



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

## SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

### CORSO DI LAUREA IN

Design per l'innovazione digitale

.....

### TITOLO DELLA TESI

Produzione di alimenti con l'utilizzo di tecniche di stampa 3D di nuova  
concezione Rapid Liquid Printing (RLP)

.....

.....

.....

*Laureando/a*

Nome... Devid Di Francesco.....

Firma.....

*Relatore*

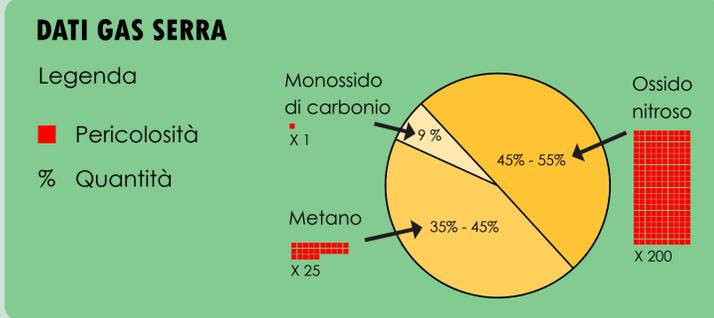
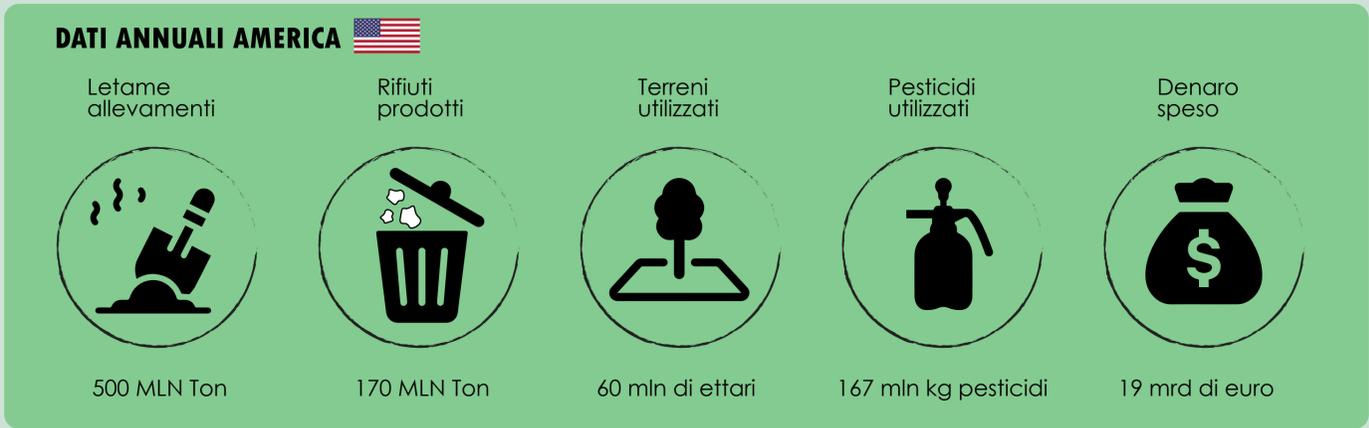
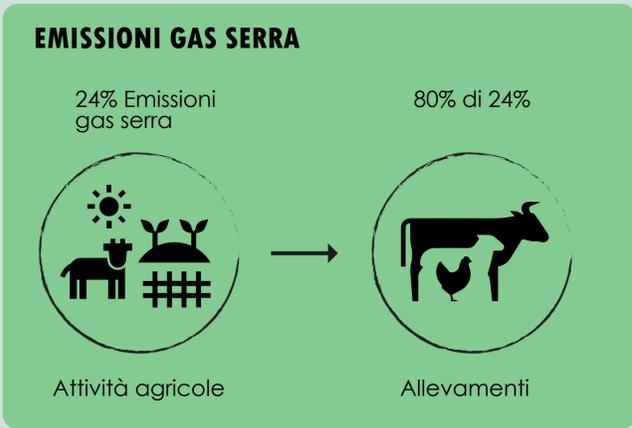
Nome... Giuseppe Losco.....

Firma.....

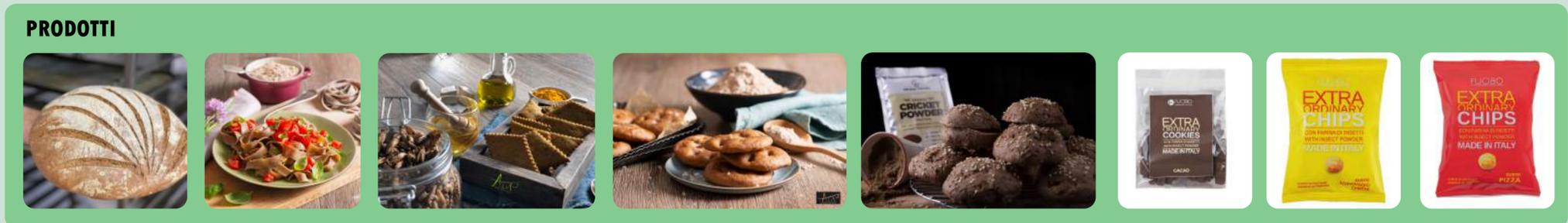
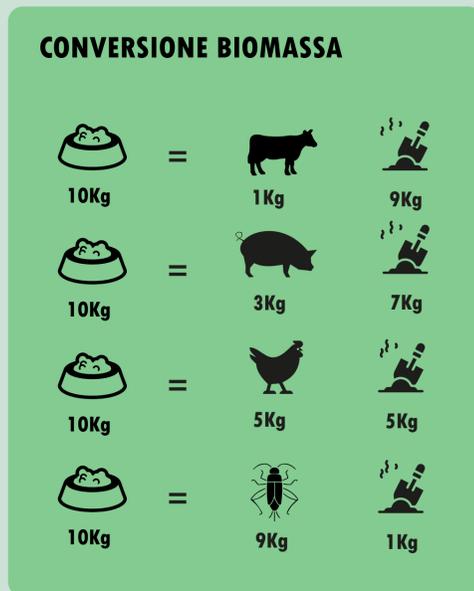
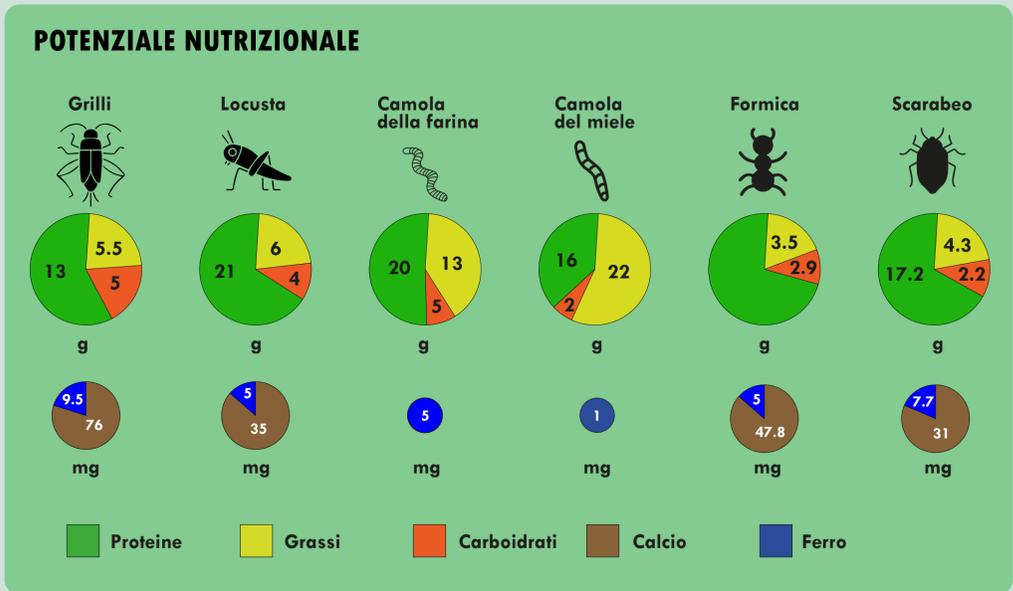
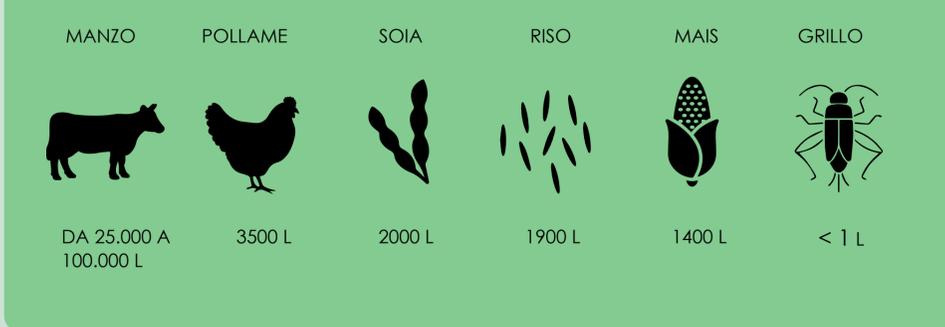
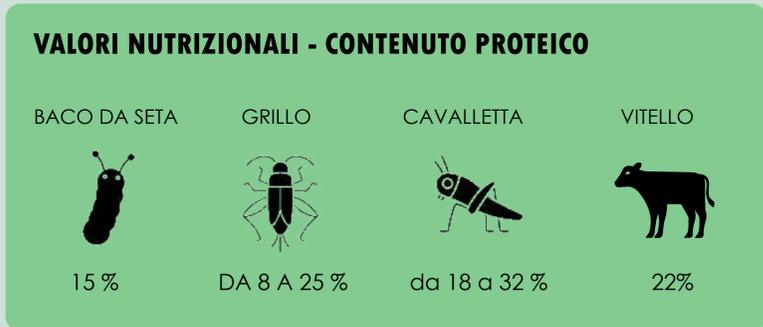
---

ANNO ACCADEMICO.....2021/22.....

## ALLEVAMENTI INTENSIVI



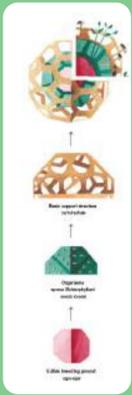
## PROTEINE ALTERNATIVE INSETTI



## NUOVE FORME DEL CIBO

### EDIBLE GROWTH

Strati multipli contenenti una struttura di supporto di base, un terreno fertile commestibile e vari organismi vengono stampati direttamente all'interno di una minuscola serra riutilizzabile secondo un file 3D personalizzato.



### TOMORROW'S MEATBALL

Tomorrow's Meatball è un' esplorazione visiva del futuro del cibo, esplorando i molti modi in cui potremmo mangiare in un futuro non troppo lontano. L'esplorazione si concentra su ingredienti alternativi, innovazioni tecnologiche e territori gastronomici inesplorati.



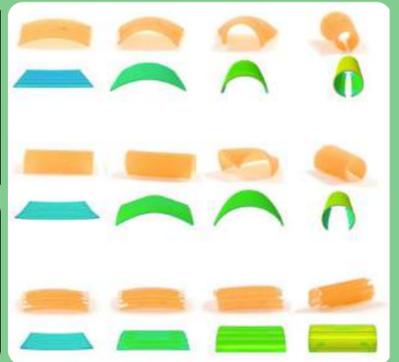
### FUNGI MUTARIUM

Fungi Mutarium è un prototipo che coltiva biomassa fungina commestibile, principalmente il micelio, come nuovo prodotto alimentare. I funghi vengono coltivati su forme di agar appositamente progettate che i progettisti hanno chiamato "FU".



### TRASFORMATIVE APPETITE

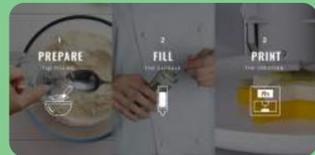
Concetto di appetito trasformativo, in cui film 2D commestibili realizzati con materiali alimentari comuni (proteine, cellulosa o amido) possono trasformarsi in cibo 3D durante la cottura.



## NUOVI PROCESSI DI PRODUZIONE DEL CIBO - STAMPA 3D

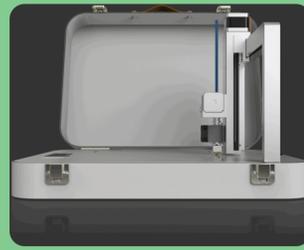
### FOODINI

- Anno: 2013
- Azienda: Natural Machine
- Prezzo: 6000€



### BY FLOW

- Anno: 2013
- Azienda: Natural Machine
- Prezzo: 6000€



### REDEFINE MEAT

- Anno: 2018
- Azienda: Redefine meat



### BLU RHAPSODY

- Anno: 2013
- Azienda: Barilla



### FEEL THE PEEL

- Anno: 2019
- Azienda: Barilla



### MY CUSINI

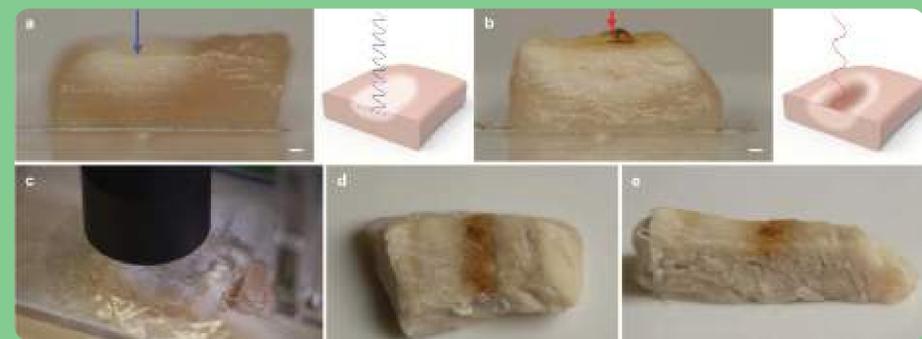
- Anno: 2018
- Azienda: My cusini
- Prezzo: 6000€



## NUOVI PROCESSI DI COTTURA DEL CIBO - STAMPA 3D

### IMPRESSIVE 3D

- Anno: 2021
- Columbia University
- Progettista: Jonathan Blutinger
- Concept



## NUOVE FRONTIERE

### FOOD INK

- Anno: 2016
- Ristorante



## CONCETTI BASE



**NUOVE FORME**



**PERSONALIZZAZIONE**



**CONTENUTO NUTRIZIONALE**

## CONFIGURAZIONI FORME



**APERTO**



**CHIUSO**



**MULTISTRATO**



**PIENO**

## SOFTWARE UTILIZZATI





## PARAMETRI DETERMINANTI FORMA E CONTENUTO

VALORE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ETA' (anni)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ALTEZZA (cm)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	200
PESO (kg)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110

DIAMETRO

RIEMPIMENTO

SPESSORE

## RISULTANTI

- kcal
- Carboidrati
- Proteine
- Quantità
- N.Pasta

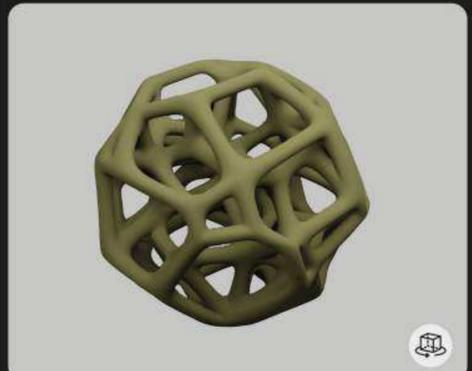
## FUNZIONAMENTO - INTERFACCIA

**Step 1**  
Impostare: Età, Altezza, Peso

**Step 2**  
Impostare Configurazione Forma

**Step 3**  
Impostare Slot alimento

**Step 4**  
Impostare Forma



**Dati Risultanti**

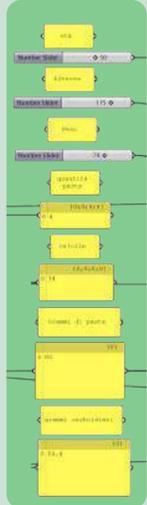
- Kcal
- Carboidrati
- Proteine
- Quantità
- N.pasta

**Parametri Risultanti**

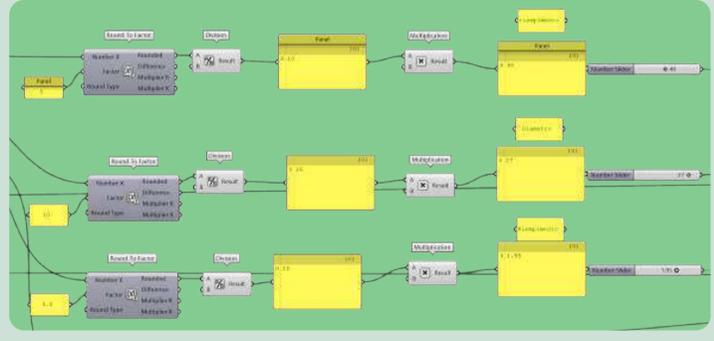
- Riempimento
- Diametro
- Spessore

## DEFINIZIONE GRASSHOPPER

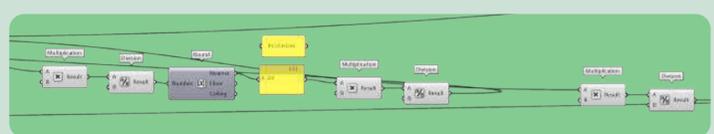
Dati



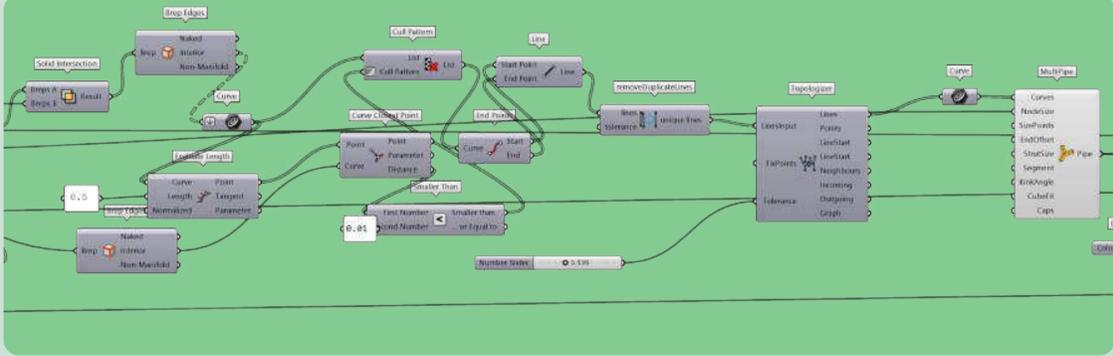
Conversione dati in parametri



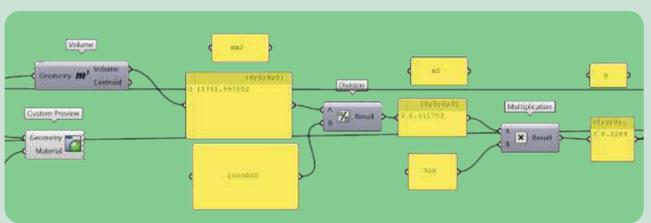
Calcolo Proteine



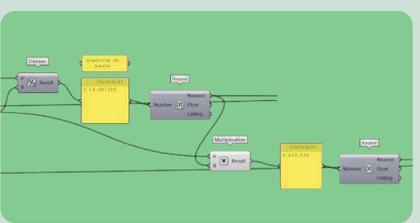
Voronoi



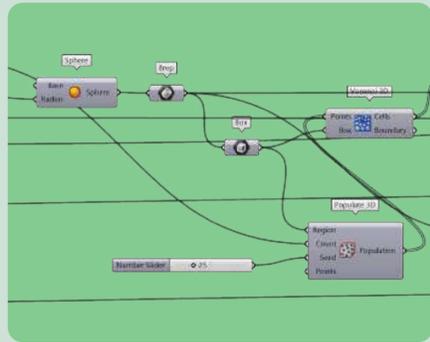
Calcolo peso



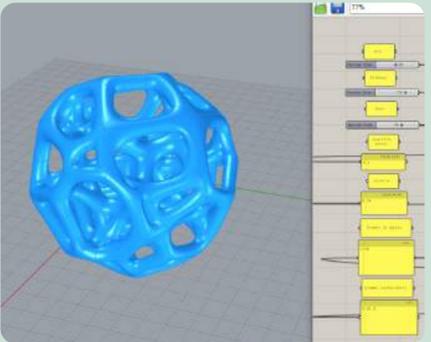
Calcolo Quantità e Kcal



Conversione da curve ad un volume



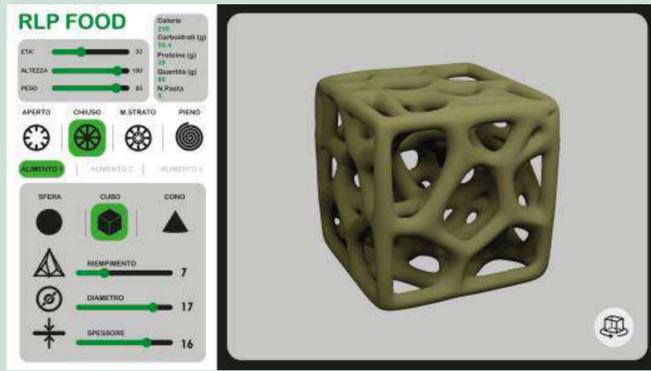
Visione modello Rhinoceros

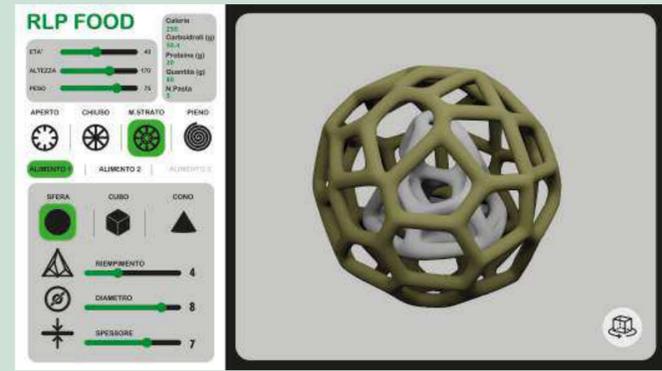


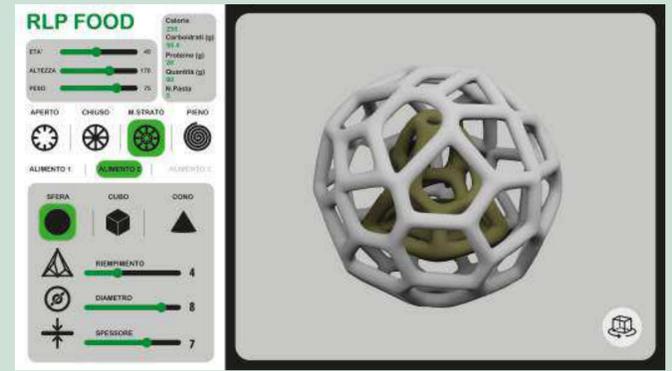
## POSSIBILI VARIANTI

Età: 32 anni  
Altezza: 190 cm  
Peso: 85

Età: 40 anni  
Altezza: 170 cm  
Peso: 85





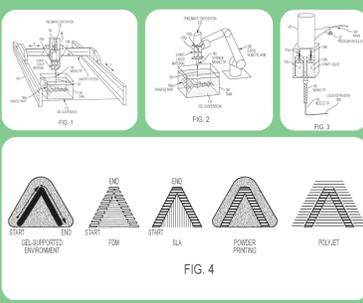


## RAPID LIQUID PRINTING



## BREVETTO

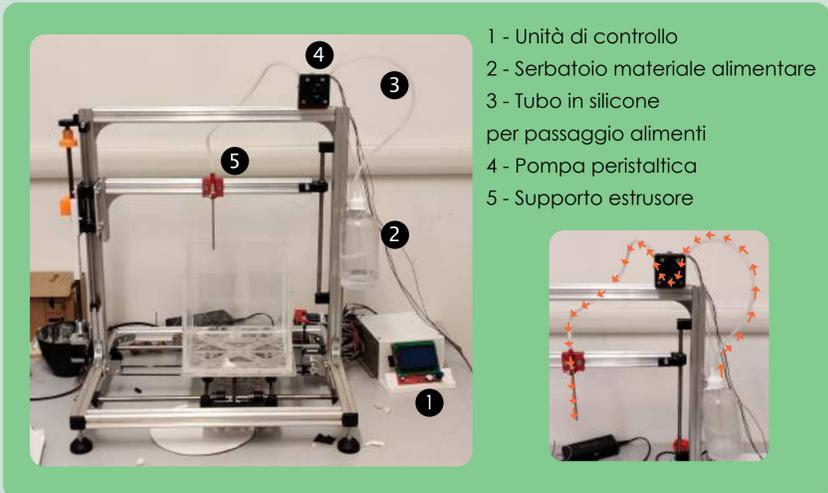
Creata dal Self-Assembly Lab del MIT in collaborazione con Steelcase, la stampa liquida rapida disegna fisicamente nello spazio 3D in una sospensione di gel liquido e consente la creazione precisa di prodotti personalizzati.



## CARATTERISTICHE FDM - RLP

	TIPO DI STAMPA	FORMA	VELOCITÀ	PERSONALIZZAZIONE
FDM				
RLP				

## MODIFICHE STAMPANTE

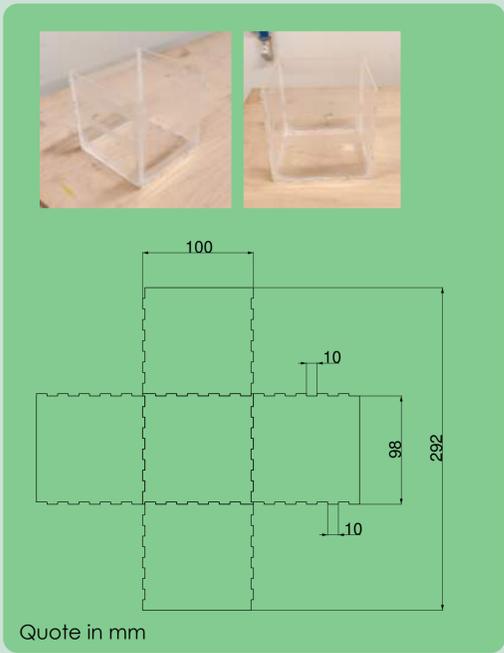


- 1 - Unità di controllo
- 2 - Serbatoio materiale alimentare
- 3 - Tubo in silicone per passaggio alimenti
- 4 - Pompa peristaltica
- 5 - Supporto estrusore

## POMPA PERISTALTICA



## VASCA GEL



## GEL DI SOSPENSIONE

**AGAR AGAR**

Agar agar è una sostanza gelatinosa che viene estratta dalle alghe rosse.

**LAPONITE**

La Laponite è un argilloide sintetico costituito da nanofogli di silicato di magnesio e alluminio.

**XANTHAN GUM**

La gomma di xantano è un additivo alimentare e industriale prodotto attraverso la fermentazione di zuccheri.

