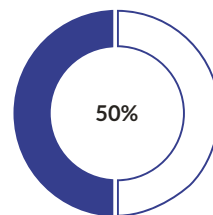
Morsi di bacchette



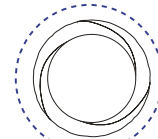
Perle rotte

Distretto del vetro
artistico di Murano

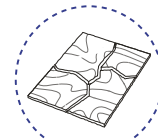
Gli sfridi prodotti dall'intero distretto di Murano ogni anno oscillano dalle 700 alle 1000 tonnellate, che corrisponde al 50% di tutto il vetro usato nelle diverse lavorazioni del vetro artistico



Vetro float



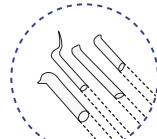
Rullo



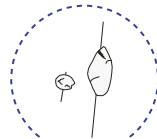
Vetro rullato



Gocce di vetro



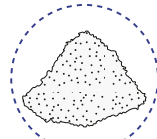
Morsi di bacchette



Perle rotte



Sfridi



Polvere di vetro

PERCENTUALI SFRIDI

■ Vetro lavorato
□ Sfridi Stefano Bullo
□ Sfridi Nicola Moretti

□ Sfridi Alessandro Moretti
□ Sfridi Murano

con opportuno vaglio è possibile stilare una prima classificazione cromatica, che è tanto più semplice quanto più gli sfridi sono di grande dimensione (ad esempio: i morsi di bacchette e i pezzi di lastre). Gli scarti sono stati divisi in sette macrocategorie cromatiche: rossi, gialli, verdi, blu, viola, nero e bianco opalino, assieme al cristallo (img. 03).

2. Frantumazione e polverizzazione del vetro

Il vetro di scarto, se umido o sporco, è stato lavato e asciugato prima di essere sottoposto a frantumazione. Questa lavorazione degli sfridi, sia di quelli più minuti che degli sfridi divisi per macrocategorie cromatiche, è stata realizzata con differenti tecniche dapprima manuali e poi meccaniche, migliorando l'efficienza del lavoro e consentendo la produzione di materie prime seconde più omogenee per granulometria e caratteristiche fisiche.

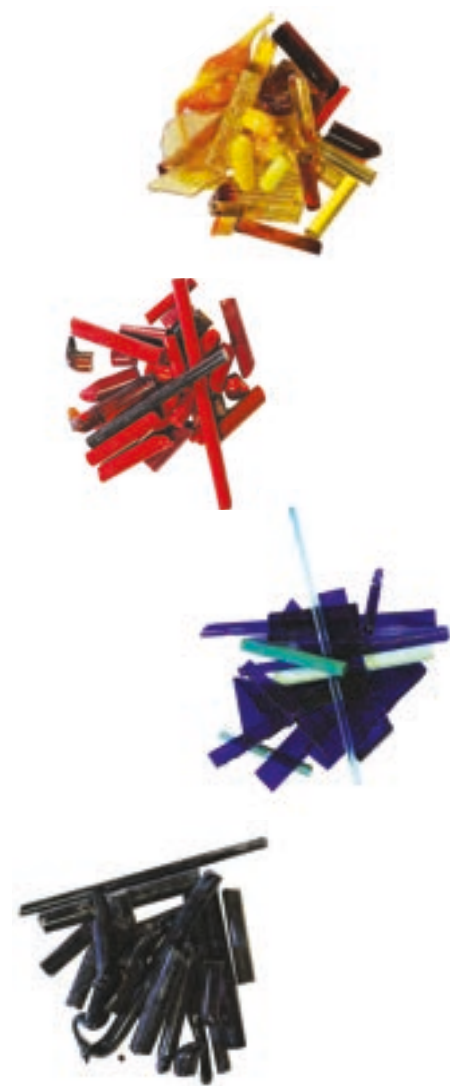
Dapprima sono stati impiegati dei mortai, ma la lavorazione era troppo onerosa in termini di tempo e dava esiti difficilmente iterabili, inadatti al lavoro di prototipazione. Si è scelto quindi di lavorare con un frantumatore meccanico a ganasce e uno a rulli che, sostanzialmente, operano come mulini consentendo di trattare anche grosse quantità di vetro senza particolare sforzo. Con la prima macchina il vetro di scarto viene schiacciato tra una ganascia fissa e una mobile, il frantumatore a rulli è costituito da un telaio sul quale sono montati i rulli: un cilindro fisso e uno mobile, trattenuto da molle. I frantumatori si sono rivelati essere strumenti ideali per la preparazione di campioni destinati sia alle analisi di laboratorio che per la produzione di materie prime seconde in grandi quantità, adatte per essere impiegate nelle lavorazioni artigianali in Murano e per la realizzazione dei provini in composito.

Per la riduzione degli sfridi in elementi di dimensioni ancora più minute è stato utilizzato anche un buratto a rotazione con sfere metalliche: grazie al movimento rotatorio del contenitore del buratto, le sfere metalliche frantumano i frammenti di vetro in dimensioni tanto più piccole quanto più è il tempo per il quale viene lasciata in funzione la macchina. Il procedimento per ottenere della polvere di vetro tramite burattatura richiede molto tempo poiché la rotazione avviene a basse velocità.

3. Classificazione granulometrica

Il vetro frantumato e polverizzato è stato vagliato con setacci a maglie sempre più fini, fino ad arrivare a riconoscere frammenti di vetro della dimensione di 0,5 mm, simili alla sabbia più sottile. I frammenti così lavorati sono stati organizzati in cinque classi di granulometria:

- Granulometria grande $7 > x \geq 5$ mm
- Granulometria media $5 > x \geq 3$ mm



03. Classificazione cromatica degli sfridi di vetro raccolti dai partner aziendali.

04. Granulometria ottenute dalla frantumazione e burattatura del vetro.

A - Granulometria grande $7 > x \geq 5$ mm

B - Granulometria media $5 > x \geq 3$ mm

C - Granulometria piccola $3 > x \geq 1$ mm

D - Granulometria piccolissima $1 > x \geq 0,5$ mm

E - Polvere $x < 0,5$ mm



A



B



C



D



E

- Granulometria piccola $3 > x \geq 1 \text{ mm}$
- Granulometria piccolissima $1 > x \geq 0,5 \text{ mm}$
- Polvere $x < 0,5 \text{ mm}$

Le granulometrie grande, media e piccola hanno dimensioni tali per cui è possibile riconoscere le diverse caratteristiche cromatiche dei frammenti che le compongono, questo non è possibile osservando la granulometria detta “piccolissima” perchè il vetro ha dimensioni che non consentono il riconoscimento dei singoli frammenti. La polvere ha una consistenza e un aspetto completamente differente delle granulometrie appena descritte, si presenta come un talco dalla colorazione omogenea ma leggermente sbiadita rispetto ai colori principali del vetro di partenza, la dimensione media dei pezzettini di vetro è pari a $200 \mu\text{m}$, la granulometria più piccola sperimentata durante la ricerca (img. 04).

4. Scelta delle matrici

Un materiale composito è costituito da due o più sostanze, la cui unione dà origine a un prodotto avente proprietà fisiche differenti rispetto a quelle dei singoli elementi che li compongono. Può essere realizzato impiegando un rinforzo che ne assicura resistenza meccanica e rigidità, e una matrice (detta anche legante) che racchiude il rinforzo e che può anche definire la forma del manufatto stesso. In questo caso specifico il vetro di Murano costituisce il rinforzo, le matrici che danno forma al manufatto e tengono assieme i frammenti di vetro sono soluzioni di varia origine che permettano la reversibilità del materiale composito.

Gli esperimenti sono stati effettuati impiegando leganti minerali (gesso alabastrino e cemento bianco), chimici (resine epossidiche), polimeri naturali (PLA) e leganti naturali (colla d’ossa, colla di coniglio, colla di pesce, gomma arabica, gomma copale manila, gomma damar, gomma sandracca, colofonia, caseina in polvere, amido di riso) (img. 05). Questi leganti sono stati impiegati in via esclusiva e successivamente anche in miscela; durante le diverse sperimentazioni sono stati provati oltre trenta tipi di miscele frutto del tentativo di risolvere alcune problematiche che i singoli leganti presentavano durante la fase di lavorazione, di asciugatura, di verifica all’idrosolubilità o, più semplicemente, di scarsa resistenza meccanica.