## PROVE DI STAMPA



## STAMPANTE CONCEPT

**1 Componenti Stampante**

**2 Stampa Alimento**

**3 Apertura valvola Riscaldamento vetri**

**4 Passaggio Gel Modello stampato**



# INDICE

ABSTRACT	7
1 INQUINAMENTO	
1.1 CAMBIAMENTO CLIMATICO	12
1.2 INQUINAMENTO DELL' ARIA	13
1.3 CALDO ESTREMO	15
1.4 INSICUREZZA ALIMENTARE	15
1.5 MALATTIE INFETTIVE	17
1.6 SALUTE MENTALE	17
2 ALLEVAMENTI INTENSIVI	
2.1 CONSUMO DI CARNE	22
2.2 COSA C'ENTRA IL METANO CON GLI ALLEVAMENTI	22
2.3 ALIMENTI PIÙ DANNOSI PER L'AMBIENTE	25
2.4 IMPATTO SULLA SALUTE	26
3 PROTEINE ALTERNATIVE	
3.1 INTRODUZIONE	30
3.2 ENTEMOFAGIA	30
3.3 STORICO	30
4 CASI STUDIO	
4.1 FUTURE OF FOOD	36
4.2 CHOCOLATE TEXTURE	41
4.3 CHOCORAL	44
4.4 EDIBLE GROWTH	46
4.5 SENSORY APPETISER	48
4.6 THE UTAH TEA SET	52
4.7 TOMORROW MEAT BALLS	54
4.8 FUNGI MUTARIUM	63
4.9 FUNGI CUTLERY	65
4.10 TRASFORMATIVE APPETITE	69
5 STAMPA 3D ALIMENTARE	
5.1 INTRODUZIONE	74
5.2 COS'È LA STAMPANTE 3D ALIMENTARE	74
5.3 COME FUNZIONA	74
5.4 POSSIBILI APPLICAZIONI	75
5.5 STAMPANTI (CASI STUDIO)	76
BLU RAPSODY	76
FEEL THE PEEL	77
FOODINI	79
BY FLOW	81
FOOD INK	82
MY CUSINI	84
REDEFINE MEAT	85
IMPRESSIVE 3D	86

6 RLP FOOD	
6.2 PROGETTO	
INTRODUZIONE	92
SOFTWARE	92
CONFIGURAZIONE FORME	94
CONTROLLO NUTRIZIONALE	97
INTERFACCIA	100
POSSIBILI COMBINAZIONI	101
6.2 RAPID LIQUID PRINTING (RLP)	
RLP	104
STORIA	107
IMPOSTAZIONI MACCHINA	107
SISTEMA DI CONTROLLO	107
SISTEMA DI DEPOSIZIONE	108
SOFTWARE	108
BREVETTO	110
6.3 MACCHINA DI STAMPA	
FUNZIONAMENTO	115
POMPA PERISTALTICA	116
SUPPORTO ESTRUSORE	118
CABLAGGIO	119
CREAZIONE VASCA	120
6.4 GEL DI SOSPENSIONE	
AGAR AGAR	121
LAPONITE	122
XANTAN GUM	123
6.5 G-CODE	
DEFINIZIONE	124
COMANDI	124
ALGORITMO	126
VASCA DI PERIMETRO	129
PROVE DI STAMPA	130
6.5 CONCEPT STAMPANTE	132
RENDER	134
CONCLUSIONI	136
RIFERIMENTI	138

# ABSTRACT

Gli alimenti considerati come un processo progettuale possono diventare anche materiali per realizzare e costruire oggetti edibili. Pensando agli ingredienti come materiali per il progetto, si può arrivare a definire nuove aree di ricerca dove il materiale commestibile diventa l'elemento fondamentale del processo creativo e produttivo. Attraverso la progettazione parametrica e la digital fabrication si può conferire valore aggiunto e simbolico agli alimenti, utilizzandoli come materiale e generando nuove applicazioni e nuovi processi di trasformazione. L'obiettivo della ricerca è indagare e sperimentare l'utilizzo delle nuove tecnologie di produzione rapida nel food design, attraverso una analisi critica dell'impiego di tali tecnologie, la definizione di un diverso ciclo di produzione del cibo e l'ottimizzazione dei processi a favore di un risultato che porterebbe ad una evoluzione del concetto attuale di alimento, fornendo un'interazione esperienziale innovativa. Il risultato principale è la realizzazione di un sistema personalizzato per la produzione di pietanze con la capacità di fornire consapevolezza nell'utilizzo delle materie prime e nuove esperienze culinarie. L'idea di progetto parte dall'unione tra la passione per la tecnologia e quella per il cibo. Nel corso degli anni, molti designer hanno esplorato la tematica del cibo del futuro, cercando di unire sapori tradizionali e innovazione tecnologica. Con questo progetto si cerca di unire la tradizione e la tecnologia tenendo conto degli impatti del clima, che sono già evidenti. Questi impatti includono l'inquinamento dell'aria, le malattie, gli eventi meteorologici estremi, le migrazioni forzate e i problemi di salute mentale, nonché l'aumento della fame e della cattiva alimentazione in luoghi in cui le persone non possono coltivare o trovare cibo a sufficienza. Il progetto cerca di affrontare queste sfide e di contribuire a trovare soluzioni sostenibili anche tramite l'utilizzo di proteine alternative.



# 1 INQUINAMENTO

## 1.1 Cambiamento climatico

In ogni parte del mondo le popolazioni stanno provando sulla pelle i vari modi in cui il cambiamento climatico può provocare disastri sul nostro pianeta.

L' aumento costante delle temperature alimenta incendi, uragani e altre calamità che ormai è impossibile ignorare. E mentre il mondo sprofonda in una pandemia mortale, gli scienziati suonano il campanello d'allarme per ricordarci, una volta di più, che il cambiamento climatico rappresenta ancora la più grande minaccia per la salute umana.

Nell' agosto 2020, quando diversi incendi hanno devastato alcune aree di Stati Uniti, Europa e Siberia, il Direttore Generale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) Tedros Adhanom Ghebreyesus ha dichiarato che "i rischi derivanti da qualsiasi singola malattia sono niente rispetto a quelli provocati dal cambiamento climatico".

FOTOGRAFIA DI **AJI STYAWAN**



*Una famiglia cena nella propria casa allagata nella provincia di Giava Centrale, in Indonesia. Per oltre 40 anni hanno assistito alla lenta sparizione sotto il mare dei loro terreni agricoli produttivi. Per far fronte a questa situazione hanno fisicamente sollevato da terra tutto ciò che c'è nella casa.*

Il 5 settembre 2021 oltre 200 riviste mediche hanno pubblicato un editoriale congiunto senza precedenti che sollecitava l'azione dei leader mondiali. "La scienza è inequivocabile", scrivevano. "Un aumento di 1,5 °C a livello globale rispetto alla media pre-industriale e la continua perdita di biodiversità rischiano di provocare un danno catastrofico alla salute da cui sarà impossibile tornare indietro".

Nonostante i seri pericoli causati dalla COVID-19, gli autori dell'editoriale congiunto scrivono che i leader mondiali "non possono aspettare la conclusione della pandemia per ridurre rapidamente le emissioni". Al contrario, sostengono, tutti devono trattare la questione climatica con la stessa urgenza con cui viene trattata la COVID-19.

Ecco una panoramica dei modi in cui il cambiamento climatico può danneggiare la salute dell'uomo compresi alcuni effetti meno evidenti ma comunque insidiosi e del perché gli scienziati sostengono che non è ancora troppo tardi per evitare la catastrofe.

## 1.2 Inquinamento dell'aria

Il cambiamento climatico è causato dall'aumento nell'atmosfera terrestre dell'anidride carbonica e di altri gas a effetto serra che provengono soprattutto dalle emissioni dei carburanti. Ma bruciare i combustibili fossili può avere anche conseguenze dirette sulla salute umana perché l'aria inquinata contiene piccole particelle in grado di provocare ictus e attacchi cardiaci penetrando nei polmoni e nel cuore e addirittura viaggiando attraverso il sistema circolatorio. Queste particelle possono danneggiare gli organi direttamente oppure provocare una risposta infiammatoria del sistema immunitario, che tenta di combatterle. Secondo alcune stime l'inquinamento atmosferico provoca all'incirca dai 3,6 milioni ai 9 milioni di morti premature ogni anno.

"I numeri possono variare", spiega Andy Haines, professore di cambiamento climatico e sanità pubblica presso la London School of Hygiene and Tropical Medicine, nonché autore del libro pubblicato di recente Planetary Health (Salute planetaria, NdT), "ma tutti concordano sul fatto che si tratta di un pesante fardello che incombe sulla salute pubblica".

Le persone di età superiore ai 65 anni sono più suscettibili agli effetti nocivi dell'inquinamento dell'aria, ma anche molti altri sono a rischio, sostiene Kari Nadeau, direttrice del Sean N. Parker Center for Allergy and Asthma Research dell'Università di Stanford.

Chi fuma sigarette tradizionali o elettroniche presenta un rischio superiore, così come i bambini affetti dall'asma.

FOTOGRAFIA DI **KARLA GACHET**



*Alcuni lavoratori raccolgono i pomodori in un campo di Los Baños, in California, sotto un sole cocente. L'aumento delle temperature non solo ha un impatto sulla salute delle persone e sulla loro capacità di lavorare ma in California anche l'agricoltura è minacciata dalla siccità.*

L'inquinamento atmosferico causa conseguenze anche per chi soffre di allergie: l'anidride carbonica aumenta l'acidità dell'aria che quindi estrae più polline dalle piante. Se per alcuni questo fatto può banalmente significare che dovranno sopportare i noiosi attacchi delle allergie stagionali per un tempo più lungo, per altri invece la situazione potrebbe diventare potenzialmente letale.

“Per coloro che sono già affetti da malattie respiratorie è un problema serio”, prosegue Nadeau. Quando il polline penetra nell'apparato respiratorio, per eliminarlo il corpo produce il muco, che può riempire i polmoni fino a soffocarli.

E qualcosa di simile potrebbe capitare anche alle persone sane, se i livelli di polline sono particolarmente intensi. Nel 2016 nello stato australiano di Victoria, una forte tempesta combinata con livelli elevati di polline ha provocato quello che la rivista scientifica The Lancet ha descritto come “l'epidemia più ampia e catastrofica di asma dovuta a un evento meteorologico”. Furono talmente tanti gli abitanti della zona a soffrire di attacchi d'asma che i reparti di pronto soccorso ne furono letteralmente sommersi – e almeno 10 persone morirono.

FOTOGRAFIA DI **KEVIN FRAYER**



**Una donna affronta il vento forte durante una tempesta di sabbia stagionale a Pechino, in Cina. Gli scienziati ritengono che la desertificazione e il cambiamento climatico stiano avendo un ruolo nella frequenza e nell'intensità di eventi simili. L'inquinamento atmosferico è nocivo per la salute umana.**

Il cambiamento climatico sta provocando anche un peggioramento degli incendi, il cui fumo è particolarmente tossico. Come ha dimostrato uno studio recente, gli incendi sono responsabili del 25% dell'inquinamento dell'aria negli Stati Uniti. Nadeau spiega che il fumo contiene particelle di tutto ciò che il fuoco ha consumato lungo il suo percorso: dagli pneumatici fino alle sostanze chimiche nocive. Queste particelle sono così fini che possono penetrare anche più in profondità nei polmoni e negli organi interni degli individui.

### 1.3 Caldo estremo

Le ondate di calore sono letali, ma inizialmente i ricercatori non avevano notato un collegamento diretto tra il cambiamento climatico e gli effetti nocivi delle ondate di calore e di altri eventi atmosferici estremi. Haines afferma che le prove che lo confermano sono in continuo aumento. “Ora disponiamo di un certo numero di studi in base ai quali possiamo attribuire con una certa sicurezza alcune condizioni sanitarie al cambiamento climatico”.

Più recentemente, Haines ricorda uno studio pubblicato all'inizio di quest'anno sulla rivista Nature Climate Change che attribuisce al cambiamento climatico oltre un terzo delle morti provocate dal caldo. Come National Geographic ha riferito all'epoca, lo studio ha rivelato che il costo in termini di vite umane era addirittura superiore in quei Paesi con minor accesso all'aria condizionata o in presenza di altri fattori che rendono le persone più vulnerabili al caldo.

Il motivo è che il corpo umano non è concepito per affrontare temperature superiori ai 37 °C, spiega Nadeau. Il calore può danneggiare i muscoli. L'organismo dispone di alcuni sistemi per affrontare il caldo, come la sudorazione, “ma quando fuori il caldo è costante, l'organismo non riesce a recuperare, e i muscoli e le cellule cardiache iniziano letteralmente a morire e degradarsi”, spiega.

Se si rimane esposti al calore estremo per troppo tempo e non si riesce a rilasciare adeguatamente quel calore, lo stress può causare una serie di problemi a cascata in tutto l'organismo. Il cuore deve lavorare più duramente per pompare il sangue nel resto degli organi mentre il sudore priva il corpo dei minerali necessari, come sodio e potassio. La combinazione di questi fattori può determinare attacchi cardiaci e ictus.

La disidratazione dovuta all'esposizione al calore può provocare anche danni gravi ai reni che hanno bisogno dell'acqua per funzionare correttamente. Per le persone che già soffrono di insufficienza renale — in particolare gli anziani — Nadeau afferma che il calore estremo può diventare una condanna a morte. “Sono eventi che si verificano sempre più spesso”, prosegue la scienziata.

Gli studi hanno inoltre tracciato collegamenti tra le temperature più elevate e i parti pretermine e altre complicazioni della gravidanza. Non è chiaro il motivo, spiega Haines, ma un'ipotesi è che il calore estremo riduca il flusso sanguigno al feto.

### 1.4 Insicurezza alimentare

Uno dei modi meno diretti, ma non per questo meno problematici, in cui il cambiamento climatico può influire sulla salute è danneggiando la fornitura mondiale di cibo.

Il cambiamento climatico riduce la quantità di cibo disponibile e al contempo lo rende meno nutriente. Secondo un rapporto speciale dell'IPCC (il Gruppo Intergovernativo sul cambiamento climatico), le rese agricole hanno già iniziato a ridursi in conseguenza dell'aumento delle temperature, del cambiamento dei modelli delle precipitazioni e degli eventi atmosferici estremi. Contemporaneamente, altri studi hanno dimostrato che una maggiore quantità di anidride carbonica nell'atmosfera può privare le piante di zinco, ferro e proteine, tutte sostanze nutritive di cui l'uomo ha bisogno per sopravvivere.

La malnutrizione è collegata a un'ampia varietà di malattie, tra cui insufficienza cardiaca, cancro e diabete. Inoltre, aumenta il rischio di rachitismo, o disturbi della crescita, nei bambini, che può danneggiare le funzioni cognitive.

Il cambiamento climatico mette in pericolo anche il cibo che ricaviamo dal mare.

L'aumento delle temperature oceaniche ha portato molte specie di pesci a migrare verso i poli terrestri in cerca di acque più fredde. Haines afferma che il conseguente declino delle risorse ittiche nelle regioni subtropicali “ha implicazioni notevoli per la nutrizione” poiché molte comunità costiere dipendono dalla pesca per una quantità sostanziale delle proteine che compongono la loro dieta.

Questo effetto probabilmente si rivelerà particolarmente nocivo per le comunità indigene, sostiene Tiff-Annie Kenny, professoressa della facoltà di medicina presso la Laval University in Quebec che studia il cambiamento climatico e la sicurezza alimentare nella regione artica del Canada. Per quelle comunità è molto più difficile trovare fonti alternative di proteine, spiega, perché non sono disponibili oppure perché sono troppo care. “Quindi cosa mangeranno in alternativa quelle persone?”, si chiede la scienziata.

La malnutrizione è collegata a un’ampia varietà di malattie, tra cui insufficienza cardiaca, cancro e diabete. Inoltre, aumenta il rischio di rachitismo, o disturbi della crescita, nei bambini, che può danneggiare le funzioni cognitive.

Il cambiamento climatico mette in pericolo anche il cibo che ricaviamo dal mare. L’aumento delle temperature oceaniche ha portato molte specie di pesci a migrare verso i poli terrestri in cerca di acque più fredde. Haines afferma che il conseguente declino delle risorse ittiche nelle regioni subtropicali “ha implicazioni notevoli per la nutrizione” poiché molte comunità costiere dipendono dalla pesca per una quantità sostanziale delle proteine che compongono la loro dieta.

Questo effetto probabilmente si rivelerà particolarmente nocivo per le comunità indigene, sostiene Tiff-Annie Kenny, professoressa della facoltà di medicina presso la Laval University in Quebec che studia il cambiamento climatico e la sicurezza alimentare nella regione artica del Canada.

Per quelle comunità è molto più difficile trovare fonti alternative di proteine, spiega, perché non sono disponibili oppure perché sono troppo care. “Quindi cosa mangeranno in alternativa quelle persone?”, si chiede la scienziata.

FOTOGRAFIA DI **DAVID GUTTENFELDER**



**Le fattorie solari ed eoliche a ovest di Mojave, in California, offrono uno squarcio sul futuro. L'amministrazione Biden ha annunciato un piano per aumentare la produzione e l'installazione di pannelli solari per passare dalla quota del 3% dell'elettricità del Paese al 45% nel corso dei prossimi trent'anni per ridurre le emissioni di carbonio che contribuiscono al riscaldamento globale.**

## 1.5 Malattie infettive

Man mano che il pianeta si surriscalda, la regione geografica in cui vivono zecche e zanzare si sta ampliando. Questi animali sono vettori noti di malattie come il virus Zika, la febbre dengue e la malaria. Attraversando il Tropico del Cancro e del Capricorno, afferma Nadeau, zanzare e zecche offrono maggiori opportunità a queste malattie di infettare porzioni più ampie di popolazione.

“In precedenza, questi parassiti si trovavano in zone ristrette vicino all’Equatore, ma ora, sfortunatamente, a causa del riscaldamento del Nord Europa e del Canada, il virus Zika è stato riscontrato in luoghi dove non si pensava esistesse”, aggiunge Nadeau.

Inoltre, le condizioni climatiche come temperature e umidità possono avere un impatto sul ciclo vitale delle zanzare. Haines sottolinea che vi sono prove particolarmente convincenti del fatto che, in alcune regioni, il cambiamento climatico ha alterato queste condizioni in modo da aumentare il rischio che le zanzare trasmettano la dengue.

Come se non bastasse, vi sono diversi modi in cui il cambiamento climatico sta aumentando il rischio di malattie che possono essere trasmesse attraverso l’acqua, come il colera, la febbre tifoide e i parassiti. Talvolta ciò avviene in modo piuttosto diretto, come quando le persone entrano in contatto con le acque alluvionali sporche. Ma Haines afferma che la siccità può avere un impatto indiretto quando le persone, ad esempio, non possono lavarsi le mani o sono obbligate a bere da sorgenti d’acqua dolce più rischiose.

## 1.6 Salute mentale

Un risultato comune di qualunque disastro legato alla sfera climatica è il prezzo in termini di salute mentale. L’angoscia provocata dal drastico cambiamento del clima è talmente evidente che le è stato dato un nome: solastalgia.

Nadeau afferma che gli effetti sulla salute mentale sono stati evidenti nei suoi studi sugli accessi al pronto soccorso dovuti agli incendi nell’ovest degli Stati Uniti. Le persone perdono la casa, il lavoro e talvolta anche gli affetti più cari e questo ha un’importante ricaduta immediata.

“Qual è il disturbo acuto che si sviluppa più rapidamente? È quello psicologico”, afferma. Gli eventi meteorologici estremi, come incendi e uragani, provocano così tanto stress e ansia da scatenare disturbi post-traumatici da stress e, a lungo termine, anche suicidi.

Un altro fattore comune è che il cambiamento climatico provoca un danno sproporzionato alle persone più vulnerabili. Il 2 settembre, l’Agenzia per la protezione ambientale (Environmental Protection Agency, EPA) ha pubblicato un’analisi da cui si evince che le comunità delle minoranze razziali ed etniche sono particolarmente a rischio. Secondo il rapporto, se le temperature aumenteranno di 2 °C, le persone di colore avranno il 40% di probabilità in più di vivere nelle aree in cui sono previsti aumenti delle morti correlate e il 34% di probabilità in più di vivere in aree con un maggiore aumento di casi di asma infantile.

Inoltre, gli effetti del cambiamento climatico non si manifestano in modo isolato. In qualunque momento, una comunità può trovarsi di fronte contemporaneamente a inquinamento atmosferico, insicurezza alimentare, malattie e calore estremo. Kenny afferma che questo è particolarmente devastante nelle comunità in cui la prevalenza dell’insicurezza alimentare e la povertà sono già ad alti livelli. Questa situazione non è stata studiata adeguatamente, spiega, perché “è difficile registrare questi shock che possono essere causati dal clima”.

Negli ultimi anni, scienziati e attivisti ambientali hanno iniziato a insistere perché si facciano più ricerche in merito alla miriade di effetti sanitari dovuti al cambiamento climatico. “Una delle cose più sconvolgenti è che si è verificata un’autentica penuria di fondi per il cambiamento climatico e la salute”, prosegue Haines. “Per questo motivo, alcune delle prove di cui disponiamo sono ancora frammentarie”.

Eppure, la speranza non è ancora persa. Nell’Accordo di Parigi i Paesi di tutto il mondo si

sono impegnati a contenere il riscaldamento globale a meno di 2 °C e, possibilmente, al di sotto degli 1,5 °C, riducendo le proprie emissioni. “Se riduciamo le emissioni, ne beneficia la salute e anche il pianeta”, aggiunge Haines.

Nel frattempo, scienziati e attivisti ambientali hanno portato avanti soluzioni che possono aiutare le persone ad adattarsi agli effetti sanitari del cambiamento climatico. Queste includono la segnalazione tempestiva delle ondate di caldo e centri dedicati dove beneficiare dell'aria condizionata, catene di fornitura più resilienti e indipendenza delle strutture sanitarie dalla rete elettrica.

Nadeau sostiene che anche la pandemia di COVID-19 rappresenta un'opportunità per i leader mondiali di pensare più in grande e in modo strategico. Ad esempio, la pandemia ha messo a nudo i problemi di efficienza ed equità che molti Paesi hanno nella ristrutturazione delle proprie strutture sanitarie. In quel processo, aggiunge la scienziata, si possono trovare nuovi modi di ridurre i rifiuti e le emissioni, come ad esempio fare in modo che più ospedali utilizzino energie rinnovabili.

“Dipende tutto da noi”, conclude Nadeau, “se non facciamo niente, sarà un cataclisma”.



## **2 ALLEVAMENTI INTENSIVI**

## 2.1 Il consumo di carne

Tutto quello che mangiamo ha un impatto ambientale. Ma le diete a base di carne sono una delle principali fonti di gas serra. Le attività agricole rappresentano il 24% di tutte le emissioni di gas serra ogni anno. Di queste, l'80% è dovuto direttamente o indirettamente ad attività zootecniche, ossia quelle attività che potremmo tranquillamente chiamare allevamenti.



Vuol dire che la maggior parte delle emissioni legate alla nostra alimentazione dipendono dalla nostra personale scelta di rinunciare o meno alla carne. Spesso ci dimentichiamo di come i piccoli cambiamenti collettivi delle nostre routine possano avere effetti di vasta portata. È stato calcolato che se solo la popolazione degli Stati Uniti decidesse di rinunciare a carne e derivati per un solo giorno alla settimana, in un anno, risparmieremmo alla nostra atmosfera l'inquinamento prodotto da 7.6 milioni di automobili. Benché nel dibattito sui gas serra il monossido di carbonio catalizzi sempre tutta l'attenzione, esso rappresenta solo il 9% delle emissioni del settore agricolo. Il metano (CH<sub>4</sub>), è un gas serra 25 volte più pericoloso, occupa una fetta che va dal 35% a 45% mentre l'ossido nitroso (N<sub>2</sub>O), 300 volte più pericoloso, oscilla ogni anno fra il 45% ed il 55%.

## 2.2 Cosa c'entra il metano con gli allevamenti?

I ruminanti (bovini e ovini) producono metano come effetto secondario dei propri processi digestivi e lo rilasciano in atmosfera in virtù di tali processi o con le esalazioni derivanti dal loro letame in decomposizione. Se considerate che solo gli animali allevati negli Stati Uniti producono 500 milioni

di tonnellate di letame ogni anno, ossia 3 volte la quantità di rifiuti prodotti dalla popolazione statunitense nello stesso arco di tempo, inizierete a farvi un'idea di cosa significhi per l'ambiente il nostro insaziabile appetito per la carne. Facciamo presente che stiamo parlando di un unico gas nocivo e solamente del



ALLEVAMENTI

POPOLAZIONE  
STATI UNITI 



= 3 X



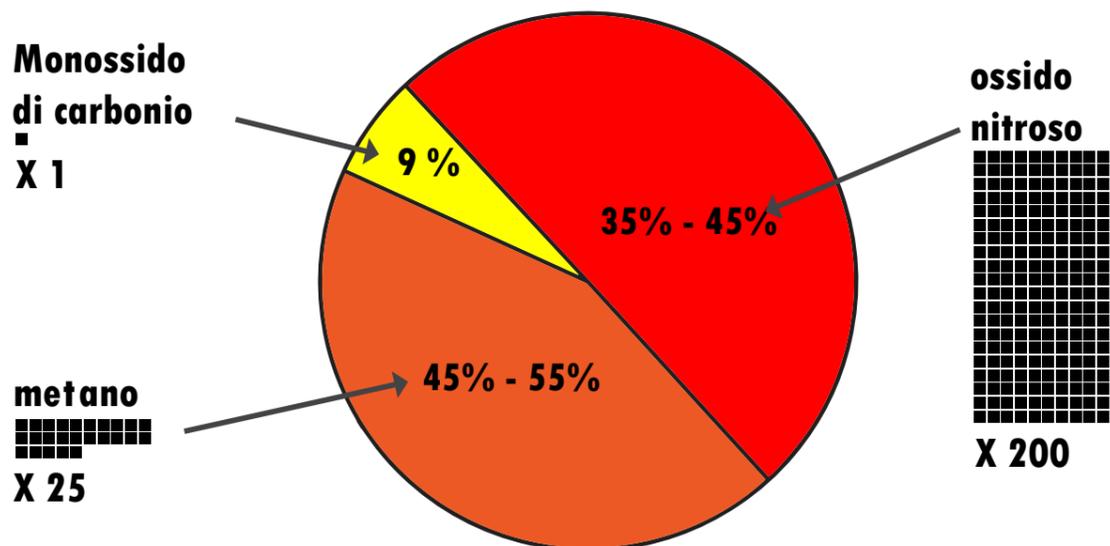
**500 mln tonn**

**170 mln tonn**

suo effetto in atmosfera. Ma il letame che si decompone, parlando di quantità così grosse, va a contaminare anche le nostre falde acquifere. E poi esistono anche altre sostanze, come per esempio il protossido di azoto. Il protossido di azoto è anch'esso un prodotto secondario della decomposizione del letame dei ruminanti, ma viene immesso in atmosfera in quantità maggiore con la produzione e l'applicazione di fertilizzanti azotati, così come durante il deterioramento di un terreno ricco di carbonio, appena disboscato per creare spazio ad uso agricolo. Continuiamo con l'esempio statunitense per farci un'idea: 60 milioni di ettari di terre

coltivate, 167 milioni di kg di pesticidi e 19 miliardi di euro vengono spesi ogni anno per nutrire la popolazione di ruminanti di cui parlavamo prima.

Oppure, visto dal punto di vista del consumo del suolo: secondo la FAO, gli allevamenti equivalgono al 26% di tutte terre emerse, ghiacciai inclusi. A questo dato possiamo aggiungere che l'area totale dei terreni in cui si coltiva il cibo per gli allevamenti equivale al 33% di tutta la terra arabile del pianeta.



Riassumendo, sempre secondo la FAO l'allevamento occupa il 70% di tutti i terreni agricoli presenti nel mondo e il 30% della superficie del pianeta. E stiamo continuando ad abbattere foreste per far spazio ad allevamenti e terreni per mangimi.

A questo punto, probabilmente starai iniziando a realizzare come tutte quelle costine, quegli hamburger o quei formaggi che finiscono ogni giorno nei nostri piatti non facciano poi così bene all'ambiente.

Ma non prendetevela con gli allevamenti, con i macelli, i supermercati o con i ristoranti. Queste attività commerciali rispondono a una domanda. E quella domanda... beh la creiamo noi, noi che divoriamo carne a prezzi mai visti. Dal 1971 al 2010, a fronte di una crescita della popolazione globale del 81%, la produzione di carne mondiale è triplicata raggiungendo una cifra di circa 670 miliardi di euro.

-  **60 MLN DI ETTARI**
-  **167 MLN KG**
-  **19 MRD DI EURO**



### 2.3 Alimenti più dannosi per l'ambiente

Esiste un'analisi dettagliata della Carbon Footprint totale delle fonti di proteine più comunemente diffuse, siano esse carne, formaggi o vegetali. Per Carbon Footprint si intende l'emissione di gas nocivi attribuibile a un prodotto, un'organizzazione o un individuo e serve a misurare l'impatto che tali emissioni hanno sui cambiamenti climatici legati all'attività dell'uomo.

Secondo questa lista, agnello, manzo e formaggio occupano in questo ordine le tre posizioni più inquinanti. La lista procede poi includendo carne di maiale, salmone d'allevamento, tacchino, pollo, tonno in scatola, uova per poi terminare con patate, riso, burro di arachidi, noci, broccoli, tofu, fagioli secchi, latte e lenticchie.

È una lista che ingloba tutti i momenti della vita di un cibo, trasporti inclusi. Secondo questa analisi ogni kg di cibo consumato produce circa 86.4 kg di CO2 se si tratta di carne di agnello, 59.6 kg se si tratta di manzo, 29.7 kg se si tratta di formaggio. I broccoli generano circa 1.9 kg di CO2 contro le lenticchie che ne producono solo 0.89. Va inoltre notato che per le fonti vegetali, la maggior parte delle emissioni nocive è legata al trasporto, alla cottura e allo smaltimento dei rifiuti.

## CARBON FOOTPRINT

### CO2 PRODOTTA OGNI KG DI ALIMENTO

AGNELLO	MANZO	FORMAGGIO	BROCCOLI	LENTICCHIE
				
<b>86.4 KG</b>	<b>59.6 KG</b>	<b>29.7 KG</b>	<b>1.9 KG</b>	<b>0.89 KG</b>

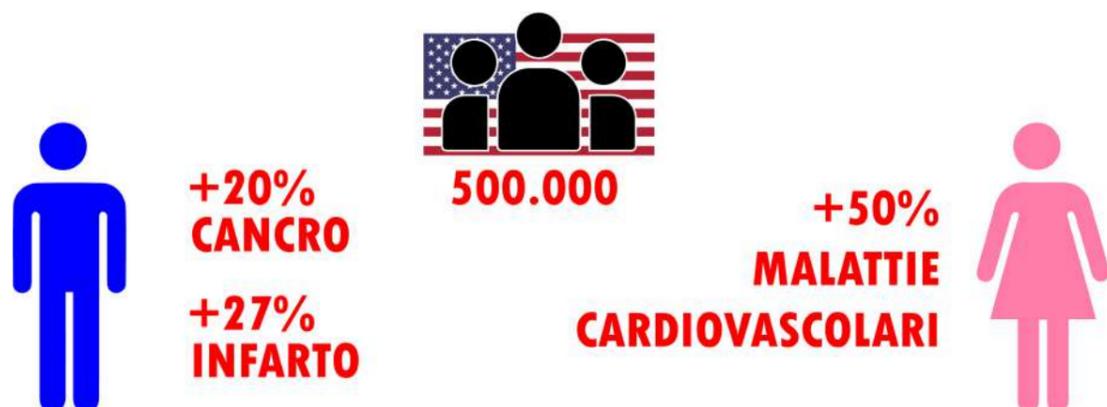
## 2.4 Impatto sulla salute

Va prima di tutto fatta una precisazione: l'impatto ambientale ha già di per sé effetti sulla nostra salute. E questo anche se siamo lontani centinaia di km dalle fonti di inquinamento: acque e aria non conoscono confini, il problema ormai è globale.

Ma se l'impatto ambientale delle nostre diete non fosse sufficiente a farci ripensare le nostre routine alimentari, forse potremmo prendere in seria considerazione l'impatto del cibo sulla nostra salute.

L'Istituto Nazionale per il Cancro statunitense ha studiato ben 500.000 cittadini americani nel 2009 ed è arrivato a conclusioni pesanti: nella parte di questo campione che si è cibata maggiormente di carne rossa si riscontra un +20% di probabilità di morte per cancro e + 27% per infarto.

Per le donne, i risultati sono ancora meno confortanti: fra le consumatrici di alte quantità di carne rossa, il rischio di morte per malattie cardiovascolari è più alto del 50%.



## 2.5 Abbandonare la carne

Diventare vegetariani, o semplicemente diminuire il nostro consumo di carne, non è così drastico come si può pensare.

L'analisi dei dati dell'Economic Research Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (ERS / USDA) ha evidenziato come tutte le nostre diete varino fra di loro per solo il 40% del loro totale, indipendentemente se siamo consumatori di carne o vegan.

Benché le emissioni di CO2 delle diete vegetariane siano inferiori di un terzo rispetto a quelle di un occidentale medio e quasi la metà di un "amante della carne", la stessa analisi dell'ERS ha contemporaneamente dimostrato che solo la sostituzione della carne di manzo con quella di pollo abbatterebbe di un quarto le emissioni di CO2.

Gli effetti di un piccolo cambiamento cominciano ad avere ancora più senso se si considera come i prodotti di origine animale rappresentino solo il 25% del nostro apporto calorico e allo stesso tempo costituiscano il 60% delle emissioni legate alle nostre routine alimentari.

A coloro i quali si stanno preoccupando di non riuscire a reperire abbastanza pro-

teine, suggeriamo l'ultimo studio del Centro Nazionale per l'Informazione Biotecnologica svolto su un campione di uomini fra i 17 ed i 70 anni e con un apporto di proteine consigliato di 56g giornalieri.

Questo studio ha dimostrato che la maggior parte di questi individui consuma normalmente quasi il doppio delle proteine consigliate, in quote giornaliere fra gli 88.3 e i 109.2 grammi giornalieri.

Tenendo presente questi risultati, consigliamo anche quelli di un altro studio: solo l'1% dei bambini e il 4% degli adulti consuma la quantità consigliata di frutta e verdura.

Le risposte sono sotto il nostro naso da secoli, e sicuramente ne hai sentito parlare anche tu.

Acquista prodotti locali: ridurrai le emissioni in percentuali che vanno dal 20% al 25%.

Se possibile concentrati su prodotti provenienti da agricolture biologiche: questo tipo di coltivazioni hanno un impatto ambientale molto più ridotto rispetto alle agricolture convenzionali poiché alle aziende biologiche è richiesto di utilizzare fertilizzanti naturali e di evitare i pesticidi chimici.

In conclusione, se vogliamo fare sul serio la differenza non dobbiamo sconvolgerci la vita: basta lasciare la carne e i derivati fuori dalla nostra dieta.

Se una famiglia media di 4 persone riuscisse a farlo anche solo per un giorno alla settimana, in un anno, risparmierebbe al pianeta l'equivalente di 3 mesi di inquinamento della propria auto.

Tra tutto ciò che la terra ci offre di commestibile abbiamo storicamente selezionato un numero piccolissimo di prodotti. Di questi, per di più, siamo soliti eliminare una buona parte che in realtà si potrebbe tranquillamente mangiare: scegliamo solo certi tagli di carne, mangiamo solo la parte più tenera delle verdure e così via...

Ricercatori, chef, imprenditori e organizzazioni internazionali che operano in ambiti diversi si sono da tempo soffermati a riflettere sulle potenzialità di tutto ciò che ancora non viene valorizzato come cibo. Tra i pionieri degli alimenti "inusuali", c'è chi propone di riportare in tavola pietanze antiche, erbe selvatiche, semi e cereali dimenticati e chi va alla scoperta di ingredienti esotici o poco esplorati che possano ampliare i nostri orizzonti gastronomici. In questi orizzonti rientrano oggi anche gli insetti.

Fino a qualche anno fa "entomofagia" era un termine sconosciuto ai più. Oggi le persone che saprebbero dire che si tratta della pratica di mangiare insetti stanno aumentando. Riviste, giornali, internet, televisione e radio negli ultimi anni ne hanno abbondantemente parlato. Purtroppo spesso in modo poco informato, attraverso fotografie un po' crude e noti zie vaghe e poco rassicuranti, spaventando il pubblico già scettico e non abituato all'idea di ricette a base di insetti.

Il nostro intento, con questo libro, è proprio quello di spiegare in modo semplice e documentato tutto ciò che riguarda gli insetti come fonte alimentare, stando lontano da qualsiasi stereotipo e usando un approccio leggero e non troppo accademico. Vi racconteremo quello che abbiamo studiato, sperimentato e scoperto e che è confluito nell'esperienza di Entonote, la nostra associazione.



### 3 PROTEINE ALTERNATIVE

### 3.1 Introduzione

Tra tutto ciò che la terra ci offre di commestibile abbiamo storicamente selezionato un numero piccolissimo di prodotti. Di questi, per di più, siamo soliti eliminare una buona parte che in realtà si potrebbe tranquillamente mangiare: scegliamo solo certi tagli di carne, mangiamo solo la parte più tenera delle verdure e così via... Ricercatori, chef, imprenditori e organizzazioni internazionali che operano in ambiti diversi si sono da tempo soffermati a riflettere sulle potenzialità di tutto ciò che ancora non viene valorizzato come cibo. Tra i pionieri degli alimenti "inusuali", c'è chi propone di riportare in tavola pietanze antiche, erbe selvatiche, semi e cereali dimenticati e chi va alla scoperta di ingredienti esotici o poco esplorati che possano ampliare i nostri orizzonti gastronomici. In questi orizzonti rientrano oggi anche gli insetti. Fino a qualche anno fa "entomofagia" era un termine sconosciuto ai più. Oggi le persone che saprebbero dire che si tratta della pratica di mangiare insetti stanno aumentando. Riviste, tv, internet, televisione e radio negli ultimi anni ne hanno abbondantemente parlato. Purtroppo spesso in modo poco informato, attraverso fotografie un po' crude e notizie vaghe e poco rassicuranti, spaventando il pubblico già scettico e non abituato all'idea di ricette a base di insetti.

È molto affascinante scoprire quanto gli insetti siano presenti e importanti nella storia passata e presente dell'alimentazione umana, quanto siano essenziali per la dieta di chi ha carenze alimentari, quanto sia elevato il loro potenziale da un punto di vista sia ecologico che nutrizionale e naturalmente quanto sia interessante il loro sapore.

### 3.2 Entemofagia

L'entomofagia - dal greco *éntomos*, "insetto", e *phāgein*, "mangiare", - è una pratica diffusa in larga parte del mondo (circa l'80% delle popolazioni), ciononostante ha da sempre suscitato scarso interesse nei popoli occidentali perché considerata usanza bizzarra, povera e poco igienica. Sono pochi gli studiosi europei e americani esperti di biodiversità, culture alimentari o antropologia che si sono dedicati a questo tema. Solo recentemente le autorità internazionali hanno cominciato a porre una crescente attenzione sull'argomento e a realizzare l'importanza di una maggiore dignità e diffusione di questa pratica alimentare. Questo è accaduto perché la continua crescita demografica ha messo in allarme il mondo intero e, nonostante ci siano diverse teorie su quale sia il modo migliore per sfamare la popolazione del pianeta, tutti concordano che sia sempre più urgente trovare una soluzione. Da alcuni anni la FAO e altre organizzazioni mondiali hanno osservato che potrebbero essere proprio gli insetti il cibo adatto a far fronte al problema in modo sostenibile. Inoltre da millenni una larga fetta della popolazione mondiale già li consuma quotidianamente e, anche se per alcuni sarà difficile a credersi, sono gustosi e sorprendentemente nutrienti, tanto che si sta diffondendo un certo interesse anche in Europa tra gli chef di alta cucina. Nonostante le barriere culturali costituiscano ancora uno scoglio notevole, andiamo a vedere come curiosità e interesse per l'entomofagia stiano crescendo sempre più anche nel nostro continente, Italia compresa.

### 3.3 Storico

Perché provare gratitudine solo per gli animali di grossa taglia? Durante l'arco della sua storia, l'uomo ha sempre utilizzato gli insetti. A partire dall'ape - per la sua produzione di miele, pappa reale, propoli, veleno, polline, cera - e passando per il baco da seta, con quel suo meraviglioso filare che da secoli viene sfruttato nella creazione di capi di lusso. Per non parlare del numero sempre più elevato di specie impiegate come esca per la cattura dei pesci.

Altri usi, di recente sempre più in crescita, sono quelli della lotta biologica e dell'impollinazione.

Non dimentichiamo i cospicui collezionisti per l'estetica di certe specie di insetti, come farfalle o maggiolini dai colori e disegni stupefacenti. All'elenco si aggiunge anche l'uso degli insetti in medicina per la produzione, per esempio, di sostanze cicatrizzanti e coadiuvanti. Ma il primissimo approccio che i nostri antenati hanno avuto con gli insetti è stato considerarli una fonte di nutrimento. Bisogna fare un bel salto indietro fino ai tempi dell'evoluzione dei primati. Ricerche scientifiche dimostrano che l'ordine dei primati, di cui noi uomini facciamo parte, si sia evoluto da un mammifero entomofago. Da quel momento non abbiamo più smesso di mangiare insetti né noi né tutti i nostri parenti più stretti. Come facciamo a dirlo? Non possiamo esserne certi ma un sacco di indizi ci portano a ritenerlo piuttosto probabile. Innanzitutto, praticamente ogni specie di scimmia quotidianamente mangia insetti in quantità. Gli scimpanzé, nostri parenti più prossimi, ne sono ghiotti e utilizzano raffinate tecniche per catturarli, molto simili a quelle adottate ancora oggi da diverse popolazioni umane. Analisi ossee condotte sui resti del primo ominide apparso sulla terra (l'*Australopithecus*) fanno supporre un'alimentazione di piante erbacee e insetti.

Facendo un balzo in avanti nel tempo e arrivando a quando l'uomo ha iniziato a usare il fuoco, sono state ritrovate tracce di insetti sia nelle ceneri sia negli escrementi fossili. Un altro elemento che potrebbe avvalorare questa ipotesi è una visita alla grotta Les trois frères ad Ariège, che prende il nome dai figli del conte Henri Bégouen che la scoprì nel 1914. Sulle pareti della grotta è presente l'immagine di una cavalletta risalente a più di 10.000 anni fa.

Ma forse non tutti crederanno che la cavalletta, come altri animali dipinti, sia la rappresentazione di ciò che gli abitanti della grotta mangiavano... perciò passiamo dalle testimonianze scientifiche e iconografiche a quelle scritte che dimostrano come gli insetti fossero considerati alimenti da noi umani. Le prime testimonianze risalgono al 2000 a.C. e raccontano quanto il re della Siria fosse ghiotto di cavallette e come fosse usanza di assiri e siriani cibarsene dopo averle catturate nei periodi in cui invadevano le coltivazioni. Nel palazzo assiro di Ninive, sulle pareti di un lungo corridoio, vi sono rappresentazioni di servitori che portano i piatti di un banchetto, tra cui si riconoscono spiedini di cavallette. Facciamo un altro passettino in avanti nel tempo e troviamo lettere babilonesi che parlano di ricette a base di insetti.

Sempre in merito all'Antico Testamento, l'entomologo israeliano Shimon Fritz Bodenheimer ha avanzato negli anni Cinquanta del secolo scorso un'ipotesi sull'identificazione della manna caduta dal cielo sugli ebrei: secondo lo studioso si tratterebbe di una secrezione prodotta da una specie di coccide diffuso nella penisola del Sinai.

Non finisce qui, personaggi illustri del nostro passato raccontano di antiche usanze entomofaghe. Erodoto narra di popolazioni libiche che usavano mangiare locuste mescolate con il latte, Aristotele scrive di come le cicale siano più buone allo stato di crisalide, Plinio, nella sua *Naturalis Historia*, parla di una larva chiamata *Cossus* (larva di *Lucanus cervus* o *Prionus coriarius*) servita in delicatissimi piatti nei banchetti romani.

Anche i Vangeli testimoniano il consumo di insetti riferendosi a Giovanni Battista come ghiotto di locuste e miele selvatico.

In epoca medievale troviamo scritti di soldati germanici che in Italia avrebbero mangiato bachi da seta fritti. Nello stesso periodo, ma spostandosi di diverse migliaia di chilometri più a est, in Cina il consumo di insetti era una pratica comune; ci sono testimonianze al riguardo durante tutte le dinastie dal 600 al 1600.

Avvicinandoci ancor di più ai tempi nostri e spostandoci nelle Americhe sappiamo che il popolo degli aztechi si alimentava di ben 91 specie differenti di insetti cucinati nei modi più svariati e si narra venissero preparati a corte, per colazione, all'imperatore tutte le mattine. Un po' più a nord gli amerindi facevano affidamento su pesci, insetti e uccelli per il loro

apporto proteico.

Attorno al 1880, M.W. de Fonvielle, un membro del senato francese, rese pubblica una ricetta per una zuppa di maggiolini e nello stesso periodo il vicepresidente della Società degli insetti di Parigi tenne una conferenza e ne inghiottì con gusto davanti alla platea una bella manciata.

Questi sono solo alcuni degli esempi che testimoniano le antichissime radici dell'usanza di mangiare insetti che ancora oggi persiste in una larga fetta del pianeta. Sarebbe davvero un peccato che, come accaduto per molte interessanti pratiche tradizionali ormai perdute, anche l'affascinante storia dell'entomofagia giungesse a un termine, oltre che in Occidente, anche in quei paesi in cui questa abitudine è ancora viva.

Secondo l'antropologo Marvin Harris (1990), americani ed europei non si nutrono di insetti perché in queste parti del mondo ve ne sono meno rispetto alle aree tropicali e perché non rappresentano la scelta migliore in termini di costi e benefici. Non è dunque solo la quantità di un certo genere alimentare a determinarne il consumo, ma il suo contributo alla redditività generale della produzione di cibo. Gli insetti, nonostante siano facili da allevare e catturare e presentino un elevato valore nutrizionale, in Europa non hanno permesso un significativo profitto economico per i produttori e preparatori alimentari se questo viene commisurato a quello del mercato dei grossi mammiferi e del pesce. Sempre in Europa, neanche la carne di cavallo è mai stata considerata un alimento abituale, soprattutto in passato, data l'abbondanza della carne di maiale, montone, capra, del pollame e del pesce. Perché mai interessarsi agli insetti?

Al contrario, nelle foreste tropicali dove è difficile trovare selvaggina e l'habitat è ricco di insetti anche di grosse dimensioni che spesso si spostano a frotte, ecco che la dieta tenderà a essere insettivora.

Infine, il fatto che una specie venga apprezzata o abominata dipende anche da quella che si chiama utilità o nocività residuale. In India una vacca assicura latte e letame e dunque viene divinizzata e non macellata. Nei secoli passati il cavallo in alcuni paesi veniva cavalcato in battaglia e sfruttato per arare i campi diventando quindi una nobile creatura

da non mangiare. Un maiale che non ara i campi, non produce latte, non aiuta a vincere guerre è diventato invece oggetto di abominio nelle culture arabe e musulmane.

Gli insetti in Europa o nell'America del Nord sono considerati ancora peggio dei maiali: non solo danneggiano l'agricoltura, ma consumano il cibo nelle dispense, punzecchiano e mordono la pelle, danno prurito, succhiano il sangue... Non stupisce che ci sia chi re-

agisce in maniera fobica e che le rare specie di insetti che hanno un'evidente utilità (come quelle che divorano altri insetti oppure quelle che impollinano le piante) non siano state considerate sufficienti a compensare l'immensa schiera dei loro fastidiosissimi parenti.

Il disgusto verso gli insetti nei paesi occidentali è dunque cresciuto nel tempo per motivi legati alla vita quotidiana. Con l'avvento dell'agricoltura la necessità di contenere gli insetti è aumentata considerevolmente insieme all'avversione nei loro confronti. A partire dalla fine della seconda guerra mondiale è aumentato anche l'allevamento del bestiame e il consumo di carne. In Italia, per esempio, l'apporto di proteine animali è decuplicato rispetto agli anni del Risorgimento e quintuplicato rispetto agli ultimi anni del regime fascista e le proteine animali sono passate da essere un bene di lusso a un bene di largo consumo.

Nonostante gli insetti non siano certo alla base della nostra dieta, non ne sono nemmeno del tutto esclusi. Indubbiamente, rappresenta l'eccezione che conferma la regola il "formaggio con i vermi" tipico di alcune regioni della Francia (precisamente della Corsica) e dell'Italia come la Sardegna, la Sicilia, il Piemonte, il Friuli, l'Abruzzo e l'Emilia-Romagna.

Anche in Germania esiste un prodotto simile: il Milbenkase, un formaggio colonizzato da particolari acari, parenti stretti degli insetti.

Uno studio di qualche anno fa, inoltre, ha documentato che nelle zone montane del Friuli-Venezia Giulia esiste l'usanza di mangiare Lepidotteri del genere Zygaena e Syntomis: viene consumata solo l'ingluvie ricca di sostanze zuccherine e viene scartato il resto del corpo.

Infine, anche se in pochi ne sono consapevoli, alcuni estratti di insetto, come il rosso cocciniglia, vengono ampiamente utilizzati da tempo per colorare cibi come yogurt, caramelle, il Campari e altro.

Se nei paesi occidentali la cultura entomofagica è quasi del tutto sparita, in molte altre parti del pianeta, come abbiamo detto, rappresenta una pratica ampiamente diffusa contribuendo fino al 50% dell'apporto proteico di alcune popolazioni.

In 113 paesi del mondo si consumano insetti abitualmente. A livello globale i più apprezzati sono: coleotteri (31%); bruchi di farfalle (18%); api, vespe e formiche (14%); cavallette, locuste e grilli (13%). Tra le aree geografiche che ne consumano di più ci sono Messico, Africa e Sud-Est Asiatico.

È importante sottolineare che in molte popolazioni consumare insetti non è un'azione estrema dettata dalla scarsa disponibilità di cibo, ma al contrario una normale componente della cultura alimentare e gastronomica, come ampiamente dimostrato nei numerosi studi del professor Maurizio Paoletti dell'Università di Padova. Oltre a non essere così lontani dalle nostre usanze alimentari, gli insetti, così come è accaduto per moltissimi altri alimenti, da qualche anno hanno cominciato a essere rivalutati dal mercato alimentare occidentale. Questo perché oggi cibo è sempre meno mero nutrimento e sempre più consapevolezza, cultura, tradizione.

Stiamo scoprendo e riscoprendo un'ampia varietà di alimenti e di questi alimenti vogliamo conoscere le proprietà, la provenienza, la storia. Siamo attenti al loro impatto sull'ambiente e sulla nostra salute, alla loro sostenibilità. Gli insetti non fanno eccezione.

## Fichi e insetti

Non tutti sanno che il fico (*Ficus carica*) in natura vive in simbiosi obbligata con un insetto, senza il quale non sopravviverebbe. Le vespe del fico servono da impollinatrici e in cambio ricevono nutrimento per sé e per i propri piccoli che nascono all'interno del frutto del fico. Questo significa che ogni volta che assaporiamo questo tipo di fico stiamo inconsapevolmente mangiando un vero e proprio ragù di glucosio e uova di insetto.

L'uomo ha selezionato una grande varietà di fichi tra cui quelli che non necessitano di essere impollinati. Ma questo non basta per essere certi di non ingerire insetti! Infatti se la vespa è nei paraggi può comunque impollinare il fico anche se la sua sopravvivenza non dipende più da questo insetto...

Volenti o nolenti, ogni anno mangiamo inconsapevolmente almeno 500 grammi di insetti. Ne ingeriamo alcuni senza accorgercene mangiando frutta e verdura

fresca, altri sbadigliando o appisolandoci a bocca aperta, altri ancora in alimenti colorati con rosso cocciniglia oppure mescolati in farine, pelati o alimenti confezionati. Per legge infatti è consentita una percentuale minima di residuo di insetti in varie preparazioni. Al filth test, cioè all'esame che rileva i contaminanti estranei agli alimenti, gli standard di prodotto prevedono e tollerano per legge frammenti di insetti. Ogni 100 g di ketchup sono accettabili fino a 30 uova, 2 larve nel mais in scatola, 2 vermi nei mirtilli, 50 frammenti nel burro di arachidi, mentre è ammesso che siano infestati il 5% dei semi di sesamo e il 10% dei grani di caffè.

Ora che sappiamo che gli insetti si possono mangiare, che in passato li abbiamo consumati in abbondanza e che tutt'oggi in tanti li gustano senza problemi, come mai se ci spostiamo dall'Oriente all'Occidente, dall'Africa all'Europa e dal Sud America all'America del Nord l'insetto è visto come pericoloso, fastidioso e non come qualcosa di buono da mangiare?

Possiamo tranquillamente dire che oggi la reazione di molti di noi nel trovare in tavola un piatto a base di insetti sarebbe di disgusto e ribrezzo! Ma perché c'è chi prova disgusto per gli insetti e chi no? E perché in Italia la carne di cavallo è una prelibatezza mentre per gli inglesi mangiare questo animale è disdicevole? Insomma chi ha ragione? Chi decide

cosa possiamo mangiare e cosa no?

Sul tema del disgusto sono stati pubblicati numerosi lavori antropologici che, per certi versi, hanno rivisto il modo d'intenderlo, considerandolo come qualcosa di culturale e non soggettivo. Mentre il gusto esprime sempre una dimensione soggettiva e appartiene

alla sfera della nostra sensibilità culturale, il disgusto è una sensazione che ingloba in sé il mondo fisico e morale.

Oggi lo studiano discipline diverse, tra cui la psicologia, la biologia, l'antropologia culturale. In molti lo definiscono un rompicapo epistemologico per la difficoltà di fissarne i confini e per la sua mutevolezza.

Il disgusto è stato studiato anche dalla filosofia fenomenologica negli anni Trenta del secolo scorso e considerato un meccanismo di difesa, anche se non sempre ciò che è disgustoso è pericoloso (per esempio un terremoto è pericoloso ma non è disgustoso, mentre delle lumache possono essere disgustose ma non pericolose).

La psicoanalisi, sempre negli anni Trenta del secolo scorso, stabilì delle connessioni tra ciò che è disgustoso e tutto ciò che striscia, s'insinua, s'annida, secerne, tutte espressioni che ci riportano al nostro aspetto primordiale.

Tutti questi studi hanno portato alla conclusione che il disgusto è un fattore dettato dalla propria cultura ed esperienza perciò è anche un elemento che può, nel tempo, essere modificato.