Infine la ricerca ha prodotto materiali compositi caratterizzati dalla reversibilità del processo, sfruttando le caratteristiche del vetro: in quanto materiale permanente, le proprietà subiscono difficilmente delle alterazioni nel tempo e quindi quando l’unione tra matrice e frammenti di un materiale composito viene dissolta, la componente vitrea può essere recuperata.










05. Alcuni campioni delle matrici testate per la realizzazione del materiale composito: colla naturale (A), resina naturale (B), acido polilattico PLA (C).

06. Fase di preparazione di alcuni provini.



MATICI	SCARTI DI GRANULOMETRIA GRANDE	SCARTI DI GRANULOMETRIA MEDIA	SCARTI DI GRANULOMETRIA PICCOLA	SCARTI DI GRANULOMETRIA PICCOLISSIMA	POLVERE DI VETRO	SCARTI DI CONTERIA
Cementi - gessi	8	8	8	10	4	4
Polimeri termoindurenti	6	6	8	8	0	8
Polimeri termoplastici	4	8	8	8	4	10
Colle naturali	20	16	14	10	2	4
Gomme naturali	8	8	4	8	2	0
Resine naturali	4	4	4	0	0	0
Amidi	6	10	10	8	0	4
Caseina	6	8	10	8	0	4
NUMERO PROVINI REALIZZATI						302

	Facile lavorabilità, brevi tempi asciugatura, buona resistenza meccanica
	Facile lavorabilità, lunghi tempi asciugatura, buona resistenza meccanica
	Facile lavorabilità, brevi tempi asciugatura, scarsa resistenza meccanica
	Facile lavorabilità, lunghi tempi asciugatura, scarsa resistenza meccanica
	Difficile lavorabilità, lunghi tempi asciugatura, buona resistenza meccanica
	Difficile lavorabilità, brevi tempi asciugatura, scarsa resistenza meccanica
	Difficile lavorabilità, lunghi tempi asciugatura, scarsa resistenza meccanica

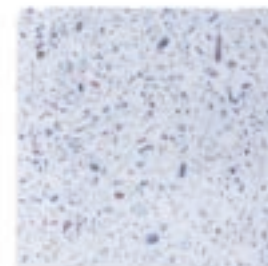
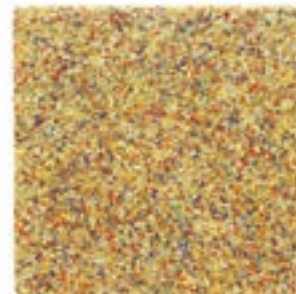
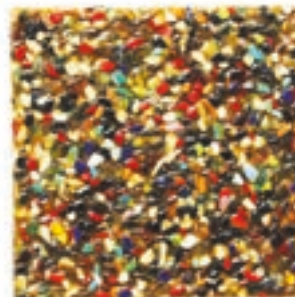
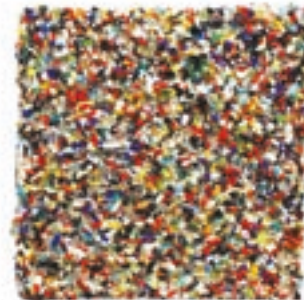
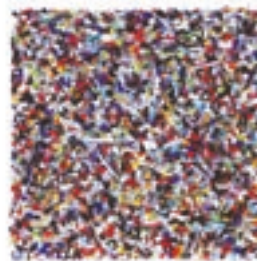
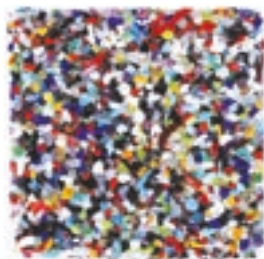
5. Preparazione dei provini

Con i vetri di differenti granulometrie e le matrici descritte sono stati realizzati circa trecento provini di dimensioni 10x10x2 cm impiegando stampi in silicone che permettessero un facile scasseramento delle piastrelle in composito, spesso però compromettendo una adeguata asciugatura dei provini (img. 07). Per ogni abbinamento (matrice e frammenti di vetro) sono state provate differenti percentuali in peso di mescola (a partire 50% di matrice + 50% di frammenti di vetro sino, in alcuni casi, ad arrivare al 25% di matrice + 75% di frammenti di vetro). Ogni variazione di percentuale dà esiti molto differenti e condiziona la lavorabilità e le caratteristiche macroscopiche del materiale prodotto, come durezza, elasticità, odore, colore e trasparenza; ogni abbinamento, per valorizzare le caratteristiche del vetro, ha richiesto una specifica ricetta non sempre facilmente intuibile.

Impiegare matrici naturali consente di ragionare in merito alla sostenibilità e alla reversibilità dei compositi ma costringe ad affrontare problemi di resistenza meccanica, di idrosolubilità e di resistenza alle muffe e ai batteri, problemi che non sempre possono essere risolti con l'impiego di additivi. La trasparenza di alcune matrici offre prodotti piacevoli alla vista, perché valorizzano le cromie degli scarti di vetro e hanno il potenziale di poter essere prese in considerazione per usi in ambito edile o del design (img. 08).

07. Tabella riassuntiva delle matrici e degli inerti realizzati con il vetro di scarto, vi sono indicati i risultati che più valorizzano il vetro di Murano. Per ogni combinazione tra matrice e scarto di vetro sono state realizzate almeno due prove per verificare la riproducibilità dei risultati; inoltre per ogni combinazione si sono provate differenti variazioni delle due componenti, in alcuni casi anche cinque variazioni di percentuali matrice/vetro al fine di migliorare alcuni problemi di lavorazione, estetica e asciugatura.

08. Provini 10x10cm realizzati con frammenti di vetro e diverse tipologie di matrici.

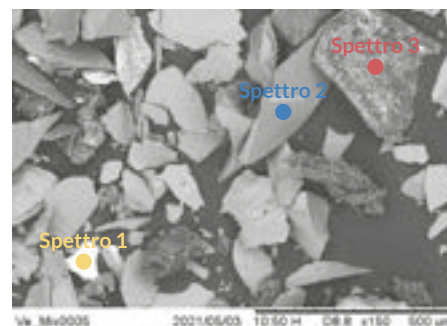
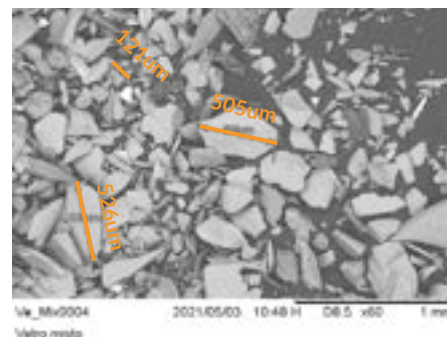


Sono stati realizzati anche provini con matrici più tradizionali (cemento, gesso e resina epossidica), anch'esse capaci di offrire valide possibilità di riutilizzo degli sfridi del vetro. Tra le differenti sperimentazioni, due matrici si sono contraddistinte: il cemento bianco fotocatalitico e la resina epossidica. Il cemento bianco è stato accoppiato con il vetro in forma di polvere e di frammenti più grandi, osservando in diversi casi l'effetto fotocatalitico che gli aggregati inducono all'interno dei cementi additivati con biossido di titanio. Grazie all'interazione dei fotocatalizzatori con la luce, è possibile un abbattimento delle molecole inquinanti presenti in atmosfera e le capacità del vetro di trasmissione della luce potenziano in maniera significativa questo effetto. Proseguire queste sperimentazioni può consentire di ottimizzare l'effetto fotocatalitico prodotto dai materiali compositi con gli sfridi di vetro.