Se il disgusto è un fattore culturale, allora cosa spinge l'uomo a eliminare o introdurre nella sue abitudini nutrizionali un alimento? La risposta più naturale è la convenienza. Immaginiamo come eravamo quando abbiamo iniziato a insediarci in nuovi territori, scoprendo cose mai viste e mettendoci alla prova con fenomeni a cui non sapevamo dare una risposta. Immaginiamo ora di essere tra quegli uomini che si erano appena insediati nelle grotte di Lascaux, dove ritroviamo esempi di pitture parietali risalenti al Paleolitico: prima abbiamo scoperto come "concimare"

il territorio adiacente alla nostra dimora, bastava l'azoto presente nei nostri escrementi per dare vita a piante rigogliose, poi abbiamo scoperto come controllare la crescita delle piante, quindi come coltivarle e infine come conservarle! Abbiamo poi scoperto che gli animali tevano essere sfruttati non solo come prede ma anche per l'aiuto che erano in grado di offrire nella coltivazione e nel trasporto. Non tutti gli animali però si prestavano alle nostre necessità. Il cavallo ci permetteva di percorrere tanti chilometri, il bue trainava l'aratro... e il maiale? Il pollo? Non avevano nessuna utilità pratica ma senz'altro gli piaceva mangiare e riprodursi, e noi scoprimmo presto che ci piaceva molto mangiare loro! In altre parole, trovammo il modo di sfruttare le risorse che avevamo a disposizione per nutrire noi stessi e le nostre famiglie, scegliendo metodi sempre più convenienti.



## 4 CASI STUDIO

## Future of food (Matt Brown)

### Egg printer

In Future of food di Matt Brown, il suo progetto finale per il suo Master in Interaction Design presso Umea Institute of Design, Svezia, lui immagina che il cibo dell'anno 2040 sarà sintetico e programmato, realizzato utilizzando Stampanti 3D e carne coltivata in laboratorio.

Food and the Future ne immagina di nuovi modi di mangiare, preparare e trattare il cibo. La serie di elettrodomestici che Brown ha creato sono stati ispirati a dispositivi esistenti, alimentazione e metodi tradizionali uniti alle ultime tecnologie nel cibo e nel mercato in generale. I dispositivi nella collezione stampano o coltivano cibo, qualcosa che Brown immagina essere più che fattibile nel corso dell'anno 2040. Alcuni dei dispositivi includevano un 'estrudore di formaggio', una 'stampatrice per uova' e persino una "stampante per la pasta".



### STAMPANTE PER UOVA

Coltiva e cuoce uova con tuorli in qualsiasi modello o forma immaginabile.





### Estrusore di formaggio

Duplica le proteine e crea una sostanza simile al formaggio che fuoriesce dai lati.



### Ape food

Un produttore di snack ispirato alle scimmie che infilano bastoncini nei buchi delle formiche. il dispositivo coltiva il cibo su un bastoncino.



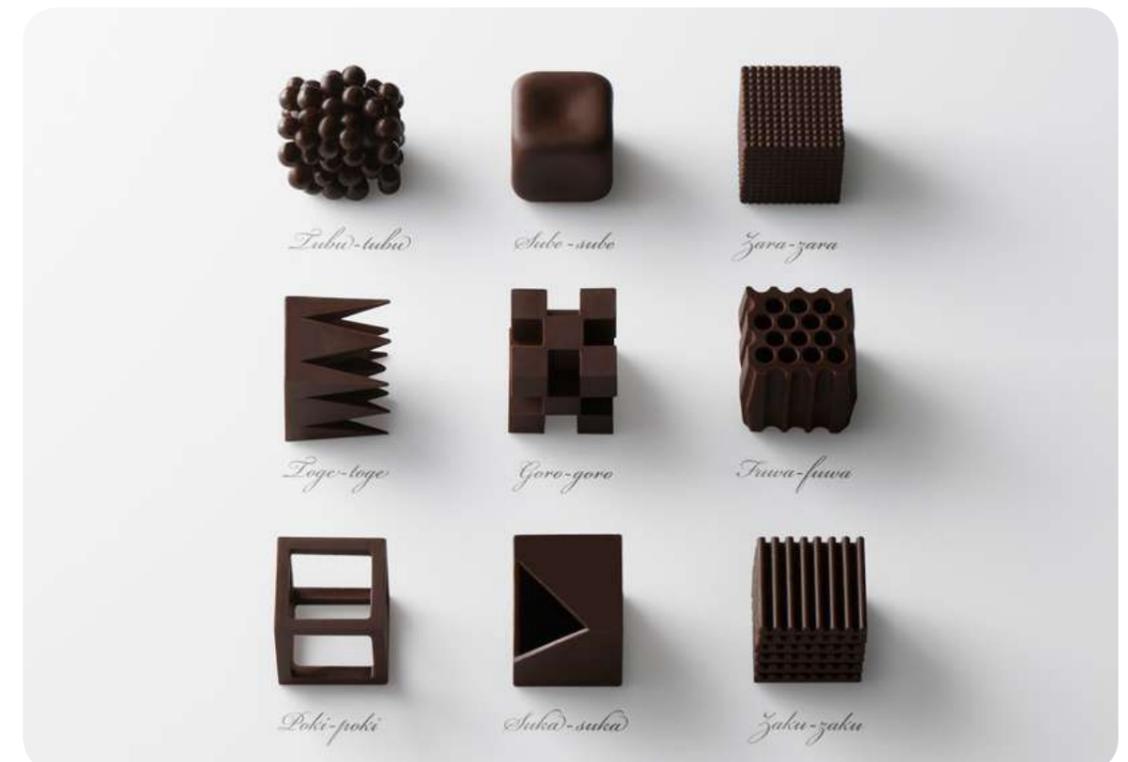
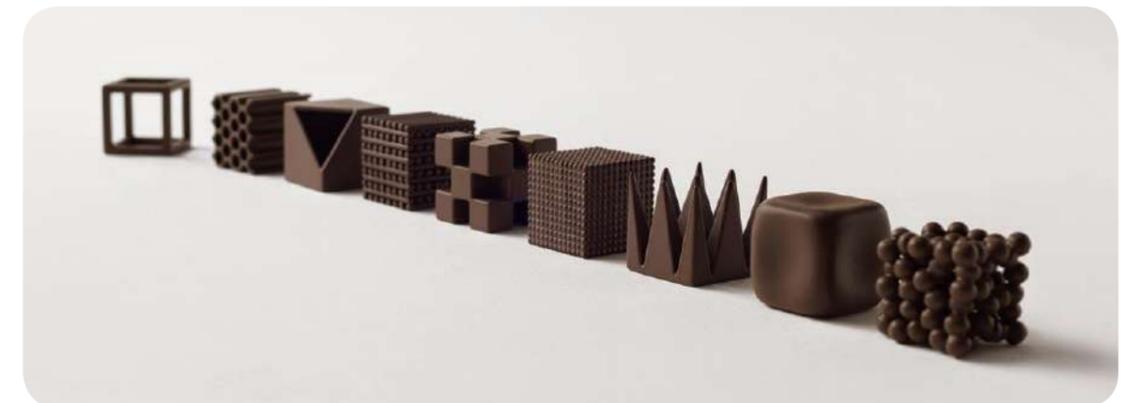
## Stampante per pasta

Fluidifica il materiale della pasta e stampa forme di pasta uniche



## Chocolate texture (Nendo)

Pubblicato nel 2015, "chocolate texture" era basato sul tema dei cioccolatini con le stesse materie prime ma con consistenze diverse e gusti diversi creati da quelle trame distintive. ciò che è stato percepito attraverso questo ultimo progetto di nendo è stato che, sebbene mangiare sia generalmente considerato come un'azione, in realtà è il gusto riconosciuto dopo aver attraversato varie procedure come "mettere sopra la lingua", "mordere", "rotolare dentro la bocca", 'sciogliere' e 'inghiottire'.



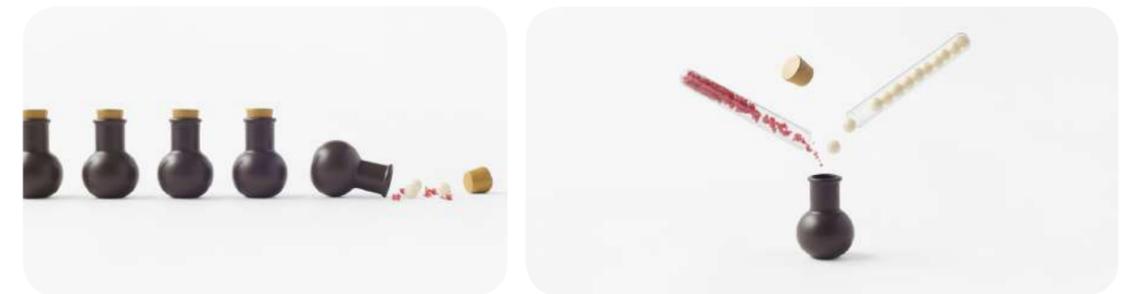
## Chocolate textur bar (Nendo)

Chocolate texture bar è una singola tavoletta di cioccolato, ma la superficie è divisa in 12 facce, ciascuna con consistenza diversa. assaggiando ogni faccia con la lingua, dove si può godere di una nuova dimensione del gusto diversa da qualsiasi altro cioccolato convenzionale. righe, pois, zigzag, quadretti e onde, creano diversi pattern tridimensionali, che si abbinano a cinque gusti contrastanti: latte, fragola, bianco, amaro e matcha.



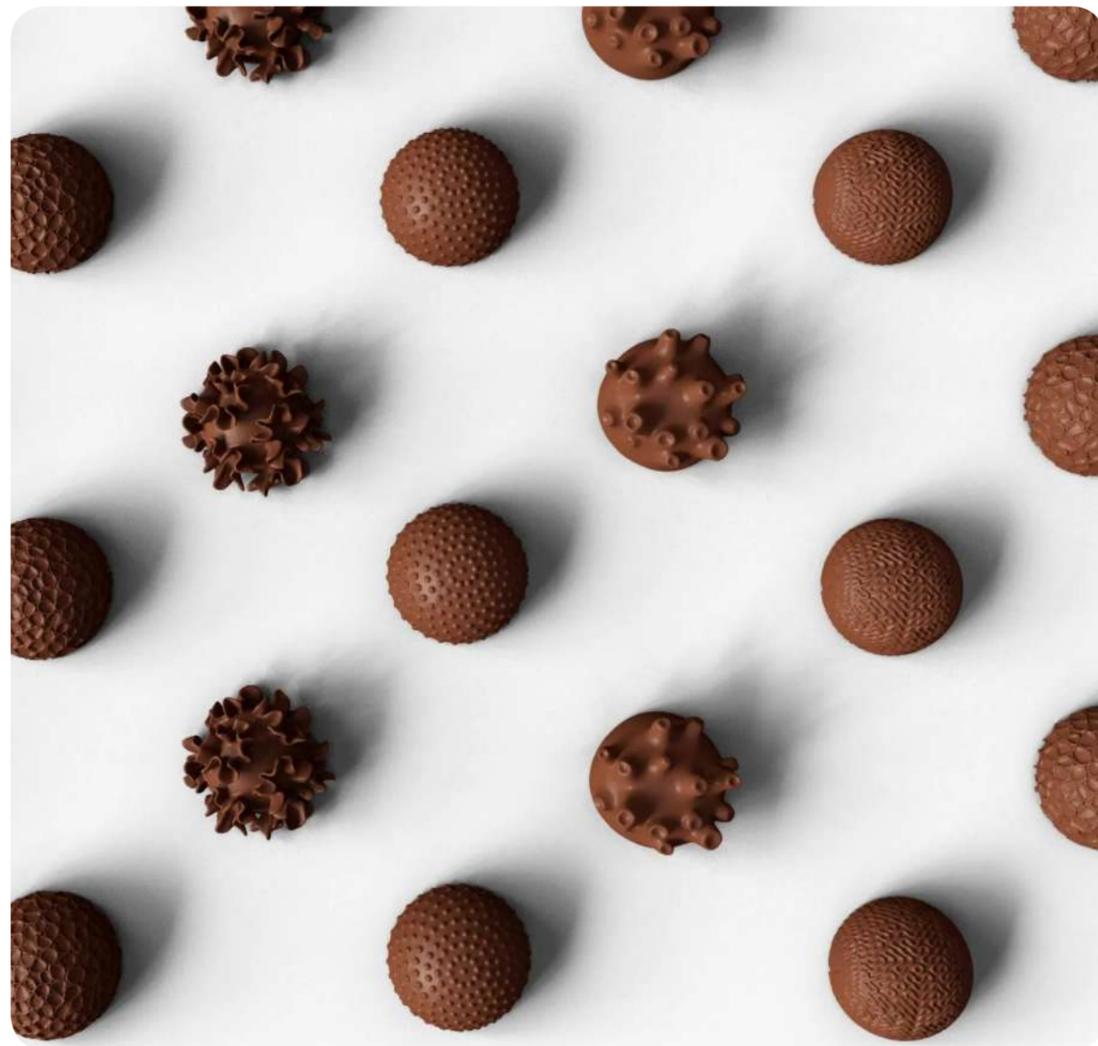
## Chocolate mixture (Nendo)

Chocolate mixture combina vari sapori che possono essere mescolati in cioccolatini a forma di fiaschetta: mango e lampone liofilizzati, caramelle scoppiettanti, tre zucchero a forma di cuore colorato e bignè di cioccolato, tutti contenuti in provette di dimensioni miniaturizzate. i coperchi sono fatti di cioccolato bianco che è stato sottoposto a fumigazione per sviluppare un colore di sughero.



## Chocoral

Chocolatetexturebar è una singola tavoletta di cioccolato, ma la superficie è divisa in 12 facce, ciascuna con consistenza diversa. assaggiando ogni faccia con la lingua, dove si può godere di una nuova dimensione del gusto diversa da qualsiasi altro cioccolato convenzionale. righe, pois, zigzag, quadretti e onde, creano diversi pattern tridimensionali, che si abbinano a cinque gusti contrastanti: latte, fragola, bianco, amaro e matcha.



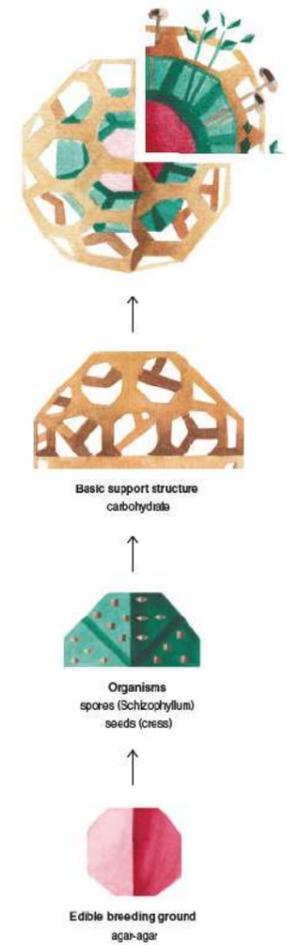
## Edible Growth (Chloé Rutzerveld)

Le nuove tecnologie hanno sempre influenzato le nostre abitudini alimentari, le filiere alimentari, i metodi di preparazione e hanno introdotto sul mercato prodotti alimentari completamente nuovi. Con l'avvento di alimenti più high-tech e nuovi metodi di produzione, i consumatori sono sempre più preoccupati per la qualità e la "realtà" del cibo e per la loro salute. Allora perché stiamo usando tecniche di produzione additiva per creare forme fantasiose di cioccolato, zucchero e pasta? Partendo da questa visione critica, ho fatto della mia missione trovare un modo per utilizzare questa tecnologia per creare alimenti sani e funzionali che potessero contribuire a risolvere i problemi alimentari mondiali e le questioni ambientali.

"Come scettico sulla stampa alimentare, mi sono sfidato a trovare un modo per utilizzare la tecnologia della produzione additiva per creare cibo sano accorciando la catena di produzione alimentare nel processo".

"Immagina un "mini orto" completamente commestibile con piante e funghi croccanti; un piatto incompleto che diventa un pasto completo dopo essere stato stampato".

Strati multipli contenenti una struttura di supporto di base, un terreno fertile commestibile e vari organismi vengono stampati direttamente all'interno di una minuscola serra riutilizzabile secondo un file 3D personalizzato. La struttura è progettata in modo tale che i diversi organismi non possano infettarsi a vicenda, ma siano tutti in grado di raggiungere il terreno di riproduzione. Dopo che il commestibile è stato stampato, il consumatore posiziona la serra sul davanzale della finestra dove la luce del sole può raggiungerla. Inizia il processo naturale della fotosintesi. Entro tre o cinque giorni, le piante e i funghi sono completamente cresciuti. L'intensità del gusto e dell'olfatto aumenta man mano che il piatto matura, il che si riflette anche nel suo aspetto mutevole. Il consumatore può decidere quando raccogliere e consumare il piatto in base all'intensità che preferisce.



## Sensory appetiser - Dining Tool Collection, 2011 (JinhyunJeon)

Per mostrare quello che diamo per scontato, e forse anche, per scontato quando si propone di progettare. Progettiamo per i nostri sensi, ma usiamo effettivamente i nostri sensi nel processo? Quanto entrano in gioco i nostri sensi ad ogni morso che prendiamo? Questo semplice gesto, un morso, è in realtà una serie di esperienze sensoriali. Quando vediamo il cibo usiamo la nostra vista, quando lo tagliamo o lo pungiamo con una forchetta, sentiamo la consistenza del cibo, quando il cibo si avvicina al nostro viso, lo annusiamo e, mettendolo nella nostra bocca lo sentiamo e lo assaggiamo. Questi esperimenti mi portano alla conclusione in cui metto in discussione il ruolo degli strumenti con cui mangiamo e come dovrebbero essere progettati. Quello che propongo è che le stoviglie che utilizziamo per mangiare non siano solo uno strumento per mettere il cibo in bocca, ma diventino un antipasto sensoriale, stuzzicando i nostri sensi nel momento in cui il cibo è ancora in via di consumazione. Piuttosto che essere progettati da un punto di vista culturale, o per quanto riguarda la funzione e il cibo specifico, propongo che le stoviglie dovrebbero essere progettate per adattarsi alle nostre capacità sensoriali intuitive e per lo più inconsce piuttosto che costringere le persone ad adattarsi agli strumenti.





## The Utah Tea Set (Virginia San Fratello & Ronald Rael)

La Utah Teapot, nota anche come Newell Teapot, è stato uno dei primi modelli 3D digitali al mondo. È un modello di computer 3D che è diventato un oggetto di riferimento standard nella comunità della computer grafica ed è stato creato nel 1975 dal primo ricercatore di computer grafica Martin Newell. Con l'avvento della stampa 3D, gli utenti sono in grado di materializzare i progetti digitali. Mentre si potrebbe considerare la ceramica il materiale ovvio per la stampa 3D della teiera Utah, abbiamo scelto invece di stamparla in 3D dal tè reale. Ciò significa che lo Utah Tea Set, che include tazze da tè anch'esse stampate in 3D dal tè, è doppiamente, tipicamente autoreferenziale - meta - e poi di nuovo meta. Naturalmente anche i cucchiaini sono stampati usando il tè e hanno esattamente il volume di un singolo cucchiaino (5 centimetri cubi).



## Tomorrow's Meatball: A Visual Exploration of Future Foods (Space 10)

Tomorrow's Meatball è un'esplorazione visiva del futuro del cibo, esplorando i molti modi in cui potremmo mangiare in un futuro non troppo lontano. L'esplorazione si concentra su ingredienti alternativi, innovazioni tecnologiche e territori gastronomici inesplorati. Queste sono cose che dobbiamo considerare se vogliamo combattere il nostro insostenibile appetito per la carne e la domanda esplosiva di più cibo in futuro.

Piaccia o no, il consumo di carne e la nostra crescente domanda di cibo sta diventando un problema per tutti sul pianeta. La nostra produzione di carne ha un impatto significativo sul riscaldamento globale, utilizza scarse riserve di acqua dolce, distrugge foreste e praterie e provoca l'erosione del suolo, mentre l'inquinamento e i rifiuti animali creano zone morte nelle zone costiere e soffocano le barriere coralline.

Inoltre, la nostra domanda di cibo aumenterà del 70% entro i prossimi 35 anni secondo le Nazioni Unite. Dobbiamo essere più intelligenti ed efficienti nel modo in cui produciamo il nostro cibo ed essere più aperti alla diversità alimentare, poiché la nostra popolazione globale cresce e i cambiamenti climatici riducono l'acqua e la terra disponibili per l'agricoltura. SPACE10 ha deciso di esplorare come possiamo produrre più cibo con meno e in modo più sostenibile rispetto a oggi.

Abbiamo usato la forma e le dimensioni della polpetta come tela per futuri scenari alimentari, perché volevamo visualizzare ricerche complicate in modo semplice, divertente e familiare. Non c'è quasi nessuna cultura che non cucini polpette: dalla polpetta svedese, alle polpette di spaghetti italo-americane, al kofta mediorientale speziato.

Abbiamo usato la forma e le dimensioni della polpetta come tela per futuri scenari alimentari, perché volevamo visualizzare ricerche complicate in modo semplice, divertente e familiare. Non c'è quasi nessuna cultura che non cucini polpette: dalla polpetta svedese, alle polpette di spaghetti italo-americane, al kofta mediorientale speziato.

È abbastanza difficile immaginare che nel prossimo futuro mangeremo insetti o carne artificiale. Ma, con la crescente domanda di cibo, dobbiamo iniziare a considerare l'aggiunta di ingredienti alternativi al nostro menù quotidiano. Si potrebbe dire che Tomorrow's Meatball rende le persone un po' più familiari con ciò che non è familiare.



## The Artificial Meat Ball

La carne artificiale è un prodotto di carne animale, coltivato all'interno di un laboratorio. Il primo hamburger di manzo coltivato in laboratorio è stato presentato nel 2013 e costa \$ 325.000. Oggi quello stesso hamburger costa solo 10 dollari. La carne artificiale è una valida alternativa per il prossimo futuro alla pratica sempre più insostenibile dell'allevamento del bestiame.



## The Wonderful Waste Ball

Secondo l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, fino a un terzo di tutto il cibo viene rovinato o sperperato prima di essere consumato dalle persone. Lo spreco alimentare è importante negli sforzi per combattere la fame, migliorare la sicurezza alimentare nei paesi più poveri del mondo e preservare l'ambiente. Ridurre questa perdita è un passo fondamentale per garantire cibo sufficiente per una popolazione mondiale in rapida crescita.



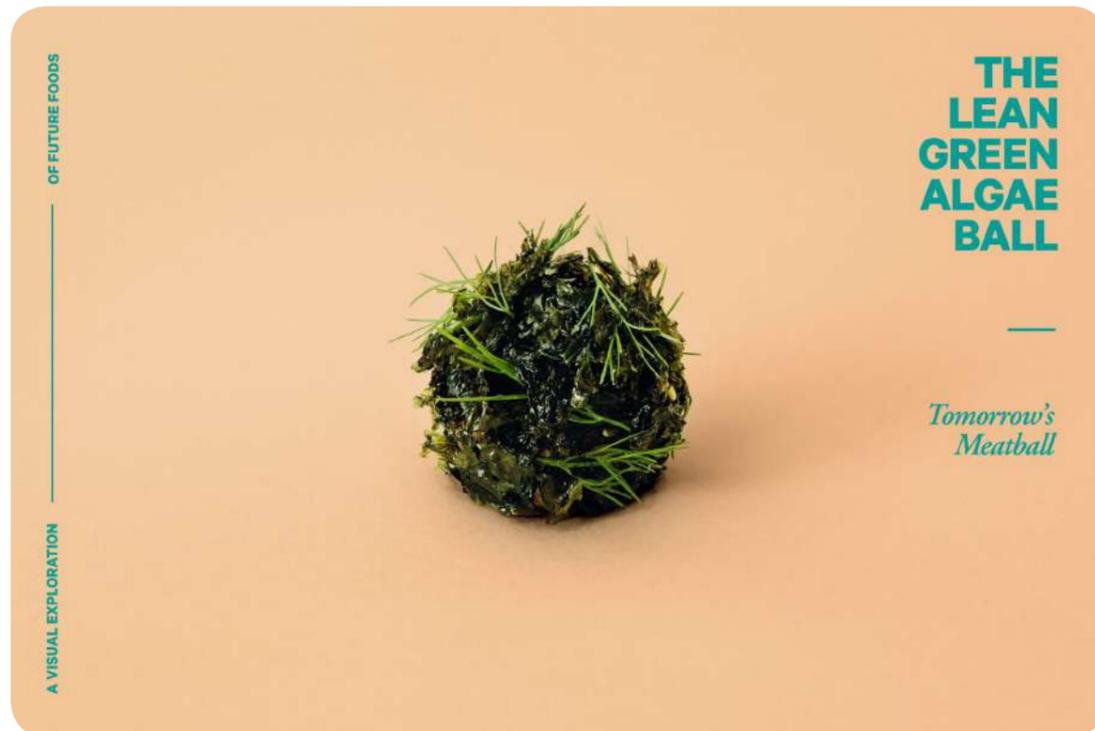
## The Urban Farmer's Ball

L'agricoltura urbana è in piena espansione. Sempre più persone al giorno d'oggi coltivano cibo il più locale possibile. Il cibo locale rappresenta una seria alternativa al modello alimentare globale. Riduce i "chilometri alimentari", offre prodotti freschi tutto l'anno, genera posti di lavoro, crea cinture verdi e rafforza la resilienza delle città ai cambiamenti climatici.



## The Lean Green Algae Ball

Le alghe sono gli organismi vegetali a più rapida crescita in natura e sono un'ottima fonte alternativa di vitamine, proteine e minerali. Per questo motivo, la pianta acquatica media e verde ha un grande potenziale come fonte di cibo scalabile, in quanto può essere coltivata ovunque, spesso in vasche di fermentazione verticali, senza utilizzare grandi quantità di terra o acqua.



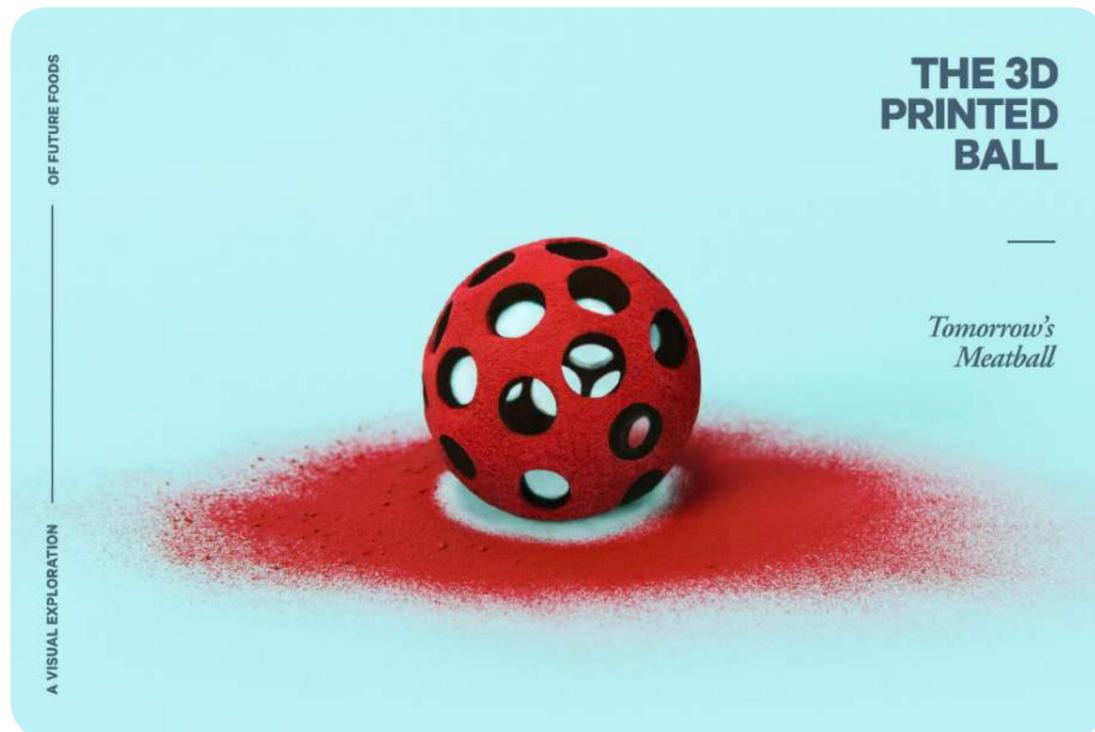
## The Mighty Powder Ball

Il cibo in polvere sta prendendo piede ultimamente. Il sostituto del pasto è disponibile sia in forma liquida che in polvere e comprende tutti gli elementi di una dieta sana: proteine, carboidrati, grassi insaturi, oltre a tutte le vitamine e i minerali necessari. Già oggi, i prodotti ricchi di nutrienti sono diventati punti di svolta per il trattamento della malnutrizione grave nei paesi in via di sviluppo.