Un secondo legante dalle grandi potenzialità si è rivelato essere la resina epossidica: è una delle più utilizzate per la realizzazione di materiali compositi avanzati ottenuti impiegando fibre di varia natura (carbonio, vetro, carburo di silicio sono solo alcuni esempi). Grazie alla trasparenza della resina è possibile far risaltare la straordinaria varietà cromatica del vetro artistico di Murano, realizzando ad esempio piastrelle di rivestimento per ambienti interni. Su questo materiale composito sono in corso diversi studi per l'ottimizzazione del rapporto vetro di scarto e resina, con l'impiego di agenti accoppianti utili a migliorare la compatibilità tra i due materiali. Infine, si stanno sviluppando approcci a basso impatto ambientale per recuperare i materiali compositi a fine vita (Heriyanto *et al.*, 2019; Zabihi *et al.*, 2020). Buona parte dei provini realizzati presentano delle debolezze in termini di resistenza, ma mostrano di avere proprietà vantaggiose quali l'elasticità e la flessibilità, e caratteristiche come la trasparenza e la sostenibilità, aprendo a prospettive potenzialmente implementabili per l'impiego in ambiti ancora differenti.

Analisi chimico-fisiche su vetro di scarto

Per comprendere meglio la morfologia e la composizione del vetro di scarto, il prof. Alessandro Angelini ha consentito all'utilizzo delle strumentazioni del Laboratorio VTOBETA3L1, in particolare, sono state svolte delle osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredate da analisi tramite spettroscopia EDX grazie all'aiuto della prof.ssa Angela Maria Stortini. Queste analisi sono di grande interesse per i maestri vetrai perché consentono di comprendere il comportamento del vetro e di ragionare in merito alle sue caratteristiche anche durante i processi di prima lavorazione.



CAMPIONE 1			
Elemento	Spettro 01 (% Atomica)	Spettro 02 (% Atomica)	Spettro 03 (% Atomica)
CARBONIO	44,8%	40,3%	39,7%
OSSIGENO	41,6%	49,1%	42,4%
SODIO	1,6%	3,1%	2,6%
ALLUMINIO	0,3%	0,2%	-
SILICIO	6,9%	4,9%	5,3%
POTASSIO	3,9%	0,2%	0,5%
CALCIO	-	0,6%	2,1%
PIOMBO	0,9%	-	-
FERRO	-	0,9%	6,7%
RAME	-	0,6%	0,7%

09. Immagine SEM campione 1. Polvere ottenuta da vetro di scarto misto, derivante da un processo di frantumazione manuale tramite mortaio.

10. Immagine SEM campione 1. Particolare dei tre granelli scelti per l'analisi composizionale EDX.

11. Composizione elementare ottenuta tramite EDX di tre frammenti del vetro frantumato tramite mortaio (campione 1).

Il primo campione analizzato è stato di polvere vetrosa ottenuta da scarto misto, derivante da un processo di frantumazione manuale realizzato tramite l'utilizzo di un mortaio. Nell'immagine SEM riportata in figura 09 è possibile osservare una morfologia prevalentemente oblunga, non regolare e in certi casi aguzza della polvere di vetro. Si può ipotizzare che questa morfologia sia dovuta al processo di frantumazione tramite mortaio, che può avere avuto un'azione paragonabile all'esfoliazione, ossia lo sfaldamento dei frammenti di vetro in scaglie. Inoltre, si è osservata la presenza di alcuni granelli che producevano un segnale più intenso (dunque apparivano più chiari nell'immagine) rispetto agli altri. Si è deciso di concentrare l'attenzione su tre granelli di diversa tipologia (img. 10): è stata svolta un'analisi composizionale tramite spettroscopia EDX al fine di determinare la natura delle possibili differenti fasi. In tutti e tre i frammenti analizzati l'elevata concentrazione di ossigeno, di concerto con la presenza di silicio e sodio (img. 11), ha permesso di stabilire la presenza di vetro nei granelli.

Nel frammento n. 1 (spettro 1, img. 10), l'elevata intensità del segnale SEM è associabile alla presenza di piombo all'interno della sua composizione: ciò perché esiste una forte dipendenza del numero di elettroni retrodiffusi, utilizzati per creare l'immagine SEM, dal numero atomico dell'atomo diffusore. La presenza di vetro al piombo non deve sorprendere, in quanto è possibile che questo derivi dall'utilizzo di vetro realizzato molto tempo addietro e impiegato per vecchie lavorazioni ormai abbandonate.

Per quanto riguarda lo spettro del frammento n. 2, l'elevata concentrazione di sodio e di calcio indica che si tratta di un granello di polvere di vetro silico-sodico-calcico, compatibile con la ricetta che attualmente viene impiegata per realizzare il vetro di Murano. La presenza di ferro può essere giustificata dal fatto che esso sia stato introdotto come colorante nel vetro primigenio; non può essere comunque del tutto esclusa la sua presenza come contaminante, migrato dal contenitore in cui erano conservati gli scarti. Infine, la presenza del rame può essere associata anche in questo caso a una sua aggiunta nel vetro fuso come agente colorante, sebbene potrebbe anche trattarsi di una contaminazione dovuta alla lavorazione delle perle al lume, che comporta l'utilizzo di bacchette in rame per realizzare le perle stesse. Infine, nel frammento n. 3 i due elementi maggioritari sono ossigeno e ferro. È possibile ipotizzare che si tratti di un granello di ossido di ferro (ruggine) ricoperto di minuscoli frammenti di vetro: la presenza di tale materiale è presumibilmente legata a un rilascio da parte del contenitore metallico di stoccaggio del vetro.

L'elevata concentrazione di carbonio rilevata in tutti e tre gli spettri EDX è un artificio strumentale: per poter osservare al SEM campioni di vetro (materiale non conduttore), occorre prima rendere elettricamente conduttore il sistema analizzato. Per fare ciò è stato necessario depositare

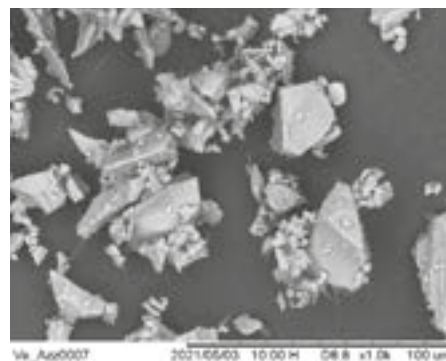
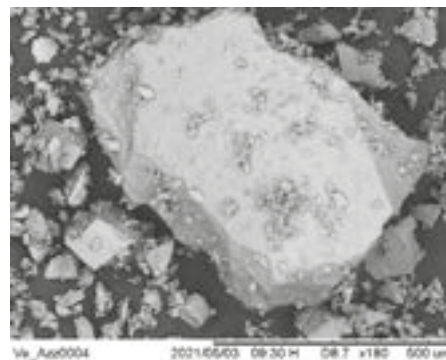
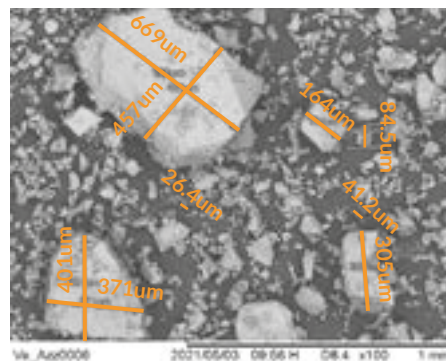
la polvere di vetro su un nastro biadesivo conduttivo a base di carbonio, che ha contribuito in modo importante al segnale complessivo sia dell'ossigeno sia del carbonio.

Mediante la tecnica SEM è stato analizzato anche il secondo campione, costituito da polvere ottenuta da vetro di scarto di unica tipologia e unico colore, il turchese, derivante da un processo di frantumazione tramite burattatura. Dalle immagini ricavate (immg. 12-14) è stato possibile osservare, rispetto al primo campione, una diversa morfologia dei frammenti ottenuti dopo la frantumazione degli scarti. I granelli sono di maggiori dimensioni e costellati da altri più piccoli, alcuni dei quali aderenti ai granelli più grandi. La morfologia di queste piccole porzioni di materiale è tendenzialmente più regolare, meno oblunga e aguzza rispetto al caso precedente, ad eccezione di alcune strutture aciculari visibili a ingrandimenti maggiori. Si può ipotizzare che questa differente morfologia sia indotta dal processo di frantumazione tramite buratto che può aver agito in modo da smussare gli spigoli dei frammenti vetrosi sia per interazione meccanica con le sfere sia tra i frammenti stessi. Questo peraltro spiegherebbe anche l'elevata varietà dimensionale dei frammenti rispetto a primo campione.

L'analisi composizionale tramite spettroscopia EDX ha permesso di determinare su più punti la presenza degli elementi riportati in figura 15. La presenza di ossigeno associata a silicio, calcio e sodio conferma che anche questi granelli di polvere di vetro sono di natura silico-sodico-calcica, compatibili con la ricetta attualmente impiegata per realizzare il vetro di Murano. Diversamente dal caso precedente, in cui la polvere era ottenuta partendo da scarti di diverso colore e tipologia, in questo caso la polvere analizzata era di colore uniforme ed è stato possibile evidenziarne il colorante, che è risultato essere a base di rame. È infatti noto che aggiunte di ossido di rame alla miscela vetrosa inducano una colorazione turchese del vetro.

Gli oggetti

Il lavoro in vetreria e il continuo confronto con i maestri vetrai ha piegato molte volte la metodologia della ricerca alle forme più tradizionali della sperimentazione condotta da chi lavora in bottega. La ricerca apre numerose possibili vie per lo sviluppo di materiali compositi a base di vetro di scarto, propone possibili impieghi per alcuni tipi di questi scarti e si offre al confronto con il lavoro dei partner di progetto. Da questo confronto, oltre che dal desiderio di mettere alla prova i compositi, è nata l'idea di accostare il frutto del lavoro di ricerca alle tecniche tradizionali. Sono stati selezionati tre compositi e realizzati tre oggetti con la collaborazione dei maestri vetrai:



12. Immagine SEM campione 2. Polvere ottenuta da vetro di scarto di un'unica tipologia e colore, derivante da un processo di frantumazione tramite burattatura.

13. Immagine SEM campione 2. Particolare di un frammento di grandi dimensioni.

14. Immagine SEM campione 2. Particolare di frammenti di piccole dimensioni.

gli oggetti e la descrizione della ricerca sono stati per la prima volta esposti al pubblico durante The Venice Glass Week 2021 (img. 22).

Con Alessandro Moretti è stata realizzata una lampada (imgg. 16-17). Tre lastre sono state inserite su di una base in legno prodotta impiegando una vecchia bricola: sono state realizzate due lastre (18x18x1 e 12x10x1cm) con perline di conteria di seconda scelta e un polimero termoplastico che ha la duplice funzione di legare le perle tra di loro e di far passare la luce; la terza lastra (10x6x0,4 cm) è stata ricavata da un semilavorato in vetro di Murano che aveva delle imperfezioni tali da renderlo inadatto ai suoi usi primari. Le due lastre più grandi, realizzate con le perline di conteria, propongono un possibile utilizzo delle perle di scarto, la terza lastra nobilita le imperfezioni del materiale di scarto attraverso il passaggio della luce.

Con Stefano Bullo è stata realizzata una piccola vetrata ispirata alle antiche vetrate veneziane a rulli (imgg. 18-19): tre dischi sono realizzati interamente con scarti e mostrano un vetro extrachiaro decorato con gli scarti ridotti in polvere, il quarto disco è stato ottenuto combinando un polimero termoindurente con frammenti di vetro colorato dalla dimensione compresa tra 0,5 mm e 1 mm. La rilegatura è stata eseguita in piombo, come tradizione per le vetrate veneziane. Sono state indagate le potenzialità di impiego e di valorizzazione estetica della polvere di vetro utilizzata con la tecnica della serigrafia e come colorante steso a pennello tramite medium (sostanza in colore per veicolare i pigmenti). I risultati ottenuti sono molto interessanti poiché permettono di valorizzare il vetro di scarto e mostrano nuove e inedite decorazioni per la realizzazione delle vetrate artistiche.

Con Nicola e Alberto Moretti è stato realizzato un vaso (imgg. 20-21) ispirato alla tecnica dell'incalmo, una delle tecniche più famose e rinomate del vetro muranese, ideata nel XVI secolo ma valorizzata pienamente nella seconda metà del XX secolo, che associa a caldo due forme soffiate per tutto il loro perimetro così da ottenere in uno stesso oggetto l'incontro suggestivo di zone differenziate e, solitamente, di colore diverso. Nel caso del vaso con gli scarti di vetro l'incalmo viene realizzato a freddo, la parte inferiore è prodotta per soffiatura e la parte superiore è data dalla combinazione di un collante naturale con frammenti colorati aventi dimensione compresa tra 5 mm e 3 mm.

CAMPIONE 2	
Elemento	% Atomica
CARBONIO	8,6%
OSSIGENO	64,8%
SODIO	9,3%
ALLUMINIO	0,4%
SILICIO	15,4%
CALCIO	1,2%
RAME	0,3%

15. Composizione elementare ottenuta tramite EDX di vetro frantumato tramite buratto (campione 2).



16-17. Lampada realizzata con l'aiuto di Alessandro Moretti impiegando perle di conteria di seconda scelta.





18-19. Vetrata a piombo realizzata con l'aiuto di Stefano Bullo impiegando vetro di scarto in polvere e di granulometria piccolissima.





20-21. Vaso a incalmo realizzato con l'aiuto di Nicola e Alberto Moretti impiegando vetro di scarto di granulometria media.





La città Lissone (Lombardia) è stata la prima in Italia nel 2004, grazie alla sua lunga tradizione farmacia, a essere la prima a dare il suo contributo alla gestione e allo smaltimento di rifiuti. Nel 2005, il Comune di Lissone ha avviato il progetto di gestione e smaltimento di rifiuti, con la creazione di un'azienda pubblica, la S.p.A. di gestione e smaltimento di rifiuti, che ha la sede a Lissone e attività collaterali. Il progetto è stato finanziato dal Comune di Lissone e dalla Regione Lombardia.

Il progetto è stato finanziato dal Comune di Lissone e dalla Regione Lombardia. Il progetto è stato finanziato dal Comune di Lissone e dalla Regione Lombardia. Il progetto è stato finanziato dal Comune di Lissone e dalla Regione Lombardia.



22. L'esposizione di Murano Pixel a Ca' Dolfin (una sede dell'Università Ca' Foscari Venezia) in occasione di The Venice Glass Week 2021. Nel mese successivo la mostra è stata ospitata nell'ex cotonificio di Santa Marta (una sede dell'Università luav di Venezia).

Note finali/Considerazioni

La ricerca ha sin da subito mostrato quanto vario sia il vetro e quanto ampia è la gamma di possibili lavorazioni, trasformazioni e sperimentazioni che coinvolgono contemporaneamente le tecniche antiche e le nuove tecnologie di studio e di intervento sul processo di produzione. Le formulazioni del vetro sono numerose e possono essere modificate intervenendo sulle sue componenti chimiche, e ogni variazione influisce sulle caratteristiche e le proprietà del vetro finito: questo è il campo d'azione per lavorare con il vetro di scarto, del quale è difficile conoscere a priori la formulazione. Esistono poche sperimentazioni, tra queste vi è l'esperienza raccontata dal maestro Lino Tagliapietra secondo cui alle Maldive è stato calibrato il coefficiente di dilatazione del vetro delle bottiglie al fine di poterlo utilizzare assieme al vetro delle murrine. La presenza del dipartimento di chimica di Ca' Foscari nel team di ricerca ha consentito di approntare delle analisi di laboratorio mettendo in luce quanto l'artigianato possa essere supportato dalla ricerca scientifica; altrettanto importante è il contributo di Luav, ateneo del progetto, operativo al fine di creare linguaggi interdisciplinari e connessioni tra competenze differenti.

Una pronta collaborazione tra maestranze e scienza è ancora da consolidare e ha in serbo potenzialità che meritano di essere esplorate e approfondite. In questa occasione è stato provato il riuso a freddo degli scarti, apparentemente più semplice e immediato da esperire rispetto alle lavorazioni a caldo sebbene, anche in questo caso sono necessarie strumentazioni e conoscenza acuta delle proprietà di ciascun materiale coinvolto e solo così si possono sviluppare prodotti dalle prestazioni adeguate alle aspettative.