## The 3D Printed Ball

La stampa 3D di alimenti ha il potenziale per salvare l'ambiente, rivoluzionando al contempo la produzione alimentare, convertendo ingredienti alternativi come proteine di alghe, foglie di barbabietola o insetti in pasti deliziosi. Inoltre, la stampa 3D del cibo apre le porte alla personalizzazione degli alimenti e alla nutrizione personalizzata.



## The Nutty Ball

Cereali, legumi e frutta a guscio continuano a guadagnarsi una reputazione salutare in quanto forniscono abbondanti proteine e micronutrienti. Nel prossimo futuro, sempre più agricoltori locali genereranno nuove varietà di cereali per prosperare nelle loro regioni, unendo la classica selezione di semi con la tecnologia moderna.



## The Crispy Bug Ball

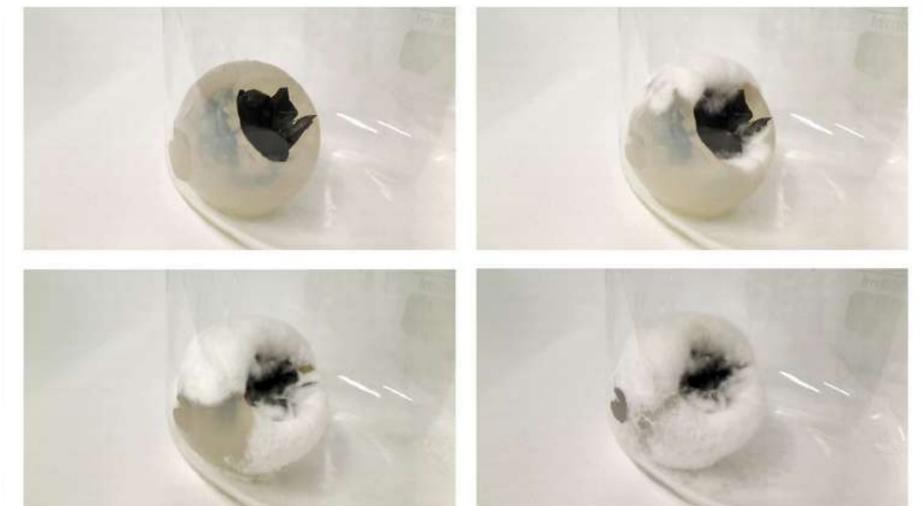
Il consumo di insetti è comune alle culture nella maggior parte del mondo. Oltre 1.000 diverse specie di insetti vengono mangiate nell'80% delle nazioni del mondo. Gli insetti generalmente contengono più proteine e sono meno grassi rispetto alle carni tradizionali e hanno un'efficienza di conversione del cibo circa 20 volte superiore, il che li rende un'aggiunta valida al nostro menu attuale.



## FUNGI MUTARIUM (Livin Studio) GROWING FOOD ON TOXIC WASTE

Fungi Mutarium è un prototipo che coltiva biomassa fungina commestibile, principalmente il micelio, come nuovo prodotto alimentare. I funghi vengono coltivati su forme di agar appositamente progettate che i progettisti hanno chiamato "FU". L'agar è un sostituto della gelatina a base di alghe e agisce, mescolato con amido e zucchero, come base nutritiva per i funghi. Le "FU" sono piene di plastica. I funghi vengono quindi inseriti, digerisce la plastica e ricopre l'intero substrato. La forma della "FU" è studiata in modo da trattenere la plastica e offrire ai funghi molta superficie su cui crescere.

La sua forma è stata sviluppata ispirandosi ai funghi e ad altre piante presenti in natura. All'utente dovrebbe essere ricordato di raccogliere funghi in natura quando si raccolgono le "FU".





## FUNGI Cutlery (Livin Studio)

Fungi Cutlery è stato sviluppato nell'ambito del progetto collaborativo "Fungi Mutarium" tra Livin Studio e l'Università di Utrecht. È progettato specificamente per mangiare agar "FU", un nuovo prodotto alimentare a base di agar (sostituto della gelatina di alghe) e micelio di funghi.

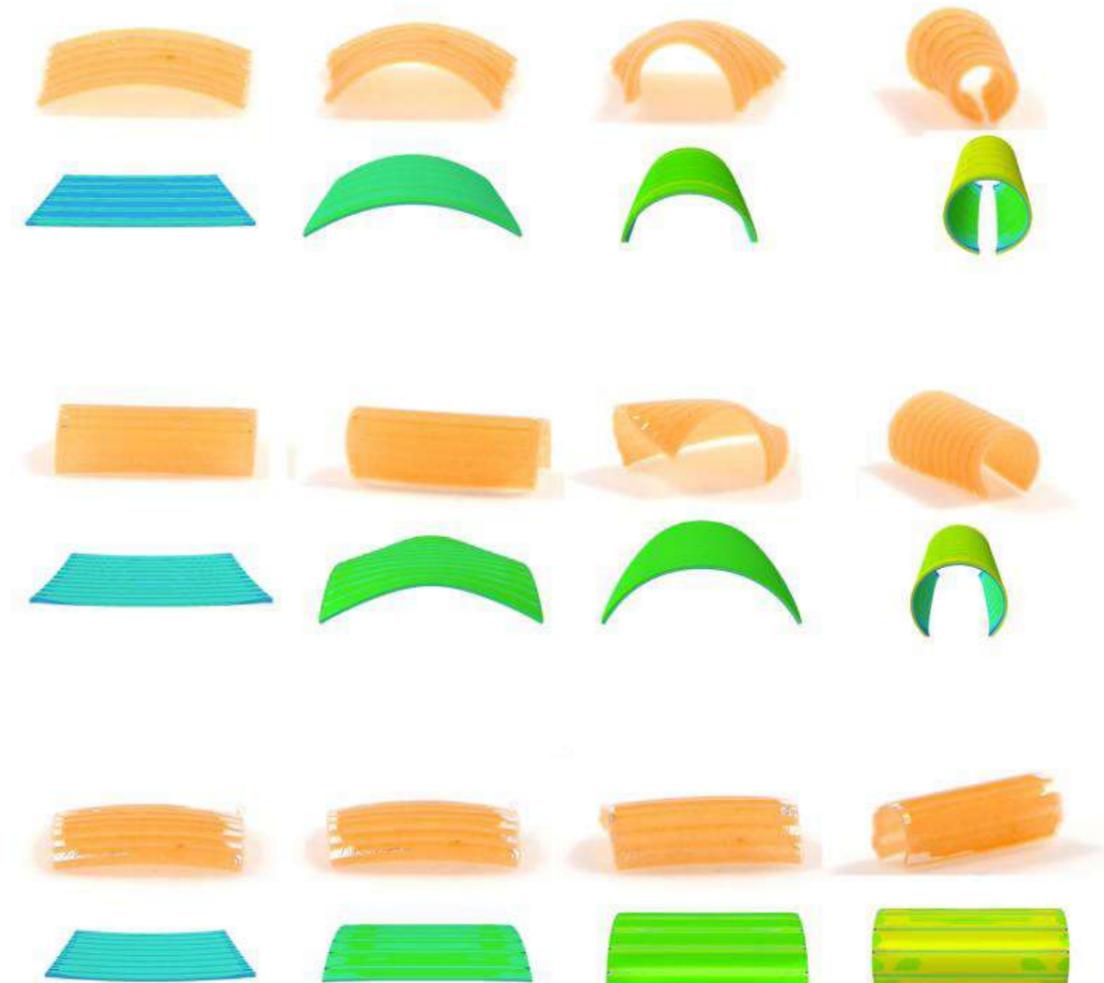


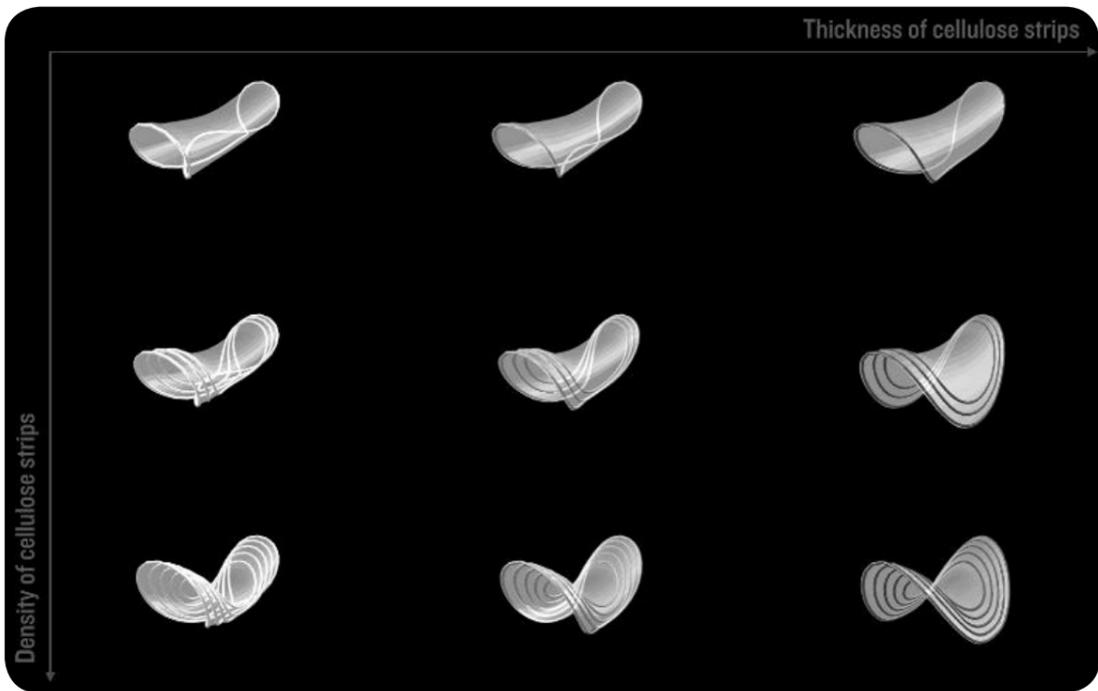




## Trasformative appetite

Abbiamo sviluppato un concetto di appetito trasformativo, in cui film 2D commestibili realizzati con materiali alimentari comuni (proteine, cellulosa o amido) possono trasformarsi in cibo 3D durante la cottura. Questo processo di trasformazione è innescato dall'assorbimento di acqua ed è fortemente compatibile con il concetto di "imballaggio piatto" per ridurre sostanzialmente i costi di spedizione e lo spazio di stoccaggio. Per sviluppare questi alimenti trasformabili, abbiamo eseguito la progettazione basata sui materiali, stabilito una strategia di fabbricazione ibrida e condotto la simulazione delle prestazioni. Gli utenti possono personalizzare le trasformazioni della forma del cibo attraverso una piattaforma di simulazione predefinita e quindi fabbricare questi modelli progettati utilizzando la produzione additiva. Vengono fornite tre tecniche di applicazione: piegatura da 2D a 3D, avvolgimento indotto dall'idratazione e autoframmentazione indotta dalla temperatura, per presentare la forma, la consistenza e l'interazione con i materiali alimentari. Sulla base di questo concetto, in cucina sono stati creati diversi piatti, per dimostrare l'esperienza culinaria futuristica attraverso l'interaction design basato sui materiali.







**5 STAMPA 3D  
ALIMENTARE**

## Introduzione

La tecnologia di stampa 3D sta trasformando rapidamente le catene di approvvigionamento in diversi settori manifatturieri, consentendo la personalizzazione di beni di consumo che vanno da parti di automobili, dispositivi medici, giocattoli, case e persino abbigliamento. Anche la produzione alimentare è inclusa nell'ampiezza delle applicazioni di questa tecnologia in espansione. La crescente consapevolezza dei consumatori sulla sostenibilità, compreso il problema dello spreco alimentare, nonché il crescente interesse per un'alimentazione personalizzata hanno portato all'emergere di ricerche nel settore alimentare incentrate su aspetti, come il confezionamento, le dimensioni delle porzioni e gli ingredienti sani e sostenibili, per soddisfare le richieste dei consumatori. Il mercato in crescita delle opzioni alimentari personalizzate, in particolare, richiede maggiore flessibilità e agilità per adattare gli ingredienti alle esigenze specifiche di un individuo. Tale specificità non è facilmente soddisfatta utilizzando i metodi tradizionali di produzione di massa; tuttavia, la tecnologia emergente della stampa alimentare 3D potrebbe essere una soluzione.

La stampa 3D di alimenti sta gradualmente emergendo anche come metodo di preparazione di alimenti per persone affette da disfunzioni dell'apparato digerente.

In questo contesto, tale tecnologia consente un'analisi accurata dei fattori nutrizionali. Non solo attraverso l'utilizzo di ingredienti selezionati, ma anche col controllo più rigoroso sulle dimensioni delle porzioni, riducendone così il consumo eccessivo. Sarà quindi possibile allo stesso modo controllare la quantità di vitamine e minerali, proteine, carboidrati e acidi grassi omega-3.

## Cos'è la stampante 3D alimentare

Strato dopo strato, una stampante 3D può ricreare un piatto estremamente raffinato, dal design elegante e complesso, oltre che dalle equilibrate proprietà nutritive. La tecnologia di queste macchine si è evoluta negli ultimi anni, entrando nel settore alimentare e promettendo di riscrivere il nostro modo di cucinare e di mangiare.

Usando la stampa 3D per il cibo e come materia prima composti viscosi, che però richiedono una pre-lavorazione particolare si potranno progettare al computer i propri piatti per vederli poi estrusi e pronti da servire in tavola, magari previa cottura in forno.

Uno dei grandi vantaggi che questa tecnologia offre è la possibilità di operare una personalizzazione dei cibi che risponda alle esigenze del destinatario finale, sia in termini di forma che di nutrienti. Se quindi da un lato troviamo il mondo della cucina gourmet o molecolare, dall'altra c'è la creazione di menu adatti anche allo stato di salute dell'utente, come ad esempio nel caso di allergie, problemi di deglutizione e ancora esigenze alimentari dettate da alcune patologie.

La stampa 3D per il cibo apre così a scenari futuri che vanno dalla cucina di un ristorante e della nostra casa, fino a quelle degli ospedali e ancora quelle delle navi spaziali, per consentire agli astronauti di seguire un'alimentazione sana e corretta nei lunghi viaggi verso altri pianeti lontani.

## Come funziona

Una stampante 3D è un dispositivo che crea oggetti tridimensionali secondo un processo additivo automatizzato. Nel caso delle stampanti 3D alimentari, il materiale viscoso viene depositato uno strato sopra l'altro fino a ottenere l'oggetto finale che arriverà nel piatto.

Un primo tentativo di stampa 3D del cibo arriva nel 2015, con una macchina per la pizza che dopo aver preparato l'impasto, lo estrudeva, condiva e inviava al forno. Oggi il funzionamento si è evoluto ed esistono dozzine di dispositivi per stampa alimentare sul mercato, che consentono di ottenere cibi dalle forme originali, liberando la creatività, e risparmiando

sugli scarti della materia prima.

Tra gli alimenti che possono essere stampanti 3D troviamo quelli più pastosi, come ad esempio puree, alcuni tipi di formaggi, mousse di vari tipi come quella al cioccolato, e ancora carne liofilizzata reidratata: cioè tutti quei tipi di impasti che una volta estrusi dalla macchina mantengono la forma che gli è stata data.

Questi dispositivi sono sicuramente utili per ottenere design complessi ma generalmente non cuociono il cibo, che potrà quindi sia essere pronto da consumare crudo oppure cotto in un forno o alla griglia.

## Possibili applicazioni

Ad oggi le stampanti 3D per alimenti vengono utilizzate soprattutto nelle cucine professionali di grandi chef che le impiegano nella realizzazione di piatti gourmet o nella cucina molecolare. Anche i panettieri ottengono dalla stampa 3D nuove forme originali per i loro prodotti di panificazione.

Ma la stampa alimentare 3D rappresenta non solo qualcosa di bello, ma anche di utile. Ci sono aziende che la impiegano per realizzare carne di origine vegetale, mentre altre sfruttano l'innovativa tecnologia per creare pasti sfiziosi per persone che non possono mangiare cibi solidi, come ad esempio gli anziani o chi ha subito interventi chirurgici alla gola e all'apparato digerente.

La principale differenza tra un cibo elaborato coi metodi tradizionali e uno stampato 3D è spesso nella presentazione finale, grazie alla possibilità di creare forme e geometrie difficili da riprodurre a mano, o che altrimenti richiederebbero un tempo di lavorazione superiore.

Tra i vantaggi dell'utilizzo di una stampante 3D in cucina c'è quindi la possibilità di personalizzare i pasti, non solo nella forma ma anche nel contenuto dei diversi nutrienti, come vitamine e anche calorie, partendo da un impasto base formulato sulle necessità della persona che dovrà mangiarlo.

Inoltre, anche il consumo di cibo non tradizionale potrebbe trovare una presentazione più appetitosa: si pensi ad esempio a particolari piante o l'utilizzo di fonti di proteine ritenute insolite in Occidente, come gli insetti, o ancora al cibo sintetico come la carne creata in provetta.

Inoltre, si può considerare un pro anche la facilità di riproduzione delle ricette: usando una determinata materia prima e impostando la stampa dal file digitale, si otterranno piatti con le stesse caratteristiche nutritive. La riproducibilità e la precisione nello stampare il cibo, offre così anche la certezza di evitare sprechi alimentari, utilizzando solo le giuste dosi e con scarti pari a zero.

Infine, va considerato l'aspetto della sicurezza alimentare: durante la stampa 3D del cibo non avviene alcuna manipolazione da parte dell'uomo, quindi si riduce drasticamente il pericolo di contaminazione del cibo.

Come ogni nuova tecnologia, anche la stampa 3D del cibo presenta degli svantaggi. In primis, c'è il costo delle attrezzature e della materia prima, che può essere proibitivo. Utilizzare la stampante 3D richiede poi anche investimenti, sia di tempo che di denaro, nella formazione di chi dovrà utilizzarla.

Il tempo di preparazione, però, è a sua volta uno svantaggio: una singola pietanza stampata 3D può richiedere da pochi minuti a oltre un'ora per essere completata. Una eventualità che nel caso di una produzione su vasta scala con pochi macchinari a disposizione si rivela un limite.

I tempi di preparazione poi si allungano se si considera che le materie prime edibili richiedono la precottura o comunque una pre-lavorazione per ottenere la consistenza adatta all'estrusione dalla macchina. Tutti fattori necessari per rispettare il vantaggio della precisione, che altrimenti non potrebbe essere garantito.

L'introduzione delle stampanti 3D nel settore alimentare cambierà completamente il nostro

modo di mangiare, e non solo le pietanze che cuciniamo. Alcune aziende puntano alla stampa 3D non solo dei cibi, ma anche di posate e recipienti che possano essere essi stessi edibili.

Altre aziende invece stampano 3D l'intero ristorante partendo dal mobilio, gli utensili usati in cucina e anche le vettovaglie. Utilizzando questi dispositivi, si aprirà a un mondo iper-personalizzato, nelle forme, nei nutrienti e studiato appositamente sia per soddisfare il gusto e la vista, oltre che adeguarsi all'esigenze di salute dei commensali.

La stampa 3D del cibo trova poi applicazione anche nelle missioni spaziali. La NASA sta studiando come utilizzare questi dispositivi per produrre il cibo che dovrà garantire la sopravvivenza degli astronauti nella futura missione verso il pianeta Marte, mentre nel 2019 i cosmonauti russi hanno dimostrato la fattibilità della produzione di carne nello spazio, alimentando alcune cellule in una speciale stampante 3D mentre erano impegnati in una missione sulla Stazione Spaziale Internazionale.

Dalla cucina di casa fino allo spazio, è indubbio quindi che queste macchine rappresentino un'evoluzione alimentare che non si potrà fermare.

## Blu Rapsody

La pasta è senza dubbio uno dei simboli della cucina italiana, un alimento che racchiude tradizione, racconti di famiglia, territori e usanze popolari. È un viaggio che attraversa le varie Regioni, da nord a sud e viceversa, trasformandosi in emozioni, gesti ripetuti e quotidianità che disegnano il quadro di culture gastronomiche tanto variegata, quanto affascinanti e gustose.



Difficile immaginare la pasta come qualcosa di diverso da un piatto abbondante che parla di condivisione. Complesso sradicare un concetto dalle radici profonde. Coraggioso guardare oltre provando a concretizzare una idea che si muove verso strade ancora inesplorate. Già, ma non impossibile.

Oggi la pasta ha una nuova dimensione, una diversa e inaspettata interpretazione che si affianca a quella tradizionale, sovvertendo le regole del primo piatto per antonomasia. Si chiama BluRhapsody, progetto rivoluzionario nato come spin off di Barilla, e si pone come via di sperimentazione indipendente nel campo della pasta, portandola a un livello completamente differente rispetto al consueto: esprimendola e realizzandola in 3D.

Il risultato sono piccole creazioni in tre dimensioni preparate con acqua e semola di grano selezionato. A realizzarle, una stampante in 3D. Dietro ogni forma, una accurata e ponderata

formula matematica. Incredibile da pensare, ma totalmente reale da vedere, toccare e gustare.

“L'idea di creare questa pasta in 3D è nata circa dieci anni fa da un progetto Barilla, che ha sempre avuto un'anima molto curiosa ed esplorativa – spiega Michela Petronio, Responsabile Blu 1877 ovvero il veicolo di Venture Capital che supporta il progetto – un percorso che si è mosso, e ancora si muove, spinto dalla volontà di capire e analizzare liberamente quale sarà il futuro del cibo, la sua evoluzione oltre la tradizione. Ecco quindi che il progetto ha preso il via grazie a una visione e alla collaborazione con un istituto di ricerca olandese che ci ha aiutato per la parte più propriamente tecnica. Diciamo che è stata una scommessa, quella di capire se fosse possibile creare la pasta con una tecnica diversa. Ci è voluto un anno per costruire la prima stampante 3D funzionante con una miscela di acqua e semola”.



## Feel the peel

Il progetto Feel the Peel firmato dallo studio Carlo Ratti e Associati, concepito come un Circular Juice Bar itinerante. L'idea, sviluppata in collaborazione con la società energetica globale Eni, nasce da un concetto molto semplice che integra la tecnologia per produrre bioplastica dalle bucce d'arancia.

Le bucce utilizzate per produrre il succo appena ordinato al bar non vengono buttate via, ma riutilizzate e trasformate in filamento per la stampa 3D delle tazze usa e getta. Il progetto porta la firma di Carlo Ratti, che ha fatto della tecnologia e della sostenibilità i suoi cavalli di battaglia.

Feel the Peel è, di fatto, uno spremi agrumi gigante, alto 3,10 metri e sormontato da una grande cupola di vetro dove sono alloggiati 1.500 arance. Una volta avviata la funzione di spremitura, un contenitore raccoglie le bucce delle arance spremute. Successivamente vengono essiccate, macinate e miscelate con acido polilattico (PLA) per diventare bioplastica. Una volta scaldato, questo materiale diventa filamento per la stampante 3D integrata all'interno nel macchinario, pronta per stampare le tazze istantaneamente.

“Il principio di circolarità è un must per gli oggetti di oggi”, afferma Carlo Ratti, socio fondatore del CRA e direttore del Senseable City Lab presso il Massachusetts Institute of Technology. “Lavorando con Eni, abbiamo cercato di mostrare la circolarità in un modo molto tangibile, sviluppando una macchina che ci aiuta a capire come le arance possono essere utilizzate non solamente per il loro succo. Le prossime iterazioni di Feel the Peel potrebbero includere nuove funzioni, come la stampa di tessuti per abbigliamento provenienti dalle fibre delle bucce d'arancia”.

Il progetto Feel the Peel ha iniziato il suo tour in diversi luoghi pubblici italiani. Dopo una

prima presentazione al 40esimo Meeting di Rimini per l'amicizia tra i popoli alla fine di agosto, il Circular Juice Bar è stato installato durante il Singularity University Summit di Milano, l'8 e 9 ottobre 2019, e ad Ecomondo Rimini, l'evento leader in Europa per i nuovi modelli di economia circolare, all'inizio di novembre.



## Foodini

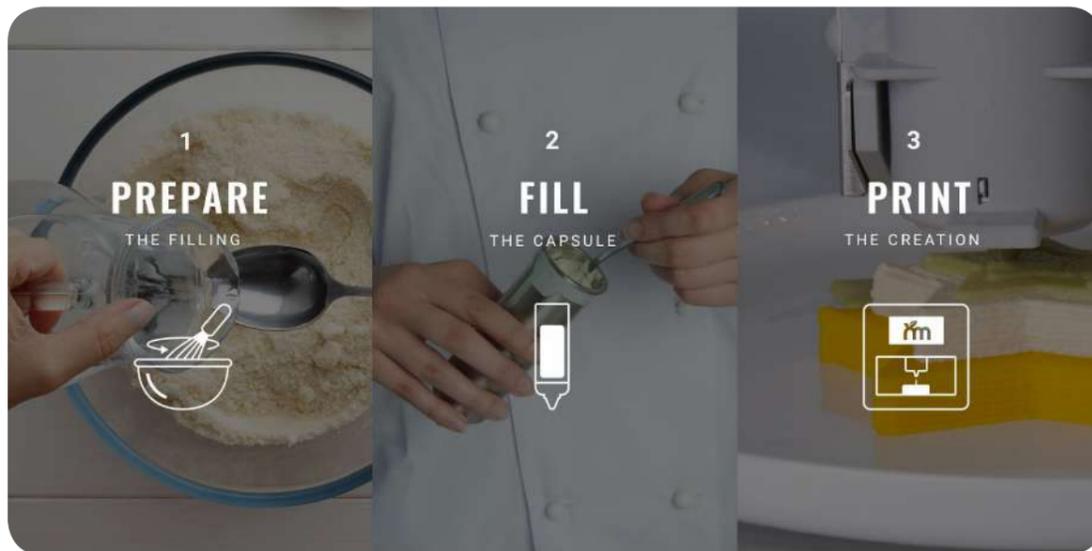
- Anno: 2013
- Azienda: Natural Machine
- Prezzo: 6000€

In sostanza Foodini è un sistema molto pu-lito che spinge il cibo nella capsula, attra-verso l'ugello, e lo stampa. Un sistema di controllo di precisione muove la capsula in modo molto accurato, creando forme che poi possono essere impilate strato su strato per diventare creazioni davvero tridimensio-nali. Foodini utilizza tecnologia, hardware e software all'a-vanguardia e la potenza di In-ternet in modo che realizzare le tue nuove creazioni sia facile come una torta.