Un anno di ricerca è un periodo sufficiente per comprendere le radici del tema che si affronta, per raccogliere dati utili alla definizione e alla contestualizzazione del tema, per appassionarsi ad una declinazione dei propri studi e per sviluppare, di conseguenza, un pensiero critico a riguardo. Un anno di ricerca dà la possibilità di formulare alcune risposte ma, soprattutto, apre a quesiti e a possibili altri temi di indagine. Questo anno ha gettato un amo nella marea delle infinite possibilità di sviluppo del lavoro ma, soprattutto, chiede più tempo per acquisire una visione completa, per le verifiche delle sperimentazioni e il miglioramento delle prototipazioni, per rendere la ricerca utile a possibili start-up e per consolidare l'interazione con le antiche tecniche di lavorazione del Vetro di Murano, anche dialogando con un mercato che con sempre maggiore interesse affronta i temi del riuso e del riciclo.



23. Gli assegnisti da ricerca (in ordine da sinistra): Stefano Centenaro, Paola Careno e Filippo De Benedetti.

MASSIMO MORETTI

Fondatore di Wasp

Wasp è un'azienda leader nel settore della stampa 3D, impegnata anche nella formazione. Si fa portavoce di approcci diversi alla progettazione, con particolare attenzione alla sostenibilità. Pensiamo per esempio al progetto GAIA, la prima casa stampata in 3D o al più recente progetto TECLA.

L'azienda si propone di utilizzare la fabbricazione digitale come mezzo per sostituire la fabbricazione industriale. L'approccio industriale è vincolato alla realizzazione di impianti per sviluppare produzione di massa, l'approccio digitale invece è più snello e dedicato all'offerta di pezzi fatti su misura: ogni prodotto è unico ed è frutto di un approccio diverso nel quale il protagonista non è la grande industria ma l'artigianato diffuso, cioè migliaia di piccole produzioni. Vogliamo aprire e percorrere una strada che è indubbiamente affascinante ma irta di problemi da risolvere come la ripetibilità di risorse, la qualità finale dei prodotti e dei servizi, il trasferimento delle informazioni e dei saperi. Ci sono delle somiglianze con la storia di Murano,

con la rete di connessioni che mantiene viva e innovativa la produzione del vetro.

Noi realizziamo delle macchine e produciamo dei casi studio che contribuiscono a comunicare le potenzialità degli strumenti digitali: questo è il nostro campo d'azione. Le macchine sono di varie dimensioni e le più piccole sono dedicate ai materiali tecnici avanzati mentre le più grandi possono essere adatte a vari campi di applicazione, dalla meccanica alla micromeccanica, fino alla medicina o alla chirurgia (per fare protesi). La scalabilità della macchina permette di scalare anche concetti e conoscenze modificando i materiali si può infine arrivare anche alla scala dell'architettura, si possono stampare intere abitazioni, come dimostriamo con TECLA, il nostro ultimo caso studio sperimentale.

Quali materiali utilizzate per la stampa?

Ci ispiriamo alla vespa vasaia che costruisce la propria casa utilizzando quello che trova sul posto. Identifichiamo i materiali con i quali lavora-

re a partire dal luogo, dal contesto con il quale ci interfacciamo e con il quale facciamo rete.

La terra è un caso esemplare perché è ovunque: quindi abbiamo sviluppato sistemi di estrusione per argilla, ceramiche, porcellane, diverse paste per diversi settori, anche quello alimentare. Abbiamo quindi messo a punto un processo che definiamo Liquid Deposit Model (LDM) e che non esisteva al tempo in cui abbiamo iniziato a produrre macchine: la stampa 3D è un campo in grande espansione e chiunque può dare un contributo.

Ad esempio, impiegando i sistemi di stampa 3D (i sistemi di movimentazione degli assi e i sistemi di estrusione) si può lavorare e fare ricerca sui materiali al fine di renderli stampabili. Viceversa, se certi materiali non sono stampabili, si può lavorare sugli estrusori. Lo sviluppo delle nostre tecnologie è frutto di una continua commistione di esperienze, e se a Murano avete trovato tanto vetro da riciclare si può lavorare ad un estrusore per il vetro, all'insegna di una continua commistione tra input e output.

Le potenzialità sono entusiasmanti, ma c'è qualche limite nella stampa 3D?

I limiti sono la conoscenza, il trasferimento del sapere, la capacità di riutilizzare queste tecnologie.

Chiaramente le variabili sono tante (i cambi di materiale, il sistema di estrusione, il diametro, etc.), decine e migliaia in ogni progetto e in ogni sperimentazione: a volte non sembra di lavorare solo con la scienza, la ricerca sembra un percorso di divinazione. Basta che cambi di poco la temperatura dell'ambiente, l'umidità del materiale o dell'ambiente stesso, la velocità di stampa (...) e il risultato è diverso: è dunque impossibile replicare esattamente lo stesso processo di stampa 3D in un contesto quale possono essere le botteghe artigiane, i laboratori dei fab-lab o gli spazi delle piccole e medie imprese.

Ciò che invece si può replicare (e che è importante replicare) è la formazione e la possibilità di trasmettere conoscenza, affinché più persone abbiano le competenze per utilizzare queste attrezzature

e mantenersi aggiornati sulle continue variazioni tecnologiche.

Il processo della sedimentazione della materia richiama molto quello che già esiste in natura...

Sì, non a caso Wasp si ispira alla vespa vasaia, e sono molti gli animali che costruiscono depositando materiale informe e modellando le forme a seconda delle esigenze, del luogo, del clima, etc. Da milioni di anni gli animali sono depositari di questo sapere che credo sia parte del loro DNA: dov'è scritto il G-code del nido della vespa vasaia? Secondo me l'unica ipotesi plausibile è il DNA, anche perché razze diverse fanno nidi diversi, con forme diverse ed estetiche diverse.

In natura questo lavoro e questo sapere si evolve a dei ritmi ideali, noi invece viviamo di e con reti di sperimentatori, studiosi e progettisti: le informazioni girano rapidamente e in pochi mesi (a volte in pochi giorni) le cose cambiano.

“Solo gli strumenti di fabbricazione digitale danno origine ad una nuo-

MASSIMO MORETTI

va generazione di artigiani”. È una vostra frase che ci ha colpito molto, è anche il tema della ricerca di Murano Pixel. Ci stiamo accorgendo come gli ultimi anni siano caratterizzati da una maggiore sensibilità ambientale, che vuole investire in dinamiche di Economia Circolare e industria 4.0 anche nel mondo dell’artigianato. Quali realtà sono più interessate a utilizzare la stampa 3D nel proprio lavoro?

Quando descrivevo e mostravo i processi e i prodotti della stampa 3D spesso mi veniva detto “questa cosa è fatta dalla macchina, non è fatta a mano”. Ho sempre sostenuto che questa cosa “è fatta a mente” perché riuscire a programmare, trasferire alla macchina tutte le informazioni scelte da progetto e definire le caratteristiche specifiche dell’oggetto che ho ideato sono fasi caratterizzanti l’artigianato. Serve una competenza che sconfini con l’arte non solo nel momento in cui stampo in 3D ma anche a monte perché le macchine devono essere programmate e il programma essere istruito in merito ai materiali,

vanno definiti anche i processi sulla post-produzione, che poi diventano strumenti. Lavorare con la stampa 3D assomiglia in tutto e per tutto ad un lavoro artigiano: serve progettualità, conoscenza degli strumenti ed è necessario anche produrre e gestire i materiali con i quali si lavorerà. Quando mi viene chiesto come distinguere il lavoro fatto da una macchina da quello fatto dall’uomo, penso spesso che ciò che può essere fatto da una macchina non sia degno di essere fatto dall’uomo. All’interno di un processo di lavoro ampio e articolato, la macchina può seguire le lavorazioni grossolane mentre all’uomo spetta il tocco finale: un po’ come succedeva nelle scuole d’arte, il maestro aveva il compito di ideare e dava, con il suo speciale tocco, il carattere finale dell’opera, i lavoratori erano invece impegnati nelle fasi intermedie del lavoro. Penso che le macchine possano essere dei validi aiutanti, possano liberare dal lavoro più pesante in modo da lasciare più spazio alla sperimentazione, all’ideazione e all’arte, che sono attività di esclusiva competenza dell’uomo. Stiamo vivendo un’evoluzione nella

produzione industriale: prima l’uomo era a servizio della macchina ora invece, grazie alla fabbricazione digitale, la macchina è al servizio dell’uomo. Questo è un passaggio di qualità perché le macchine sono più intelligenti perché accedono a molti dati in maniera automatica, cosa che prima era impossibile. Per questo sostengo che le macchine sono i nostri nuovi aiutanti.