## Come funziona

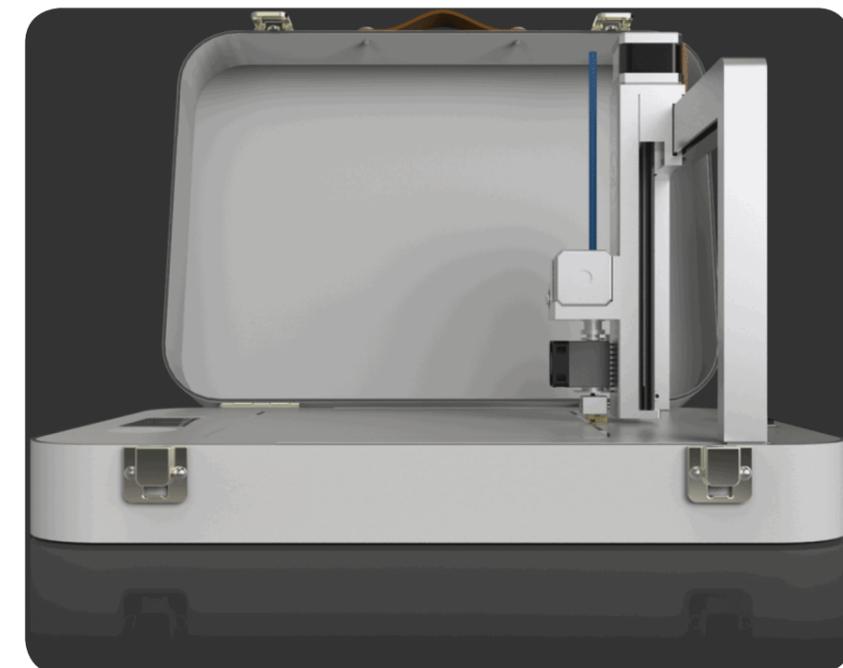
Foodini si basa su un sistema definito «open capsule model» che permette di inserire in capsule di acciaio inox gli ingredienti frullati, i quali, dopo aver scelto la ricetta, daranno una forma al vostro piatto. In questo modo potrete realizzare di tutto, dalla pasta fresca alle polpette; attenzione però la stampante del futuro non cuoce gli alimenti che, dopo essere stati magicamente creati, dovranno essere cotti.



## By Flow

- Anno: 2013
- Azienda: Natural Machine
- Prezzo: 6000€

La By flow pesa solo 7 kg e ha un volume di stampa di 215 x 220 x 160 mm, con filamento da 1,75 millimetri. Può produrre strati con uno spessore tra i 50 e i 400 micron. Le dimensioni complessive, ripiegata in una valigetta comoda da trasportare, è di 440 x 325 x 460 mm, con un telaio in alluminio, il che significa che potreste tranquillamente portarla a bordo come bagaglio a mano su qualsiasi volo low cost (in realtà potreste anche portarvene dietro due). La chiusura ermetica impedisce anche alla polvere e alla sporcizia di penetrare all'interno dei meccanismi, il che potrebbe essere utile se state progettando di stampare in 3D in alcuni luoghi estremi, che, tra l'altro, è esattamente il motivo per cui investireste in un sistema come questo. Una volta che avete il modello 3D in STL, formato G-Code o OBJ, potrete impostare la stampa dalla scheda SD, usando il menu del display LCD, proprio come fareste con molti sistemi meno portatili attualmente sul mercato.



### 3.3 Food Ink

- Anno: 2016
- Ristorante

Food Ink è un'esperienza gastronomica unica nel suo genere in cui tutto il cibo, tutti gli utensili e tutti i mobili sono completamente prodotti attraverso la stampa 3D in uno spazio futuristico immersivo. Siamo una serie di cene pop-up concettuali in cui l'alta cucina incontra l'arte, la filosofia e le tecnologie di domani.

### Focus

Inaugurato a fine luglio al numero 8 di Dray Walk in Shoreditch, nel cuore creativo e high-tech di Londra, Food Ink – questo il nome del locale – oltre a cucinare i piatti in un modo insolito, vanta l'intera realizzazione di arredi, posate e utensili esclusivamente attraverso l'uso di stampanti 3D. Tavoli, lampade, sedie, tutto è stato stampato con questa nuova tecnologia e disegnato dall'architetto francese Arthur Mamou-Mani, allievo della pluripremiata e da poco scomparsa Zaha Hadid. A completare l'atmosfera futuristica del locale, una serie di proiezioni visive animate a tempo di musica sui muri del ristorante.



## My Cusini

- Anno: 2018
- Azienda: My cusini
- Prezzo: 498€

MyCusini è una stampante adatta anche a piccoli spazi domestici: le sue dimensioni sono 19 x 19,5 x 27 cm.

Funziona al meglio con uno speciale cioccolato fondente creato da MyCusini con olio di cocco al posto del burro di cacao, per assicurare la giusta croccantezza e lucentezza alla creazione estrusa senza dover passare dal lungo processo di temperaggio.



## Redefine meat

- Anno: 2018
- Azienda: Redefine meat

Negli ultimi anni sono emerse diverse iniziative per lo sviluppo della carne stampata in 3D. Tra questi progetti c'è Redefine Meat, una startup israeliana fondata nel 2018. Utilizzando una tecnologia di stampa 3D brevettata, l'azienda progetta carne alternativa da piante e altri prodotti sostenibili. E attraverso questo processo, Redefine Meat vuole dimostrare che è possibile ottenere carne, rispettando l'ambiente e gli animali. Di recente, la società ha lanciato in commercio 5 nuovi tipi di carne alternativa stampata in 3D in Israele.



## Impressive 3D

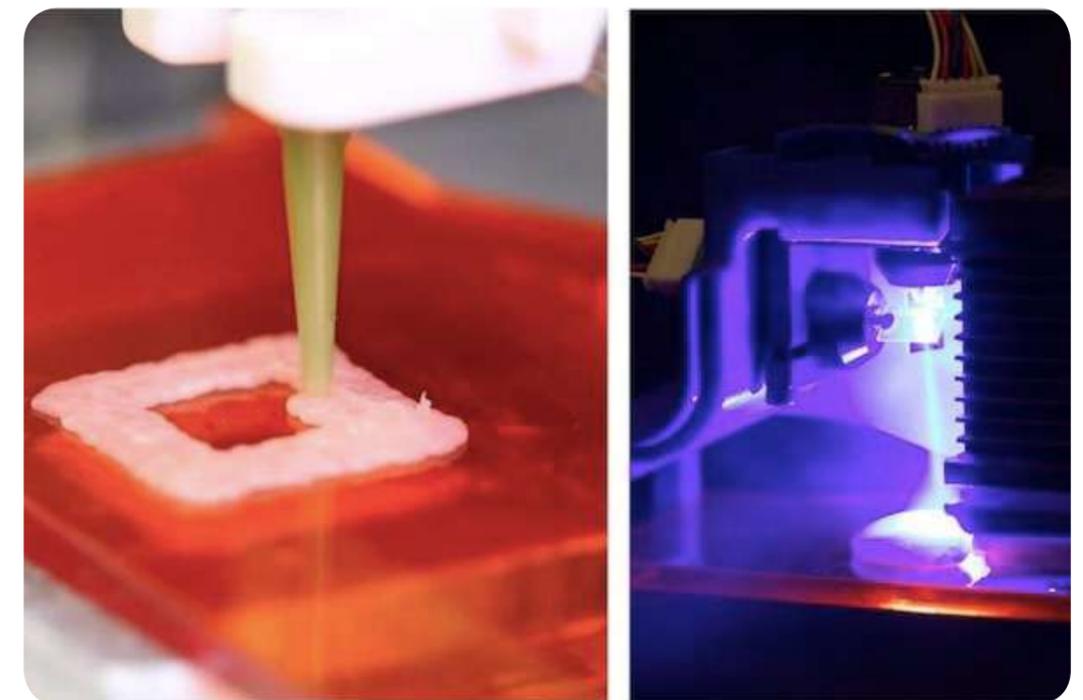
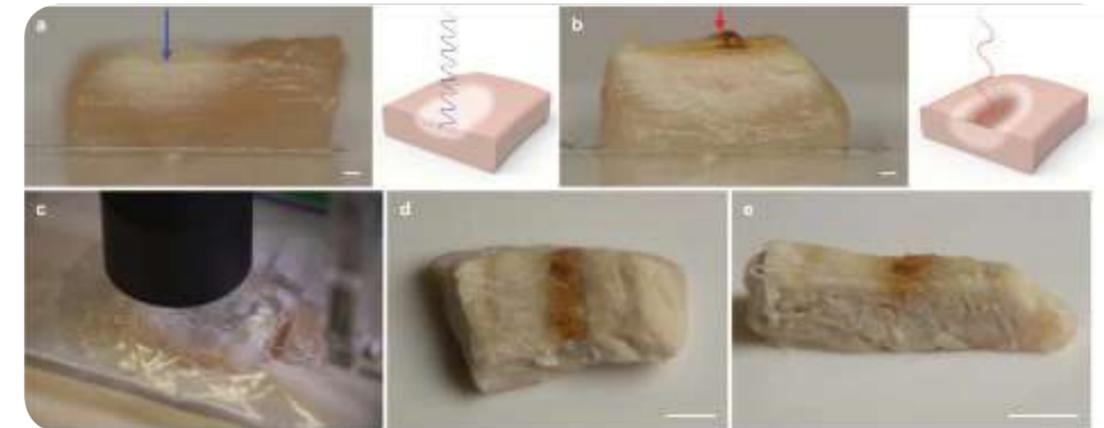
- Anno: 2021
- Columbia University
- Progettista: Jonathan Bluttinger
- Concept

Jonathan Bluttinger, ricercatore della Columbia University ha creato una stampante alimentare 3D che cucina il cibo con un laser. Il cibo stampato in 3D si sta diffondendo rapidamente, ma la maggior parte degli oggetti alimentari stampati devono essere collocati in un forno dopo che sono usciti dalla stampante 3D da cuocere. Jonathan ritiene che questi processi possano essere combinati, osservando: "Possiamo già cucinare cibo con il laser e possiamo già stampare cibo, quindi il prossimo passo logico è combinare entrambi questi progetti".



## Focus

In uno studio pubblicato il 1 settembre 2021 da npj Science of Food, il team ha esplorato varie modalità di cottura esponendo la luce blu (445 nm) e la luce infrarossa (980 nm e 10,6  $\mu\text{m}$ ) al pollo, che hanno usato come modello di sistema alimentare. Hanno stampato campioni di pollo (3 mm di spessore per un'area di  $\sim 1$  in 2) come banco di prova e hanno valutato una serie di parametri tra cui profondità di cottura, sviluppo del colore, ritenzione di umidità e differenze di sapore tra carne cotta al laser e al forno. Hanno scoperto che la carne cotta al laser si restringe del 50% in meno, mantiene il doppio del contenuto di umidità e mostra uno sviluppo del sapore simile alla carne cotta in modo convenzionale.



## **6 RLP FOOD**

# PROGETTO

## Introduzione

In un'epoca in cui la salute e l'alimentazione sono diventate una priorità per molte persone, l'innovazione nel settore alimentare sta assumendo forme sempre più interessanti. L'idea del progetto è di creare una pasta stampata in 3D utilizzando la farina di grillo come ingrediente principale. Ma non si tratta solo di una pasta normale; l'obiettivo è creare una forma parametrica di pasta che possa essere personalizzata secondo i bisogni nutrizionali di ogni individuo.

Per realizzare questa idea, si fa ricorso al software di progettazione parametrica chiamato Grasshopper. Questo software permette di creare modelli 3D e generare forme complesse in modo intuitivo e preciso. Attraverso Grasshopper, sarà possibile creare una vasta gamma di forme di pasta, tutte basate su algoritmi che tengono conto dei valori nutrizionali desiderati.

Immagina di poter controllare l'apporto calorico, i carboidrati, le proteine, i grassi e altri nutrienti della pasta in base alle tue esigenze specifiche. Se sei un atleta e hai bisogno di un elevato apporto proteico, potresti scegliere una forma di pasta con un alto contenuto di proteine. Se stai seguendo una dieta a basso contenuto di carboidrati, potresti optare per una pasta con un basso indice glicemico.

La farina di grillo è stata scelta come ingrediente principale per diversi motivi. Innanzitutto, è una fonte di proteine completa, ricca di aminoacidi essenziali. Inoltre, ha un basso impatto ambientale rispetto all'allevamento tradizionale di animali per la produzione di carne. La coltivazione dei grilli richiede meno acqua, terreno e risorse energetiche, contribuendo alla sostenibilità ambientale.

Oltre alla personalizzazione dei valori nutrizionali, la pasta stampata in 3D offre anche opportunità creative per la presentazione dei pasti. Con il software Grasshopper, è possibile progettare forme di pasta uniche e artistiche, che rendono il pasto non solo nutriente ma anche esteticamente piacevole. Questa combinazione di nutrizione personalizzata e design creativo potrebbe trasformare l'esperienza culinaria



**Nuove forme**



**Personalizzazione**



**Contenuto  
Nutrizionale**

# Software

## Rhinoceros



Rhinoceros, comunemente noto come Rhino, è un software di modellazione 3D utilizzato principalmente per il design industriale e l'architettura. È stato sviluppato dalla società McNeel & Associates ed è ampiamente utilizzato nel settore del design, dell'ingegneria e dell'architettura.

Offre una vasta gamma di strumenti e funzionalità per creare modelli 3D accurati e complessi. Supporta diversi formati di file per l'importazione e l'esportazione, consentendo agli utenti di collaborare con altri software e professionisti del settore.

Una delle caratteristiche distintive di Rhinoceros è la sua interfaccia intuitiva e flessibile. Gli utenti possono modellare oggetti 3D utilizzando una combinazione di curve, superfici e solide, utilizzando strumenti di modellazione interattivi. Rhinoceros supporta anche la creazione di rendering fotorealistici per visualizzare i modelli in modo realistico.

Rhinoceros è utilizzato in una varietà di settori, tra cui design industriale, architettura, design automobilistico, progettazione di prodotti, gioielleria, design navale e molti altri. La sua flessibilità e le sue capacità avanzate lo rendono uno strumento versatile per la creazione e la visualizzazione di modelli 3D complessi.

## Grasshopper



Grasshopper è un plugin visuale di programmazione algoritmica per Rhinoceros, è sviluppato dalla stessa società, McNeel & Associates, ed è ampiamente utilizzato nel campo del design parametrico e della progettazione generativa.

Invece di utilizzare il tradizionale approccio di modellazione diretta utilizzato in Rhinoceros, Grasshopper offre un'interfaccia grafica basata su nodi che consente agli utenti di creare e manipolare algoritmi visivamente. Gli utenti collegano insieme una serie di componenti, rappresentati da icone, per definire la logica e la sequenza delle operazioni che generano i modelli 3D.

Questo approccio visuale consente agli utenti di esplorare facilmente diverse iterazioni di un design, modificando i parametri in tempo reale e visualizzando immediatamente i risultati. Grazie a questa flessibilità, Grasshopper è utilizzato per la progettazione parametrica, l'automazione dei processi di progettazione, l'analisi dei dati e molto altro ancora.

Grasshopper è diventato uno strumento molto popolare nel campo dell'architettura e del design, poiché consente agli utenti di creare forme complesse e generare geometrie avanzate in modo efficiente. Grazie alla sua integrazione con Rhinoceros, i modelli generati in Grasshopper possono essere facilmente trasferiti per ulteriori modifiche e lavori di dettaglio in Rhinoceros stesso.

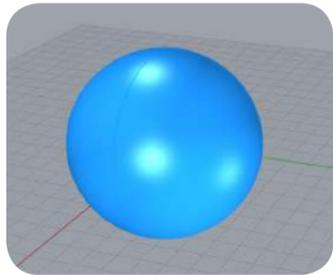
# Configurazione forme



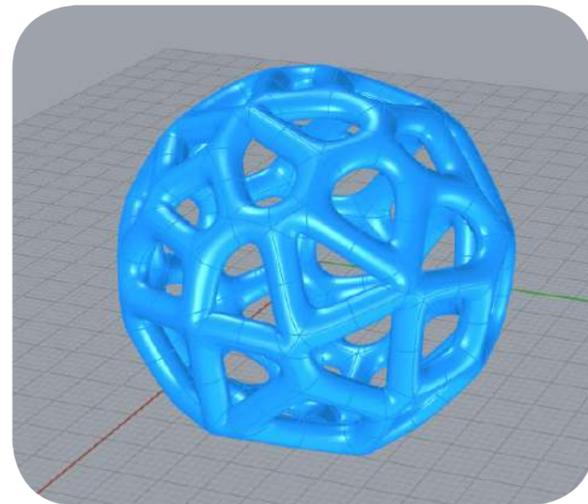
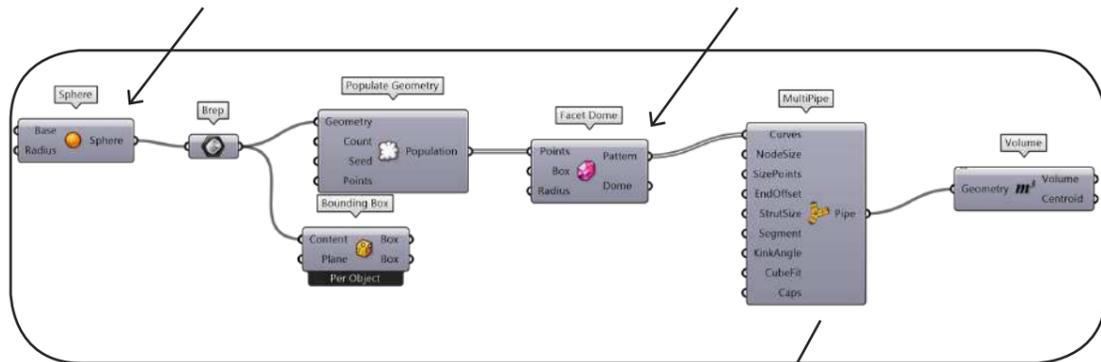
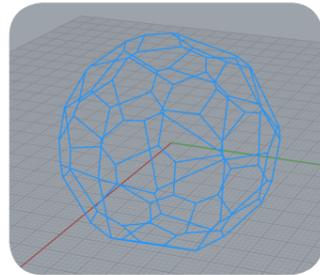
## Aperto

L'alimento rappresenta solo la parte esterna della geometria.

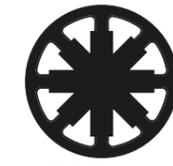
Definizione della geometria base



Definizione della geometria base

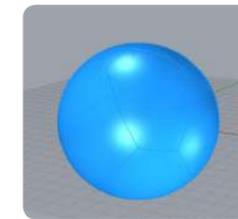


Conversione da curve a volume

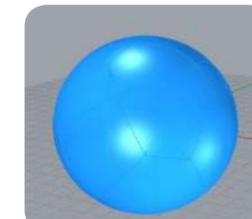


## Chiuso

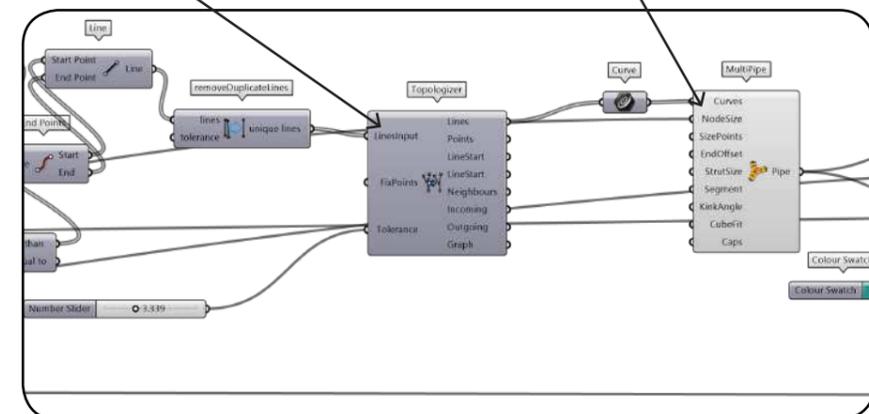
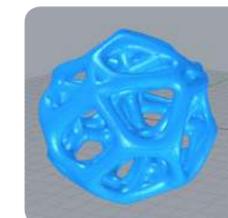
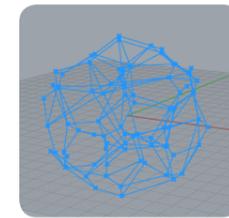
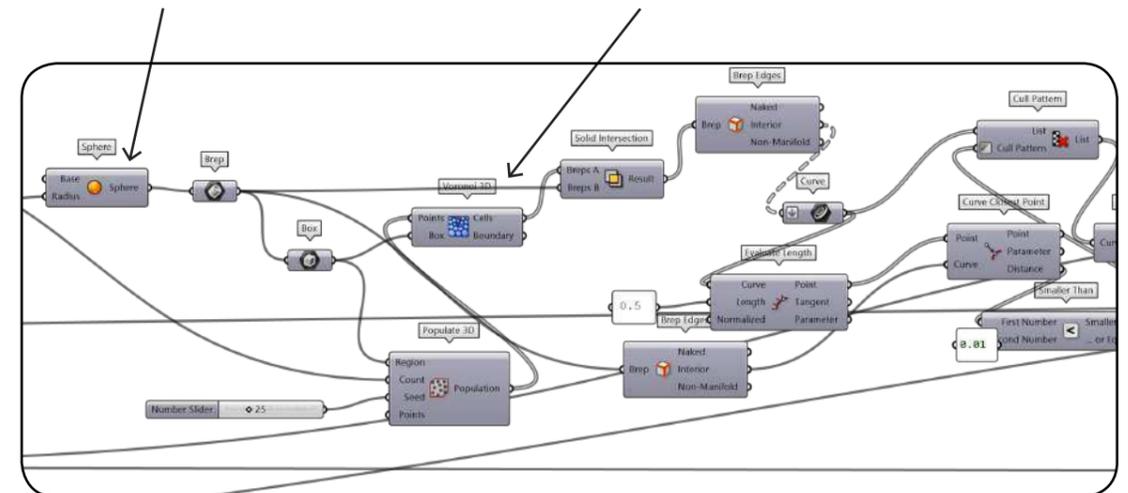
L'alimento rappresenta tutto il volume della geometria.



Definizione della geometria base



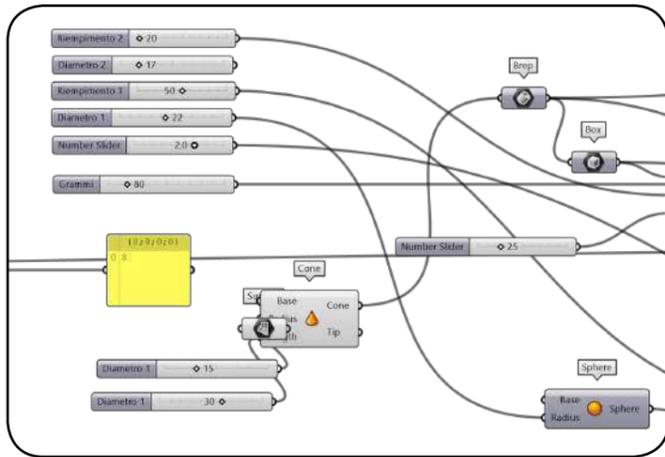
Voronoi





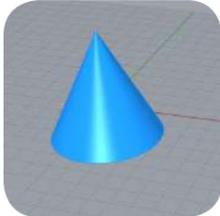
# Multistrato

La geometria è composta da più forme quindi da più tipi di alimenti.