È un cambiamento culturale importante, frenato in parte anche da un diffuso scetticismo nei confronti della fabbricazione digitale. Sembra che sia ancora poco condivisa l’idea di una collaborazione tra uomo e macchina e che non necessariamente l’uno sostituisca l’altro.

Per questo motivo bisogna continuare a sperimentare e condividere le esperienze, ce ne sono migliaia e possono aiutare a superare lo scetticismo nei confronti delle macchine. Ad esempio, WASP ha fatto dei lavori interessanti con un artista che “disturba” la macchina, inserendo delle varianti imprevedibili, e questo fattore imprevedibile carat-

terizza l'opera. In questo caso, ma non solo in questo, le forme di collaborazione tra uomo e macchina non si limitano solo alla produzione di beni di consumo, possono spaziare in numerosi altri ambiti.

Oggi il mondo sta vivendo la pandemia COVID-19 con conseguenti crisi in vari ambiti: la vostra azienda come si sta ponendo nei confronti di questa condizione?

Compresa l'entità della pandemia abbiamo subito orientato le nostre risorse al servizio della comunità, quindi abbiamo attivato ricerche e progetti dedicati ai sistemi di protezione individuale (mascherine, caschi, visiere, etc.) Eravamo consapevoli della nostra inadeguatezza, ma la cosa più importante era reagire: il nostro approccio è stato quello di fare il possibile con i mezzi che avevamo a disposizione.

Nei mesi successivi abbiamo dedicato il tempo a migliorare la nostra modalità di lavoro in generale, in relazione a quanto stava accadendo nel mondo: con il mercato fermo abbiamo investito moltissimo sulla ricerca

e lo sviluppo dei nostri prodotti, per pensare a nuovi sistemi di produzione. L'evoluzione tecnologica degli ultimi anni ha avuto una crescita esponenziale e continuerà in tale direzione, e noi dobbiamo restare al passo con questi cambiamenti.

MATTEO SILVERIO

Designer

Da molti anni lavori e sperimenti nel campo del vetro artistico, a stretto contatto con i maestri vetrai. La ricerca più recente ha portato allo sviluppo del progetto VERO², dedicato alla stampa 3D di oggetti in vetro. Si tratta di un progetto che riguarda gli strumenti e la materia da utilizzare, e allo stesso tempo indaga le forme che il vetro stampato può assumere. Da dove nasce questa idea? Quali sono le potenzialità di questo progetto?

VERO² nasce come idea nel 2019, strettamente connessa al concetto Circular Economy, che è l'obiettivo comune di tutti i miei progetti. Da anni lavoro a Murano e mi sono spesso posto il problema degli scarti, ne vengono prodotti molti e di vario genere, gran parte dei quali possono essere riutilizzati anche se la maggior parte delle volte questo non viene fatto. Così mi sono chiesto se le nuove tecnologie come la stampa 3D, a cui sono molto interessato, possono contribuire a recuperare il vetro scartato: è possibile stampare il vetro di scarto e riciclarlo senza scaldarlo? Questo è stato il punto di

partenza. Un po' presuntuosamente mi sono chiesto: è possibile diventare una specie di maestro vetraio del vetro di scarto? Un piccolo *glassmaker*? Ho fatto ricerca e iniziato a studiare varie mescole, prima con solo scarti poi anche impiegando materia prima, ho sperimentato diverse granulometrie e, gradualmente, ho capito che stavo lavorando a delle mescole che potevano essere adatte per la stampa 3D. Inizialmente impiegavo l'acqua come legante perchè partivo da un'immagine fanciullesca del bimbo che gioca con sabbia e acqua, che poi è anche la base delle tecnologie additive. L'acqua è stato solo il punto di partenza, sono seguiti numerosi esperimenti con diverse tipologie di leganti, combinati in maniera differente e con varie granulometrie di vetro: dopo numerosissime sperimentazioni sono arrivato, finalmente, a definire una miscela adatta alla stampa 3D. In queste ricerche il supporto dell'azienda WASP, leader nel settore della tecnologia additiva, è stato fondamentale: mi hanno dato la possibilità di utilizzare specifiche tecnologie e di confrontarmi con loro costruendo un dialogo utile a percor-

rere strade nuove nell'ambito della ricerca e della sperimentazione.

La stampa 3D del vetro è molto differente rispetto a quella del PLA (acido polilattico)?

Sì, è tutt'altra cosa, è come confrontare un monopattino e una Ferrari, e la stampa del vetro è molto differente anche dalla stampa dell'argilla. La stampa 3D produce oggetti a freddo: il vetro però è ottenuto da un processo di cottura della polvere, come fare? In questo, i maestri vetrai con cui ho un rapporto di lunga data, mi hanno aiutato molto nel trovare il giusto processo di cottura: il pezzo stampato in 3D non deve cuocersi troppo ma neanche troppo poco. E anche qui, dopo numerosi esperimenti, siamo riusciti a definire la temperatura giusta per stampare elementi piani. Si tratta di una tecnica completamente diversa dalle tradizionali tecniche di lavorazione del vetro e di lavorazione con la stampante 3D, è un processo che consente di produrre oggetti nuovi. Gli esperimenti sono proseguiti con l'obiettivo di riuscire a stampare og-

getti solidi, sviluppando in verticale i risultati ottenuti per la realizzazione di elementi piani: un risultato fresco di stampa è un elemento alto 10cm, un piccolo contenitore in vetro dalla forma completamente nuova, mai realizzata prima in vetro.

I tuoi progetti sottolineano due aspetti importanti: la sostenibilità e la circolarità della materia, e il rapporto con gli artigiani. Queste due componenti sono il fondamento di una sensibilità che, come dici tu, dovremmo cercare di avere sempre.

Abbiamo il dovere di mettere in discussione e provare a trasformare in meglio il modo di produrre le cose, è la responsabilità della nostra generazione come lo è stato di tante generazioni precedenti che si sono confrontate con la produzione e la sua evoluzione. Il consumismo è ormai uno standard di vita a cui tutti ambiscono: consumiamo, produciamo, compriamo, buttiamo e ricompriamo. Buttiamo il più delle volte cose che sono ancora utili e che possono ancora funzionare. Oggi facciamo funzionare discariche ed

inceneritori e contemporaneamente si estrae nuova materia prima per poi processarla e creare prodotti, in continuazione. Questo non va bene. Perciò quando progetto un processo di produzione materiale, come appunto la stampa 3D del vetro, sto molto attento a quanto si produce e quanto si spreca. Idealmente non si dovrebbe sprecare nulla, tutto dovrebbe ritornare all'interno di un processo produttivo, in maniera circolare. Avevo approfondito questo aspetto con il progetto *Precious Cap*, un assegno di ricerca svolto nel 2017 con l'Università Ca' Foscari Venezia e dedicato all'uso della plastica all'interno dell'università, in particolare modo all'HDPE (polietilene ad alta densità) di cui sono fatti i tappi di plastica. In quella ricerca ho avuto modo di approfondire il concetto di circolarità, che ho cercato di riportare anche in altri processi, tra cui quello del vetro.

Il rapporto con l'artigianato è stato costruito inizialmente anche con fatica: sono arrivato in questo mondo come uno straniero e poi, nel tempo, oltre a trovare dei professionisti con i quali confrontarmi e con i

MATTEO SILVERIO

quali lavorare ho costruito anche delle grandi amicizie. Molte cose le faccio più per piacere che per lavoro o su commissione e tutti gli artigiani, non solo gli artigiani muranesi condividono con me questa curiosità e questo approccio. Loro sono i detentori di un sapere prezioso e unico, a cui tengono molto, soprattutto a Murano, perché percepiscono fortemente il valore storico della loro conoscenza e del loro fare: talvolta traspare un po' di gelosia nella gestione di questo sapere, che si traduce nella capacità di custodire le tecniche di lavoro. L'importante è non fermarsi a queste, ma andare avanti e farsi contaminare dalle nuove conoscenze, e quindi anche da nuovi strumenti e tecnologie.

Il legame che descrivi con l'artigianato storico apre al confronto tra modi di pensare e linguaggi molto differenti tra loro. L'artigiano in questi anni ha dato un plusvalore al tuo lavoro? Ritieni di aver dato anche tu un plusvalore all'artigianato attraverso le ricerche con la tecnologia additiva?