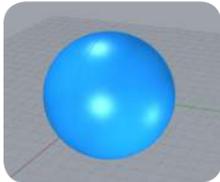


Definizione delle geometrie base

Cono



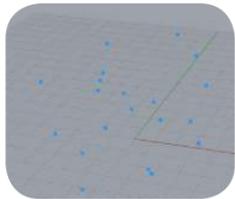
Sfera



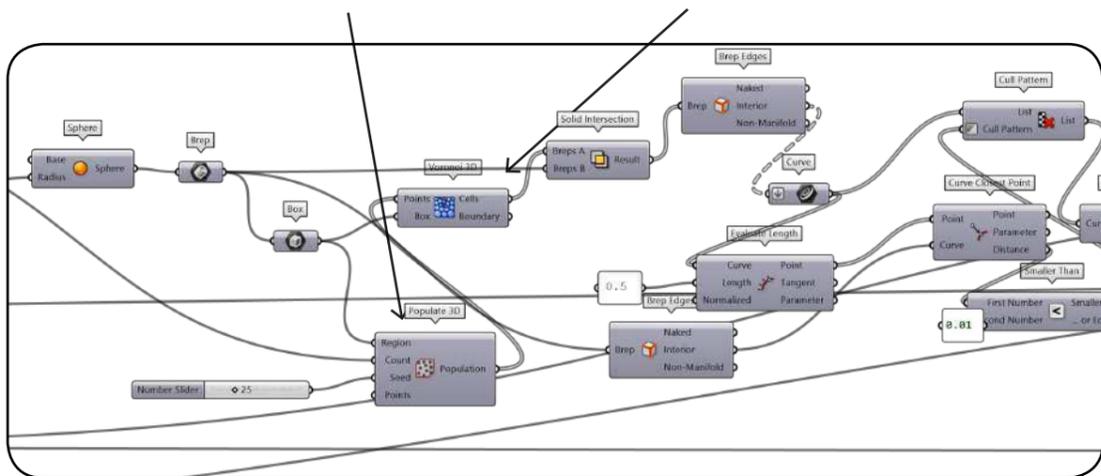
Cono



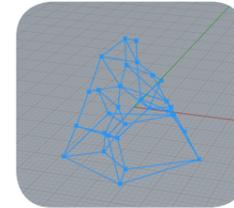
Popola la geometria di punti



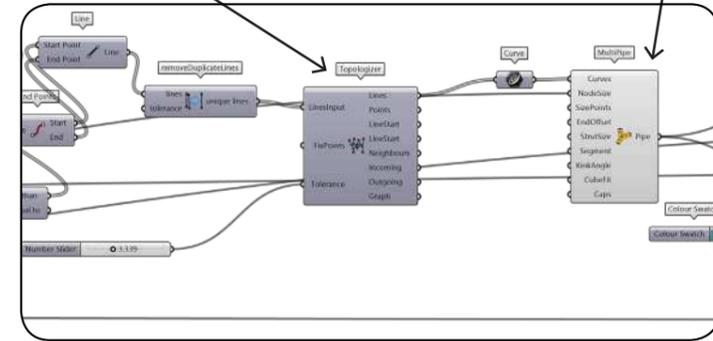
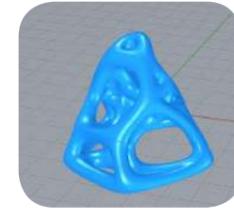
Voronoi



Gestione Geometria



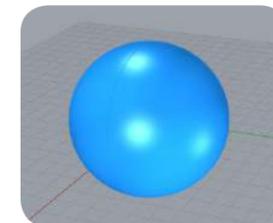
Conversione da curve a volume



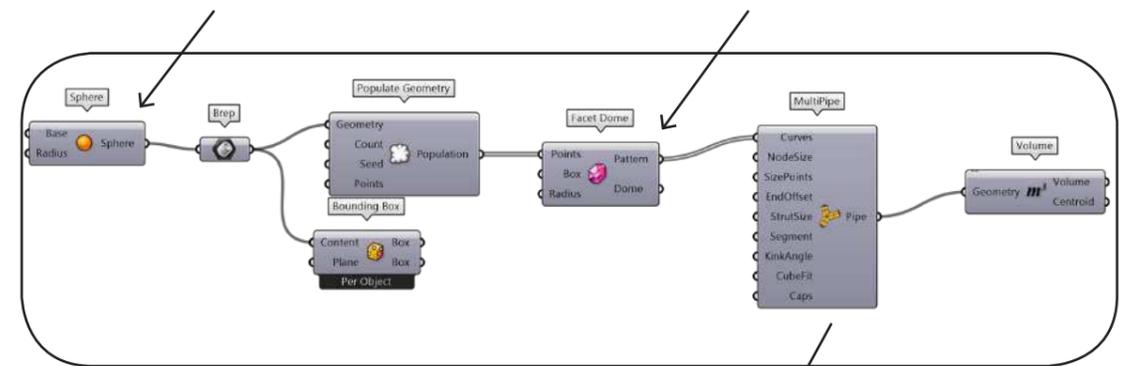
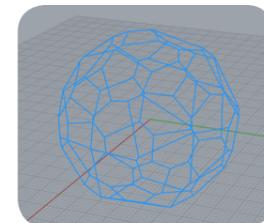
Sfera



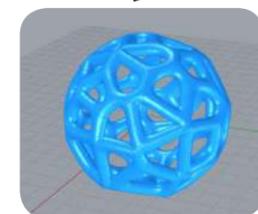
Definizione della geometria base



Definizione della geometria base



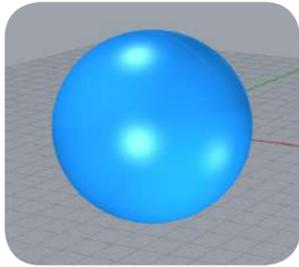
Conversione da curve a volume



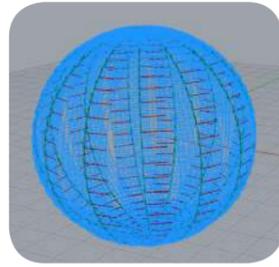


## Pieno

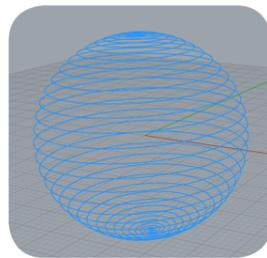
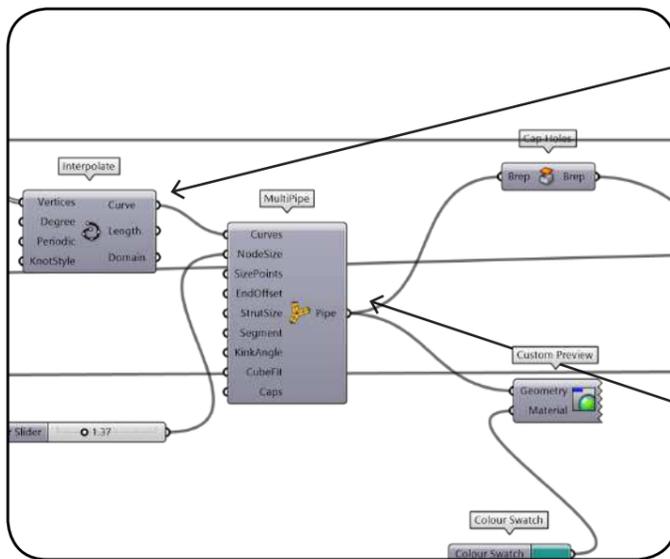
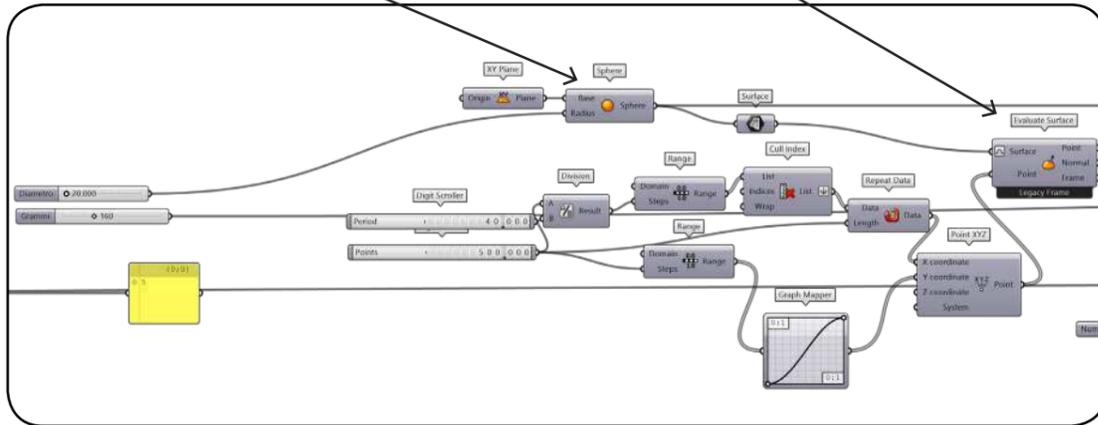
La geometria è composta da più forme quindi da più tipo di alimenti



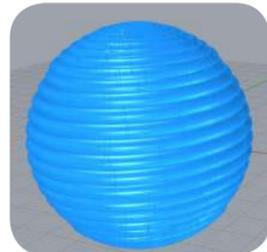
Definizione della geometria base



Serie di punti sulla geometria



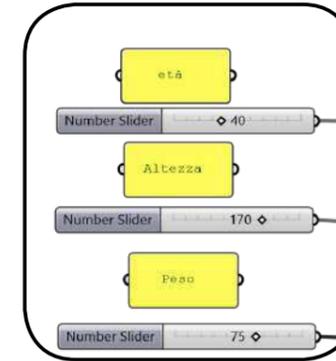
Creazione spirale attraverso punti



Conversione da curve a volume

## Controllo nutrizionale

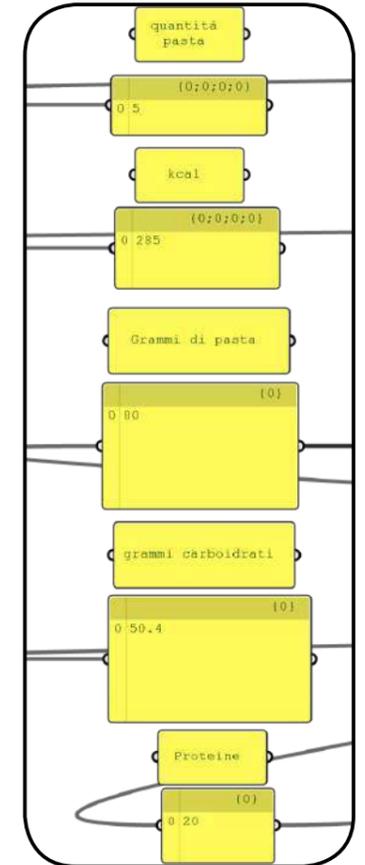
### Dati Base



I dati risultanti sono:

Quantità di pasta  
Kcal  
Grammi di pasta  
Grammi di carboidrati  
Proteine

### Dati risultanti



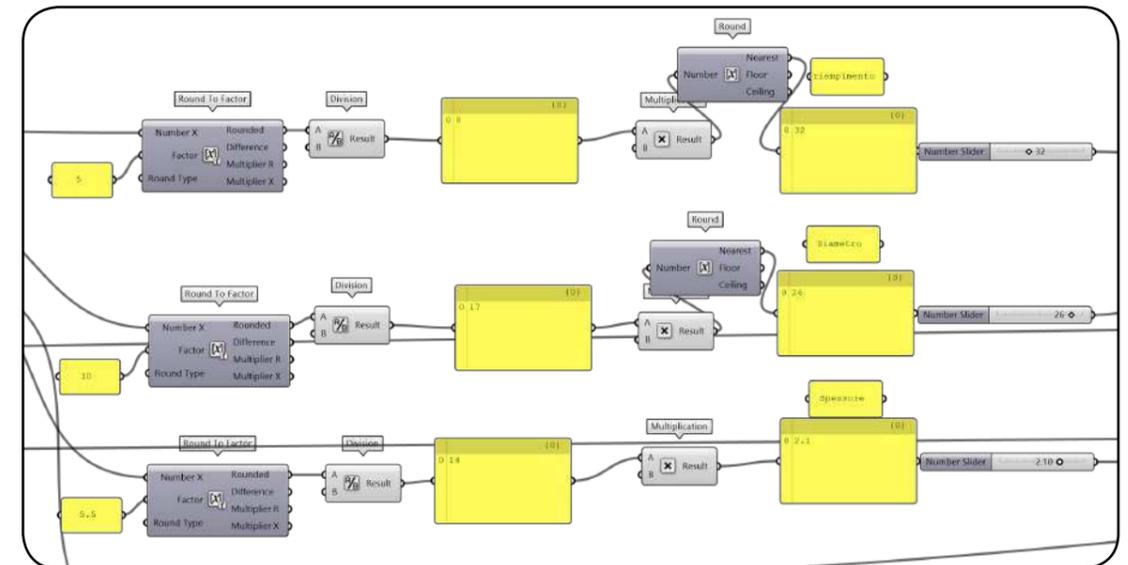
Sono stati inseriti i dati base:

Età  
Altezza  
Peso

Sono stati poi convertiti in parametri:

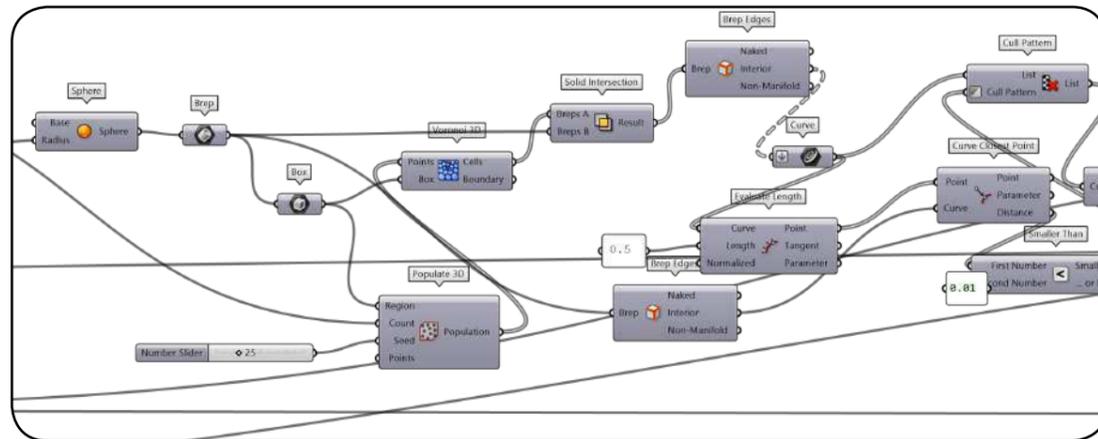
Riempimento  
Diametro  
Spessore

### Conversione Dati in parametri

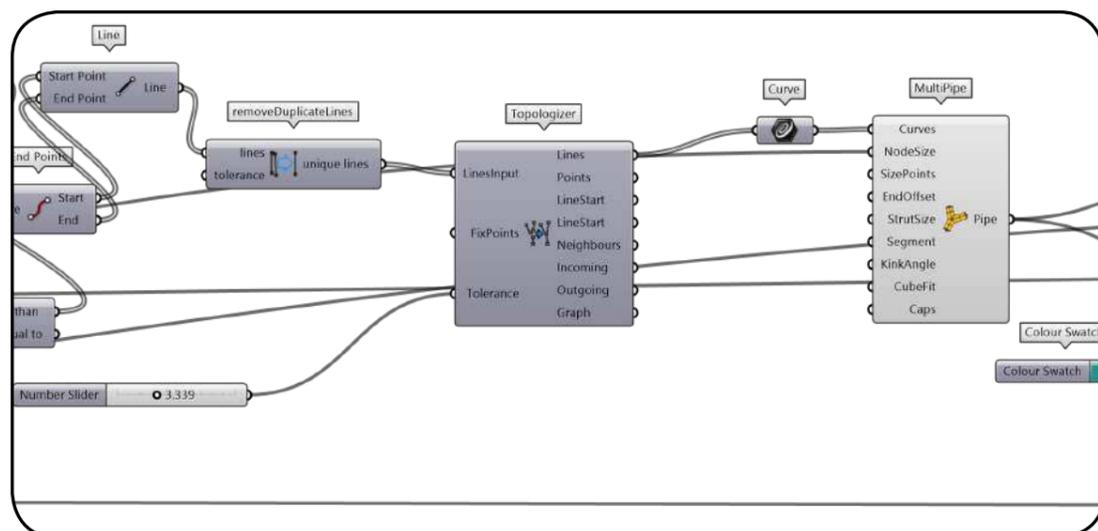


Ho convertito prima i dati in valori (da 0 a 20), successivamente ho convertito quei valori nei parametri

## Voronoi

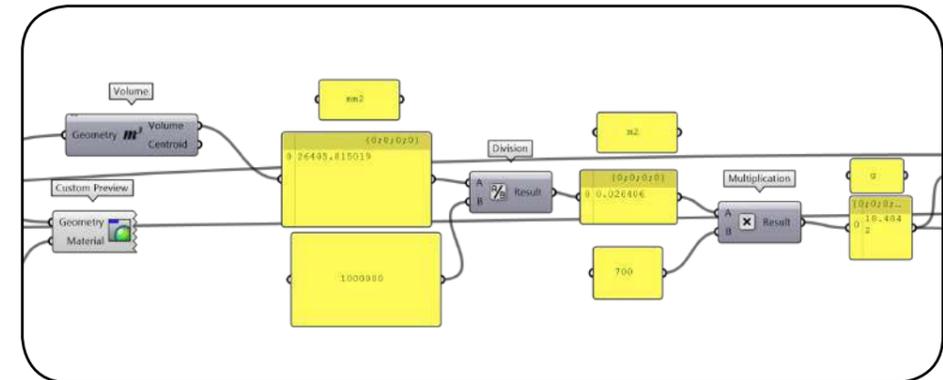


## Conversione da curve a volume

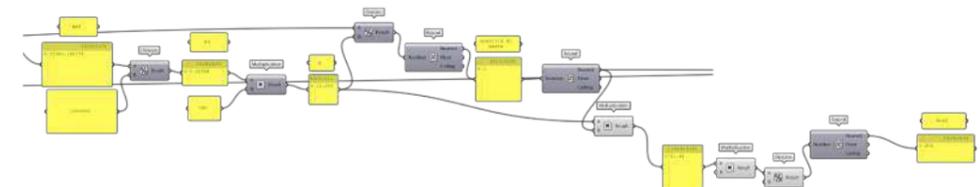


## Calcolo peso

Sono andato prima a calcolare il volume della superficie in mm<sup>3</sup>, successivamente convertita in m<sup>3</sup>=l per permettermi di andare a calcolare il peso tenendo conto che un litro di pasta fresca di farina di grillo pesa 700g.

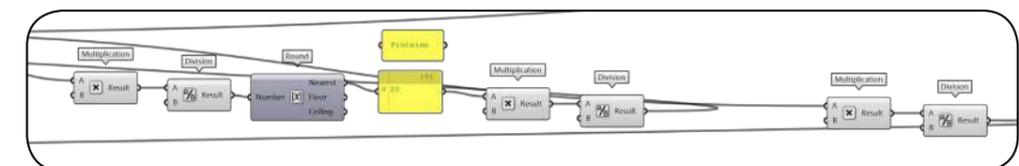
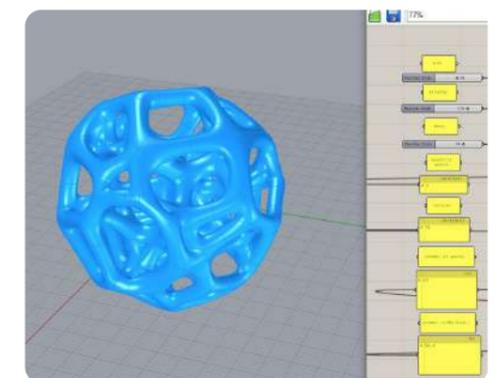


## Calcolo quantità e kcal



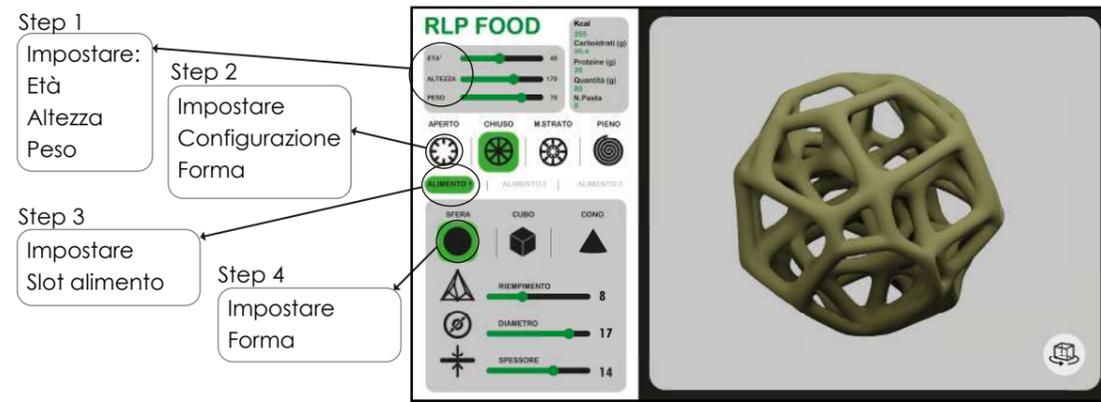
## Calcolo proteine

Per il calcolo delle proteine ho considerato 20 g ogni 100 g di alimento



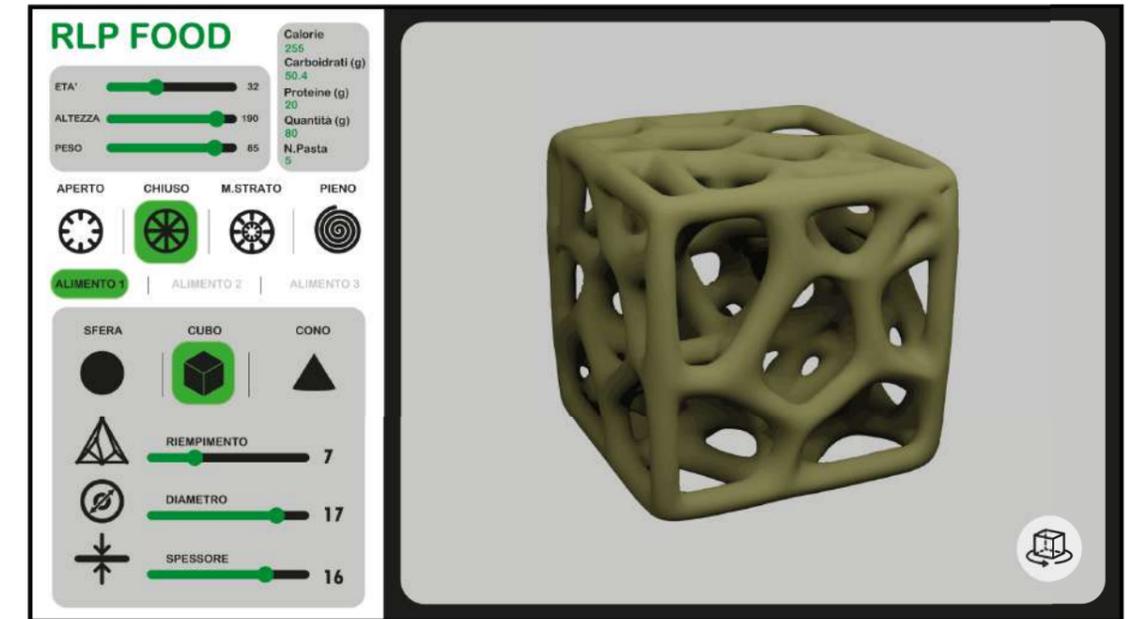
## Interfaccia

Una volta inseriti i propri dati, la configurazione della forma, lo slot di alimento (nel caso di configurazione multistrato o pieno), usciranno le dosi di alimentazione giuste per il tipo di persona creando per ognuno una forma differente e unica.

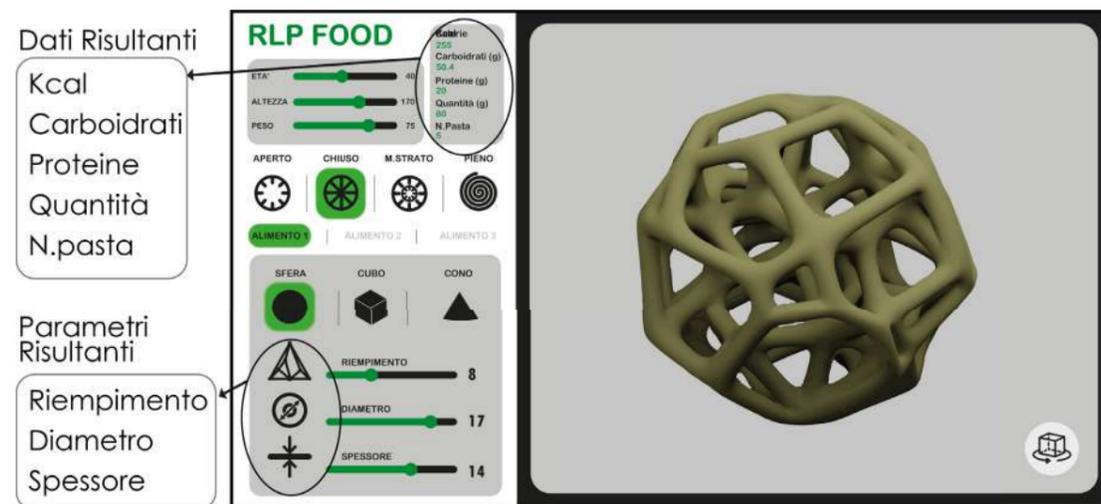


## Possibili combinazioni

Età: 32  
Altezza: 190  
Peso: 85



Sarà poi possibile andare a modificare i parametri di riempimento diametro e spessore se si vuole personalizzare ulteriormente l'alimento.



Età: 40  
Altezza: 170  
Peso: 75

**RLP FOOD**

Calorie 255  
Carboidrati (g) 50.4  
Proteine (g) 20  
Quantità (g) 80  
N. Pasta 5

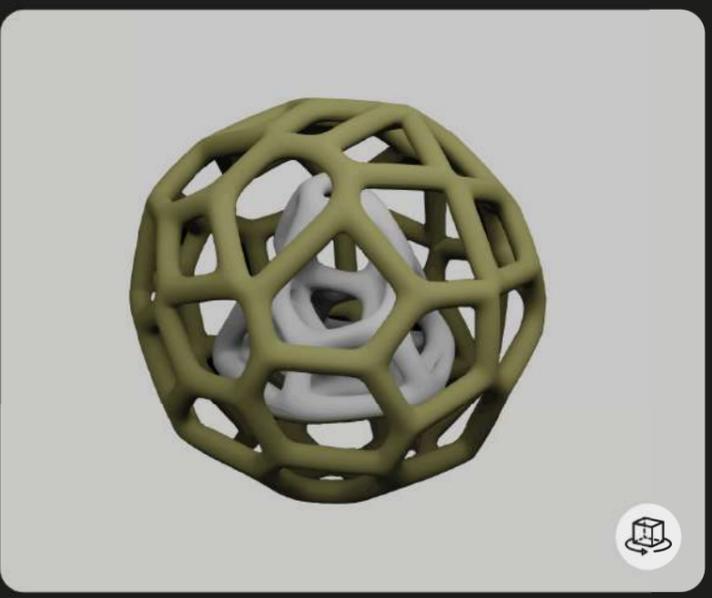
ETA' 40  
ALTEZZA 170  
PESO 75

APERTO CHIUSO M.STRATO PIENO

ALIMENTO 1 ALIMENTO 2 ALIMENTO 3

SFERA CUBO CONO

RIEMPIMENTO 4  
DIAMETRO 8  
SPESSORE 7



**RLP FOOD**

Calorie 255  
Carboidrati (g) 50.4  
Proteine (g) 20  
Quantità (g) 80  
N. Pasta 5

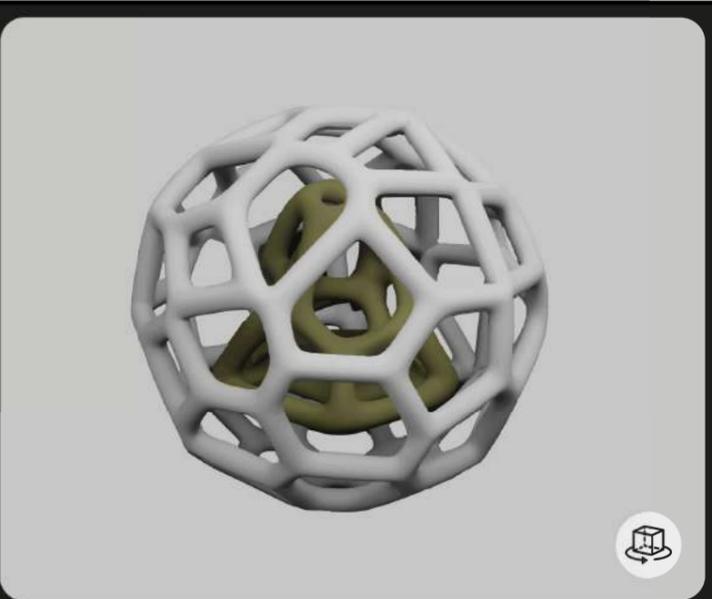
ETA' 40  
ALTEZZA 170  
PESO 75

APERTO CHIUSO M.STRATO PIENO

ALIMENTO 1 ALIMENTO 2 ALIMENTO 3

SFERA CUBO CONO

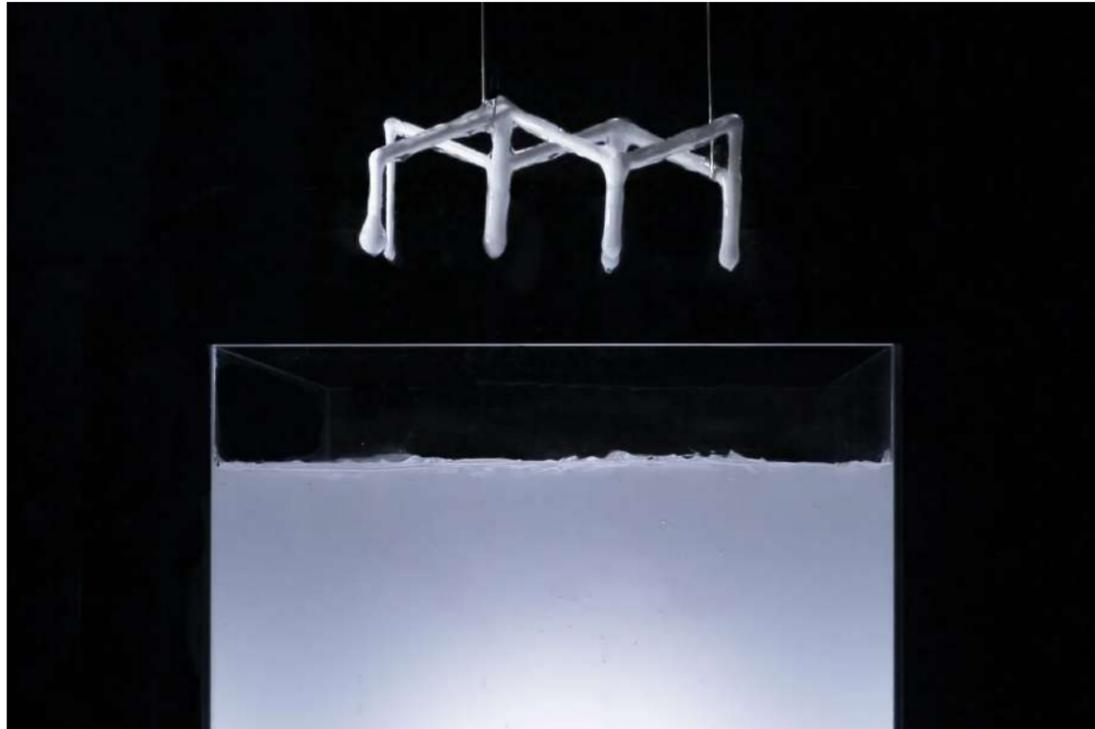
RIEMPIMENTO 4  
DIAMETRO 8  
SPESSORE 7



## Rapid Liquid Printing (RLP)

La stampa 3D non è decollata come processo di produzione tradizionale. In questa fase del suo sviluppo, i suoi limiti superano il suo potenziale. Rispetto allo stampaggio a iniezione o alla fusione, è limitato alla produzione su piccola scala a una velocità relativamente bassa. Un nuovo processo chiamato Rapid Liquid Printing offre un'alternativa. È veloce, progettato per affrontare la produzione su larga scala e non si basa su materiali prototipo, ma utilizza gomma, schiuma e plastica. Al di là delle sue capacità tecniche, è semplicemente ipnotico da guardare.