Gli artigiani mi hanno dato tutto,

specialmente quelli di Murano. Lentamente hanno aperto le loro porte, e mi sono avvicinato al loro sapere. Hanno capito che ero lì per imparare, sperimentare, con l'obiettivo di migliorare. Ciò che voglio fare attraverso le mie ricerche è "contaminare" il loro lavoro senza però prevarcarlo. Nel tempo è stato compreso questo mio approccio e soprattutto l'utilità che può avere nell'artigianato del vetro: quindi quello che faccio è produrre dialogo e contaminazione tra arti, mestieri e tecnologie e, alla base di tutto, c'è il profondo rispetto per la capacità e il saper fare dei maestri vetrai. Ho passato molto tempo come osservatore, in bottega ho imparato le regole del lavoro e della materia, e da lì ho iniziato a fare ricerche e a collaborare in maniera più attiva con i maestri vetrai.

A Murano hai stabilito anche il tuo studio professionale: conosci bene la realtà di quest'isola e ci hai raccontato di artigiani che insieme a te contaminano le tecniche tradizionali con le nuove tecnologie. Tuttavia l'immagine più diffusa di Murano è associata alla sua immagine

storica e quasi statica: cambierà secondo te? Come immagini la Murano del futuro?

Se mi aveste fatto questa domanda prima dell'acqua alta di quel novembre del 2019, ancora prima della pandemia, vi avrei dato una risposta un po' diversa e forse anche più chiara. Adesso mi sto facendo anch'io molte domande, e non voglio essere retorico nel dire andrà tutto bene.

Murano vive da più trent'anni una crisi profonda, che oramai più che economica è esistenziale. Ho avuto modo di collaborare indirettamente per un anno alla *Voce di Murano*, uno storico giornale dell'isola che è stato riproposto da giovani professionisti locali come Caterina Toso, Stefano Bullo e altri. Ogni mese veniva ristampata un'edizione passata, degli anni Settanta ad esempio, ed è interessante vedere che molti titoli di allora, potrebbero andare bene anche oggi, non sarebbero fuori luogo, e questo testimonia una certa staticità o ripetitività delle questioni o, ancora, una mancata soluzione delle criticità che dunque persistono nel tempo. Per cambiare la situazione o propor-

re nuove possibili soluzioni servono nuove voci ma le nuove generazioni non sempre sono affezionate alla storia e al lavoro delle proprie famiglie, e non imparano a essere imprenditori. Per cambiare serve molta intraprendenza e molta conoscenza del passato e del presente di Murano. Una volta si faceva bottega, pian piano si acquisivano competenze, conoscenze, sviluppando una sensibilità che consente di leggere e comprendere Murano. Ma questa sfera dell'apprendimento ormai manca: è un problema che porta a una crisi sistemica che non è solo economica. Parlo di una crisi di vocazione e anche di aspirazione, di ambizione, di ingegno e di fiducia in un possibile futuro per Murano che sia differente dallo stato di crisi.

Da quel novembre 2019 ci sono stati grossi problemi di fronte ai quali siamo stati costretti a restare fermi (nel caso dell'acqua alta), o addirittura chiusi in casa (nel caso della pandemia). Questo ha obbligato a un'analisi del contesto e al confronto con noi stessi; in alcuni casi questo ha portato a tirare fuori il meglio di noi stessi, delle nostre capacità e

della nostra progettualità. Nell'ultimo anno ho visto tanta voglia di fare, un po' di autocritica, certamente una grande voglia di ricominciare e di voltare pagina. Credo possa essere il momento giusto per discutere su questioni che prima erano considerate più che degli standard, dei tabù.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2018). *La Ue vieta il cadmio, Murano senza colori*. Disponibile su https://www.ilgazzettino.it/pay/nordest_pay/la_ue_vieta_il_cadmio_murano_senza_colori-3754891.html (ultima consultazione luglio 2021).
- Baldo Gian Luca, Marino Massimo (2008). *Analisi del ciclo di vita LCA. Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi: environmental life cycle thinking, life cycle assessment (Lca), life cycle design (Ecodesign), comunicazione ambientale, environmental product declaration (Epd®), climate declaration, ecolabel, carbon footprint*. Milano: Edizioni Ambiente.
- Barovier Mentasti Rosa, Mollo Rosanna, Framarin Patrizia, Saccaluga Maurizio, Geotti Anna (a cura di) (2003). *L'età del vetro. Storia e tecnica del vetro dal mondo antico ad oggi*. Milano: Skira Editore.
- Barovier Mentasti, Rosa (2009). *Vetro veneziano (1890 -1990)*. Venezia: Arsenale Editore.
- Barovier Mentasti, Rosa (2015). *Murano. Una storia di vetro*. Venezia: Gambier&Keller Editori.
- Barovier Mentasti, Rosa (2011). *Vetro veneziano contemporaneo. La collezione della Fondazione di Venezia*. Venezia: Marsilio.
- Barovier, Angelo (1996). *Lessico vetrario muranese*. Murano: Consorzio Vetri.
- Barovier, Marino (1999). *Il vetro a Venezia. Dal moderno al contemporaneo*. Milano: 24 Ore Cultura.
- Barucco, Maria Antonia (2014). Innovazione semantica. In Barucco M.A. (a cura di), *Durabilità, longue durée*. Roma: Aracne Editrice.
- Barucco, Maria Antonia (2015). *Progettare e costruire in acciaio sagomato a freddo*. Monfalcone: Edicom Edizioni.
- Bauman, Zygmunt (2003). *Vite di scarto*. Bari: editori Laterza.
- Bidegaray, Anne-Isabelle; Nys, Karin; Silvestri, Alberta et al. (2020). *50 shades of colour: how thickness, iron redox and manganese/antimony contents influence perceived and intrinsic colour in Roman glass*. In *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 12, n. 109.
- Bompan, Emanuele; Brambilla, Iliaria Nicoletta (2016). *Che cos'è l'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente.
- Bourhis, Eric Le (2014). *Glass: mechanics and technology*. Hoboken: Wiley\
- Buono, Mario; Capece, Sonia; Laudante, Elena (2018). *Design e Artigianato 4.0. Identità culturale territoriale e innovazione*. In Lotti, Giuseppe; Trivellin, Eleonora (a cura di), *MD Journal. DESIGN E TERRITORI*, pp. 28-39, disponibile su: https://issuu.com/materialdesign/docs/mdj_05_pagine_singole_issuu/30 (ultima consultazione luglio 2021).
- Confartigianato (2017). *Industria 4.0 e valorizzazione della biodiversità produttiva. Il Manifesto degli artigiani per una cultura digitale 4.0*. Disponibile su <https://www.confartigianatoliguria.it/sites/default/files/risorse/news/allegati/Manifesto%20CONFARTIGIANATO%20Industria%204-0.pdf> (ultima consultazione luglio 2021).
- De Ligny, Dominique; Möncke, Doris (2019). *Colors in Glasses*. In Musgraves, David, Hu, Juejun, Calvez, Laurent (a cura di). *Springer handbook of glass*. New York: Springer, pp. 297-339.
- Dekker, Floris; Kool, Lars; Bunschoten, Anton et al. (2020). *Syntheses of gold and silver dichroic nanoparticles; looking at the Lycurgus cup colors*. In *Chemistry Teacher International*, Vol. 3, N. 1, pp. 20190011.
- DGR Riconoscimento (Bur n. 123 del 29/12/2015). Disponibile su <https://www.innoveneto.org/reti-e-clusters/distretti-industriali/vetro-artistico-di-murano-e-vetro-del-veneziano/> (ultima consultazione luglio 2021).
- Doremus, Robert (1994). *Glass science*. Hoboken: Wiley.
- Dorigato, Attilia; Boffelli, Martina; Leperdi; Sarah (2002). *L'arte del vetro a Murano*. Venezia: Arsenale Editrice.
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile (a cura di)(2016). *Il riciclo del vetro e i nuovi obiettivi europei per la circular economy*. Disponibile su <https://www.assovetro.it/documento/dossier-il-riciclo-del-vetro-e-i-nuovi-obiettivi-europei-per-la-circular-economy/> (ultima consultazione luglio 2021).
- Freestone, Ian (2015). *The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches*. In *Journal of Glass Studies*, Vol. 57, pp. 29-40.
- Glass Alliance Europe (2019). *Production Breakdown By Sectors*. Disponibile su https://www.glassallianceeurope.eu/images/cont/production-breakdown-by-sectors-2019_file.pdf (ultima consultazione luglio 2021).
- Heriyanto; Pahlevani, Farshid; Sahajwalla, Veena (2019). *Effect of glass aggregates and coupling agent on the mechanical behaviour of polymeric glass composite*. In *Journal of Cleaner Production*, Vol. 227, pp. 119-129.
- Hummel, Rolf (2006). *Understanding Materials Science: History, Properties, Applications*. New York: Springer.
- Ji, Chunhui; Wu, Zhiming; Lu, Lulu et al. (2018). *High thermochromic performance of Fe/Mg co-doped VO₂ thin films for smart window applications*. In *Journal of Materials Chemistry C*, Vol. 6, N. 24, pp. 6502-6509.
- Lamberti, Manuela (2020). *Murano allo stremo, vetro e turismo ko: Qui è un deserto*. Disponibile su: https://www.ilgazzettino.it/nordest/venezia/covid_murano_crisi_vetro_turismo-5611415.html (ultima consultazione luglio 2021).
- Lebullenger, Ronan; Mear, François (2019). *Glass Recycling*. In Musgraves, David, Hu, Juejun, Calvez, Laurent (a cura di). *Springer handbook of glass*. New York: Springer, pp. 1353-1373.

- Marzo, Mauro (2019). *Para un proyecto del limite entre tierra y agua en la laguna de Venecia*. In *Proyecto y ciudad*, vol. 10, pp. 111-126.
- Mccloy, John (2019). *Frontiers in natural and un-natural glasses: An interdisciplinary dialogue and review*. In *Journal of Non-Crystalline Solids: X*, Vol. 4, p. 100035.
- Mehrabi, Tina; Mesgar, Abdorreza S.; Mohammadi, Zahra (2020). *Bioactive Glasses: A Promising Therapeutic Ion Release Strategy for Enhancing Wound Healing*. In *ACS Biomaterials Science & Engineering*, Vol. 6, N. 10, pp. 5399–5430.
- Morse, David; Evenson, Jeffrey (2016). *Welcome to the Glass Age*. In *International Journal of Applied Glass Science*, Vol. 7, N. 4, pp. 409–412.
- Paynter, Sarah; Jackson, Caroline (2016). *Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass*. In *Post-Classical Archaeologies*, Vol. 6, pp. 31-52.
- Pearn, Sophie; Bennett, Andrew; Cuthill, Innes (2001). *Ultraviolet vision, fluorescence and mate choice in a parrot, the budgerigar *Melopsittacus undulatus**. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. Vol. 268, N. 1482, pp. 2273–2279.
- Pellizzari, Anna; Genovesi, Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente.
- Piano operativo 2020-2030 (Lr n.13 del 30 maggio 2014) Disponibile su: <https://www.innoveneto.org/reti-e-clusters/distretti-industriali/vetro-artistico-di-murano-e-vetro-del-veneziano/> (ultima consultazione luglio 2021).
- Pinet, Olivier; Vernaz, Etienne; Ladirat, Christian *et al.* (2021). *Nuclear Waste Vitrification*. In Richet, Pascal (a cura di). *Encyclopedia of Glass Science, Technology, History, and Culture*. Hoboken: Wiley.
- Redazione Today economia (2019). *Artigianato, la crisi sembra senza via d'uscita: in 6mila hanno "chiuso bottega"*. Disponibile su: <https://www.today.it/economia/crisi-artigianato.html> (ultima consultazione luglio 2021).
- Redazione Venezia Today economia (2016). *Un impianto per il recupero e il riciclo del vetro: l'idea per far uscire Murano dalla crisi*. Disponibile su <https://www.veneziatoday.it/cronaca/vetro-murano-confindustria-ministero.html> (ultima consultazione luglio 2021).
- Salone del Mobile Milano (2019). *I designer "global thinker" del SaloneSatellite 2019. Dai designer under 35, linee progettuali chiare per realizzare il "buon design"*. Disponibile su <https://www.salonemilano.ru/highlights/oltre-il-design/i-designer-global-thinker-del-salonesatellite-2019> (ultima consultazione luglio 2021).
- Scholze, Horst (1991). *Glass nature, structure, and properties*. New York: Springer.
- Secundus, Gaius Plinius; Semi, Francisco (1978). *Naturalis historia*. Pisa: Giardini.
- Shelby, James E. (2005). *Introduction to Glass Science and Technology*. Londra: Royal Society of Chemistry.
- Stahel, Walter (2019). *Economia circolare per tutti. Concetti base per il cittadini, politici e imprese*. Milano: Edizioni Ambiente.
- Stazione Sperimentale del Vetro (2011). *Progetto di ricerca industriale. Eliminazione dei composti dell'arsenico dalla miscela vetrificabile nelle produzioni artistiche muranesi e sostituzione con materie prime alternative non pericolose*. Disponibile su https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/reach/relazione_finale_progetto_arsenico.pdf (ultima consultazione luglio 2021).
- The European Container Glass Federation (2019). *FEVE statement on the recyclability of coloured glass bottles*. Disponibile su: <https://feve.org/wp-content/uploads/2019/11/FEVE-paper-on-glass-recyclability-vdef.pdf> (ultima consultazione luglio 2021).
- Tosi, Andrea (2004). *Murano e il distretto del vetro: aspetti socio-economici*. In *L'isola di Murano, Insula Quaderni* n° 19 anno, pp. 13-19.
- Trouth, Paul (2017). *Murano: removing arsenic brings benefits to health and the environment*. Disponibile su: <https://newsletter.echa.europa.eu/home/-/newsletter/entry/murano-removing-arsenic-brings-benefits-to-health-and-the-environment> (ultima consultazione luglio 2021).
- UNESCO (2020). *L'arte delle perle di vetro*. Disponibile su <https://ich.unesco.org/en/RL/the-art-of-glass-beads-01591> (ultima consultazione luglio 2021).
- UNI EN ISO 14040:2021. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento*.
- UNI EN ISO 14044:2018. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida*.
- Varshneya, Arun (2012). *Fundamentals of Inorganic Glasses*. Sheffield: Society of Glass Technology.
- Verheijen, Oscar; Hubert, Mathieu (2019). *Batch Chemistry and Reactions*. In Musgraves, David, Hu, Juejun, Calvez, Laurent (a cura di). *Springer handbook of glass*. New York: Springer, pp. 1231-1254.
- Vogel, Werner (1994). *Glass Chemistry*. New York: Springer.
- Zabihi, Omid; Ahmadi, Mojtaba; Liu, Chao *et al.* (2020). *A Sustainable Approach to the Low-Cost Recycling of Waste Glass Fibres Composites towards Circular Economy*. In *Sustainability*, Vol. 12, N. 2, pp. 641.
- Zanotto, Edgar; Mauro, John (2017). *The glassy state of matter: Its definition and ultimate fate*. In *Journal of Non-Crystalline Solids*, Vol. 471, pp. 490–495.



febbraio 2022
Digital Team, Fano

Murano, Venezia e la sua laguna sono un emblema del vivere civile, della stratificazione della storia e della fragilità dell'ecosistema culturale, ambientale e sociale che ne ha consentito lo sviluppo e la vita sino ad oggi. Ogni epoca è contraddistinta da sfide, crisi e, soprattutto, da un qualche cosa di speciale che ne ha caratterizzato il sentimento di ripartenza, il progetto di sviluppo e il percorso di crescita.

Dedicare una ricerca all'Economia Circolare del vetro di Murano significa accettare la sfida di un confronto tra uno dei più noti simboli della storia e una nuova declinazione dell'ecologia del vivere.

Una sfida che attesta la forza vitale di Venezia e che mette in campo due atenei, un gruppo di giovani ricercatori, varie realtà imprenditoriali. Ma soprattutto, questo libro descrive una ricerca aperta, che si offre al dialogo e all'interazione, per lo sviluppo di futuri risultati e di interazioni che vanno ben oltre i confini della laguna di Venezia.

16,00 €

ISBN 979-12-5953-015-8



9 791259 530158