Creata dal Self-Assembly Lab del MIT in collaborazione con Steelcase, la stampa liquida rapida disegna fisicamente nello spazio 3D in una sospensione di gel liquido e consente la creazione precisa di prodotti personalizzati. Mentre la stampa 3D richiede la creazione strato per strato, la stampa liquida rapida funziona attraverso l'iniezione diretta nel gel, disegnando fisicamente gli oggetti all'esistenza. Guardando i materiali solidificarsi, è facile dimenticare la scienza che c'è dietro: per un momento, è come se fossero nati per pura forza di volontà. È una cosa impressionante a cui assistere, in particolare data la complessa curvatura dei disegni. Inoltre, nella sua attuale iterazione, non ci sono limiti alla scalabilità: con un serbatoio sufficiente-



mente grande, il processo può creare oggetti di qualsiasi dimensione.

Skylar Tibbits, co-direttore del Self-Assembly Lab del MIT con Jared Laucks, ha dichiarato a WIRED: "Il gel è simile a un gel per capelli o a un disinfettante per le mani e ha due funzioni chiave. "non combattiamo la gravità e non richiediamo la stampa strato per strato o materiali di supporto, che richiedono molto tempo per la stampa. Ciò significa che una parte può essere stampata rapidamente all'interno del gel e quindi rimossa e semplicemente lavata via con acqua. Il secondo è che il gel si autorigenera dopo il passaggio dell'ugello. Ciò consente di muoversi e stampare continuamente all'interno del gel e di non creare tunnel o cavità che si riempirebbe-

ro di materiale stampato."

Ci vuole circa un'ora per mescolare il gel, e dopo che è stato prodotto funziona immediatamente per sospendere i materiali stampati. Se il materiale stampato è estremamente denso, potrebbe essere necessario modificare leggermente il gel in termini di composizione, ma Tibbits afferma che, generalmente, la densità non è un problema. "Siamo stati in grado di sospendere plastica, schiume, gomme e persino metalli senza alcun problema".

La produzione di oggetti di alta qualità in plastica e metallo ha il potenziale per cambiare i campi del design. Invece di produrre mobili in serie, potrebbe invece essere personalizzato e prodotto in base a requisiti specifici, consentendo alle persone di definirsi all'interno di un "mare di uniformità", come afferma Rob Poel, direttore di New Business Innovation presso Steelcase. Il processo potrebbe anche aprire nuove strade per la produzione nei settori automobilistico e aerospaziale, dove la



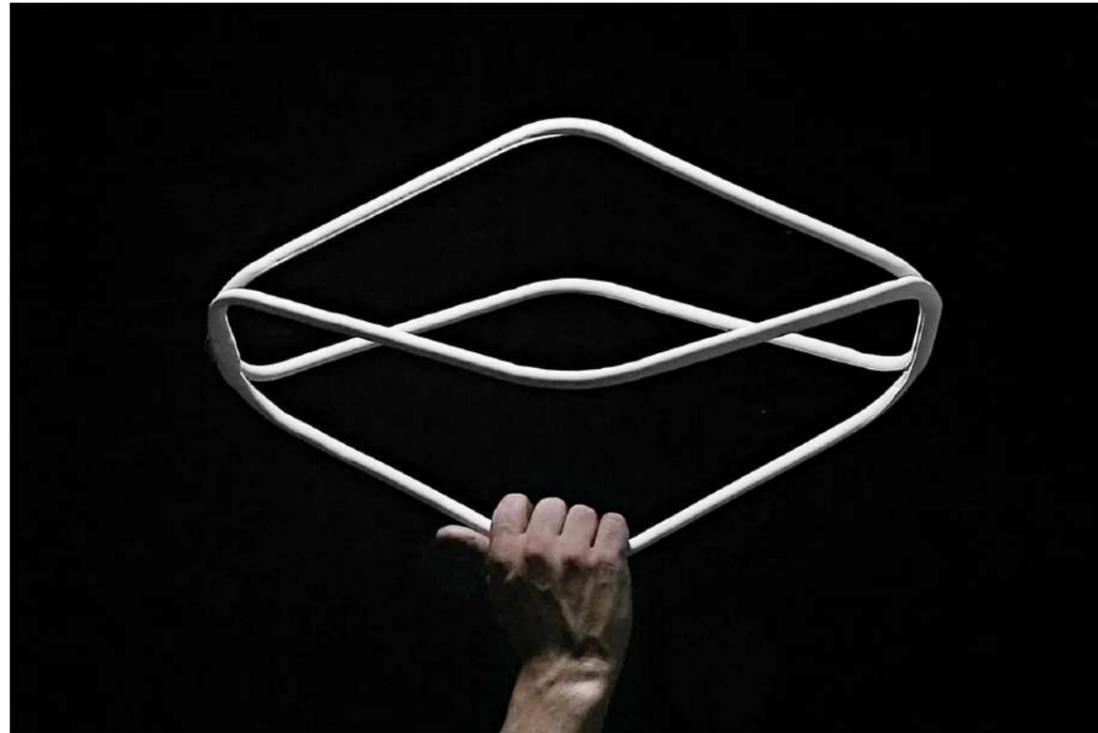
produzione rapida e su larga scala è essenziale.

Tibbits afferma: "Il limite delle dimensioni è in realtà limitato solo dalle dimensioni della macchina e dalla quantità di gel. Ma potrebbe anche essere utilizzato per strutture stampate più piccole con caratteristiche ad alta risoluzione, ma probabilmente sarebbero più lente da stampare".

L'abilità creativa della stampa liquida rapida è stata recentemente esposta al Salone del Mobile di Milano con il product designer Christophe Guberan, in cui il team ha stampato un tavolo sperimentale per Bassline, una nuova collezione di tavoli creata da turnstone. Il tavolo Bassline è l'oggetto più grande che il team abbia creato finora ed è stato stampato in un serbatoio lungo un metro.

La stampa liquida rapida è ancora in fase di ricerca, ma quando gli viene chiesto cosa riserva il futuro per la tecnologia, Tibbits afferma di avere piani per un ulteriore sviluppo.

"Siamo entusiasti di sperimentare nuovi materiali [cercando di creare] strutture stampate più grandi e processi più veloci ed efficienti".



## STORIA

La società Rapid Liquid Print ha avviato la produzione della nuova generazione di stampanti 3D chiamata RLP a Boston. Grazie all'aiuto finanziario di BMW i Ventures, la società ha ottenuto importanti risultati nello sviluppo delle soluzioni di stampa 3D e nell'ampliamento delle applicazioni di materiali. Il fondo MM Catalyst di MassMutual ha partecipato alla raccolta fondi per sostenere la crescita tecnologica. Nel 2018, Bjørn Sparrman e Schendy Kernizan, esperti del Self-Assembly Lab del MIT, hanno fondato RLP per semplificare la stampa di elastomeri, con Kernizan in qualità di CEO e Sparrman come CTO. Il gruppo sta sviluppando nuove tecniche di produzione di oggetti su larga scala con materiali di alta qualità applicabili in diversi settori, tra cui l'automobilistico, l'aeronautico, l'arredamento e il settore medico. Tra i co-fondatori di RLP ci sono Skylar Tibbits e Jared Laucks, co-fondatori e co-direttori del Self-Assembly Lab, che collaborano con Christopher Guberan dal 2014.

## IMPOSTAZIONI MACCHINA

Il sistema di stampa RLP è composto da tre parti fondamentali: una piattaforma di controllo, un sistema di deposizione e una vasca di gel granulare. Ogni componente può essere personalizzato in base alle dimensioni dell'oggetto da stampare e alla funzione desiderata. Questo è possibile grazie alla flessibilità del sistema, che consente agli utenti di utilizzare diversi materiali e di modificare le dimensioni su diverse scale.

La piattaforma di controllo è indipendente dalla macchina utilizzata per la stampa e può essere configurata con qualsiasi macchina CNC che si muove in almeno tre dimensioni. Il requisito minimo per la piattaforma di controllo RLP è una macchina CNC a portale a tre assi, che permette una stampa uniforme in tre dimensioni. Tuttavia, l'ugello non può essere ruotato, pertanto è vincolato ad una posizione verticale non rotazionale.

Per una maggiore flessibilità nella stampa, è possibile utilizzare una macchina CNC a cinque assi o un braccio robotico industriale a sei assi per il controllo completo dell'orientamento dell'ugello mentre si muove attraverso il gel granulare. In questo modo è possibile stampare lateralmente o ruotare l'ugello mentre si muove, mantenendo l'orientamento perpendicolare o parallelo al percorso degli strumenti o creando controlli di orientamento personalizzati. Tuttavia, l'impiego di un braccio robotico a sei assi potrebbe comportare una diminuzione della precisione o della capacità di carico mentre il robot si estende ai bordi del suo volume di costruzione. Per minimizzare questi effetti, è possibile utilizzare bracci robotici a sei assi più precisi e più forti, soprattutto per pezzi di grandi dimensioni con carichi pesanti. Al contrario, le macchine a portale con una base statica potrebbero mantenere un livello costante di precisione in tutte le aree del suo volume di costruzione.

## SISTEMA DI CONTROLLO

Il sistema di controllo delle stampanti 3D controlla e muove l'ugello lungo i tre assi (x, y, z) a una velocità controllata, seguendo un preciso percorso di stampa stabilito da un programma per computer. Esistono due tipi di macchine a controllo numerico computerizzato: le macchine a tre assi in stile gantry, adatte per la stampa di oggetti di medie dimensioni, e i bracci robotici, indicati per la stampa di oggetti di maggior volume.

Tuttavia, c'è una sostanziale differenza nella stabilità delle due macchine durante la stampa. Le macchine a tre assi in stile gantry sono generalmente più stabili, mentre i bracci robotici tendono a essere meno stabili, specialmente in prossimità del bordo della vasca di stampa.

## SISTEMA DI DEPOSIZIONE

Il sistema di deposizione, noto anche come estrusore, è montato sul sistema di controllo e regola la velocità con cui il materiale viene espulso dall'ugello, lo spessore del filamento estruso e la forma del filamento stampato. Esistono tre forme differenti di estrusione, ovvero appuntita, rotonda e a V, che differiscono per il tipo di pressione utilizzato per espellere il materiale dall'ugello e per il tipo di ugello utilizzato.

Il processo di estrusione RLP si basa sull'utilizzo di una siringa pneumatica per espellere il materiale, con un ugello costituito dall'ago della siringa. Il bagno di supporto RLP mostra il comportamento di un materiale di tipo Bingham Plastic, il quale agisce come un solido a meno che non venga attivato da uno sforzo di taglio superiore a una certa soglia, trasformandosi in liquido. Il bagno di supporto è costituito da grani in microscala di un idrogel chiamato carbomer, il quale è un polimero biocompatibile e superassorbente utilizzato anche in altri prodotti come i pannolini.

Il bagno di carbomer può trattenere materiali di densità superiore o inferiore a se stesso e sospende la struttura stampata, eliminando l'impatto della gravità sulla stabilità della struttura. La generazione del percorso di stampa avviene attraverso un file CAD e uno script Python per generare il codice che dirige il movimento dell'ugello. Durante la stampa, due materiali vengono miscelati all'interno dell'ugello e polimerizzati chimicamente, senza la necessità di utilizzare calore o luce UV.

Dopo la stampa, il modello viene rimosso dalla camera di costruzione e risciacquato in acqua per rimuovere eventuali residui del bagno di supporto sulla sua superficie. È possibile riutilizzare il bagno di carbomer per più stampe poiché non si scioglie a temperatura corporea.

## SOFTWARE

Il processo di transizione dal design alla stampa in Rapid Liquid Printing presenta notevoli differenze rispetto ad altre tecniche di stampa 3D. Nella stampa tradizionale, una volta che il disegno dell'oggetto è stato completato, è necessario esportarlo in un formato adatto alle macchine, come .stl o .obj, che rappresentano una mesh poligonale. Questa rappresentazione consiste in una serie di forme regolari, principalmente triangoli o quadrilateri, che vengono utilizzati da tutti i software di modellazione 3D. Rhinoceros 3D, che utilizza la modellazione NURBS, è in grado di convertire le geometrie in mesh stereolitografiche durante l'esportazione.

Nella stampa tradizionale, il modello viene quindi esportato in una geometria mesh, in cui la definizione della geometria diventa più accurata all'aumentare del numero di triangoli (e quindi della risoluzione di stampa). Successivamente, questa geometria viene importata in un software di slicing che controlla la solidità e la chiusura della geometria, fornisce supporti di stampa laddove necessario e genera il codice G-Code da inviare alla macchina. Nella stampa tradizionale, i movimenti delle macchine sono espressi in Layer-by-Layer, con la coordinata Z dei punti che cresce di un'unità per ciascun livello.

Nella Rapid Liquid Printing, la prima differenza fondamentale rispetto alla stampa tradizionale è che il disegno non viene espresso come un solido chiuso, ma come una sequenza di punti nello spazio. Le entità geometriche non sono più modelli tridimensionali, ma piuttosto punti, linee e curve che definiscono l'oggetto da stampare. Ciò implica l'eliminazione dell'utilizzo dei file .stl o di qualsiasi altra geometria mesh e degli slicer. La sequenza di punti e linee rappresenta il percorso che la macchina RLP seguirà durante il processo di stampa, e non è necessario prevedere supporti poiché la curva nello spazio sarà sostenuta dal gel di sospensione in qualsiasi punto.

L'output del software di modellazione nell'RLP è tipicamente un codice macchina (ad esem-

pio G-Code, ShopbotCode, URCode o altri delle macchine CNC), in cui possono essere inseriti tutti i parametri utili alla stampa, come movimenti, regolazione della pressione, velocità, quantità di materiale da estrarre e così via.

# BREVETTO

**FIG. 1** Viene mostrata un'illustrazione di una macchina a tre assi di tipo "gantry" 100 utilizzata con un materiale a due parti. Un braccio 110 è fissato al sistema gantry 100 in modo che il braccio possa essere mosso lungo gli assi x, y e z, come indicato. In questa particolare realizzazione, la deposizione pneumatica può essere fornita attraverso un sistema di controllo pneumatico, che comprende una camera 120 per esercitare forza sui pistoni 126a e 126b (vedi FIG. 3). Sono fornite due camere 130a e 130b che contengono due diversi materiali. Questi materiali vengono miscelati nella punta di miscelazione 140 e depositati attraverso la bocchetta 150. Il contenitore o serbatoio 160 contiene un gel 170. Quando il braccio 110 si muove, la bocchetta 150 si muove attraverso il gel e i due materiali vengono estrusi nel gel dalle camere 130a e 130b per formare un oggetto tridimensionale (parte stampata) 180a. La FIG. 2 è un'illustrazione di un braccio robotico a sei assi 200 con un materiale a due parti. Il resto è sostanzialmente simile alla FIG. 1.

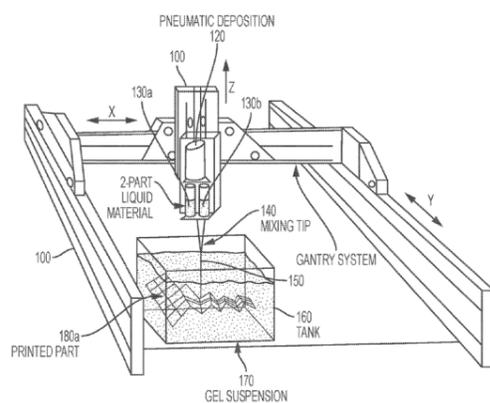


FIG. 1

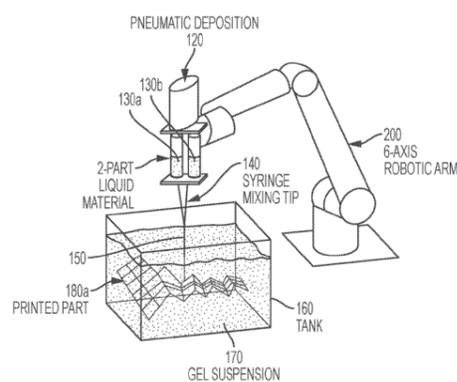


FIG. 2

**FIG. 2** Questa è un'illustrazione di un braccio robotico a sei assi 200 con un materiale a due parti. Il resto è sostanzialmente simile alla figura 1.

**FIG. 3** È illustrato un sistema di deposizione per un materiale a due parti che è controllato pneumaticamente per fluire attraverso la punta di miscelazione. L'aria entra attraverso il tubo 124, passa attraverso il regolatore di pressione 122 e entra nella camera 120, dove l'aria fornisce una forza verso il basso sui pistoni 126a e 126b per far uscire il materiale dalle camere 130a e 130b, rispettivamente. Un materiale solidificante (ad esempio, un liquido) 180b viene estruso attraverso la punta della bocchetta 150. Come alternativa alla deposizione pneumatica illustrata in FIG. 3, può essere utilizzato un sistema di deposizione a vite attivato elettricamente. Ad esempio, un motore può essere utilizzato per esercitare una forza verso il basso sui pistoni 126a e 126b.

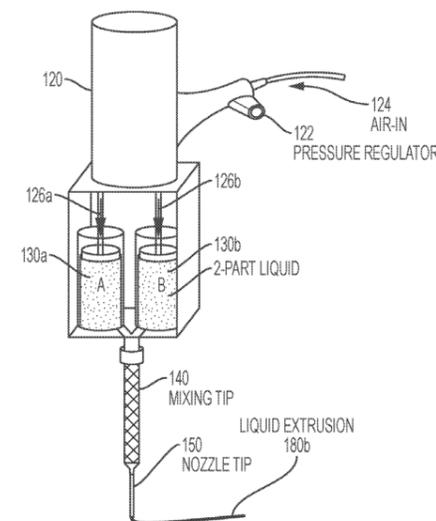


FIG. 3

**FIG. 4** Il seguente paragone illustra le differenze tra diversi processi di stampa 3D per la produzione di una parte diagonale. Nella stampa FDM, la parte viene suddivisa in fette orizzontali e viene stampata una regione di supporto a fette orizzontali per sostenere la porzione sporgente. Nella stampa SLA, la parte viene suddivisa in fette orizzontali e vengono stampati piccoli supporti verticali per sostenere la porzione sporgente. In un sistema basato sulla polvere (ad es. SLS o ZCorp), la parte viene suddivisa orizzontalmente e la polvere circostante sostiene la porzione sporgente. Nei metodi descritti qui, che utilizzano un ambiente di supporto a gel, la parte viene stampata direttamente nell'orientamento del componente, senza suddivisione orizzontale, aumentando efficacemente la velocità di stampa e la continuità strutturale della parte, e il gel circostante agisce come materiale di supporto.

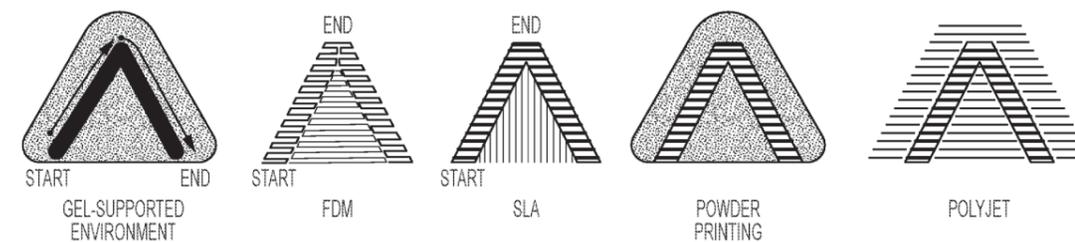


FIG. 4

**FIG. 6 / FIG. 7** Viene mostrata un'illustrazione dell'utilizzo dei metodi descritti qui per realizzare una sedia a 180 gradi. I metodi descritti qui utilizzano un sistema di deposito per depositare materiali che solidificano di varie quantità e viscosità. Questi metodi sono unici rispetto ad altri processi di produzione additiva poiché consentono un facile flusso/deposizione di materiali liquidi, velocità di stampa più rapide e l'uso di materiali industriali di alta qualità. In alcuni esempi, il materiale che si solidifica è costituito da un unico componente. In altri esempi, il materiale che si solidifica è composto da due composti separati che si copolimerizzano.

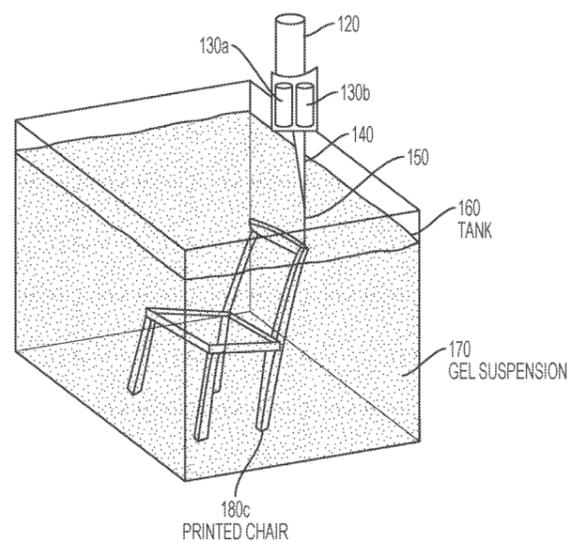


FIG. 6

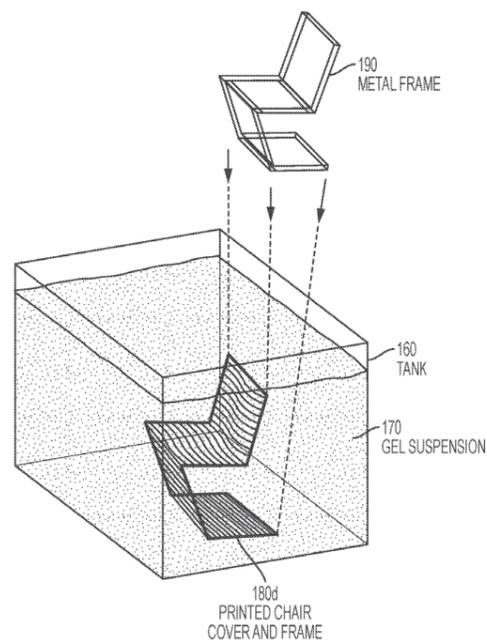
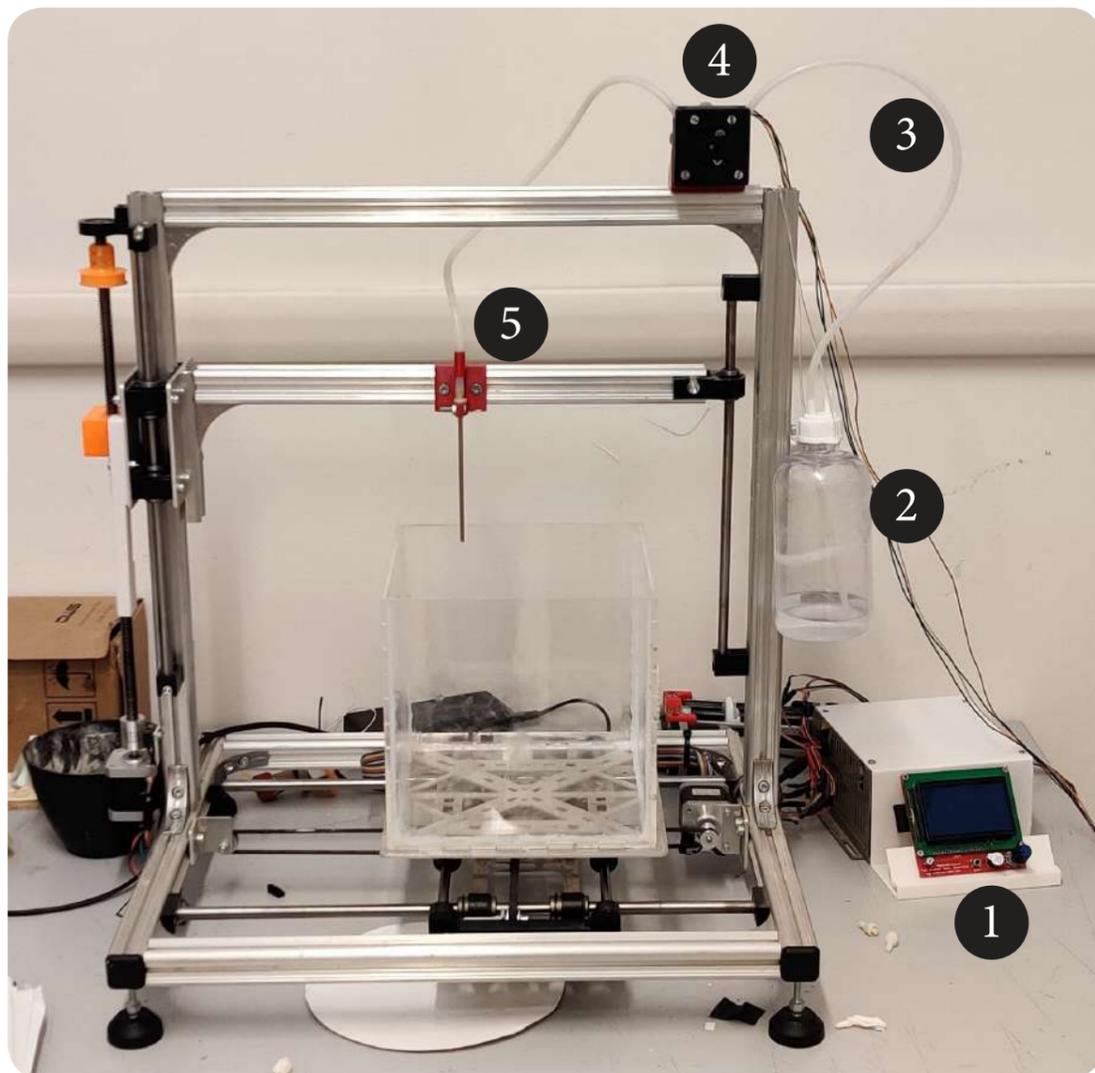


FIG. 7

## MACCHINA DI STAMPA

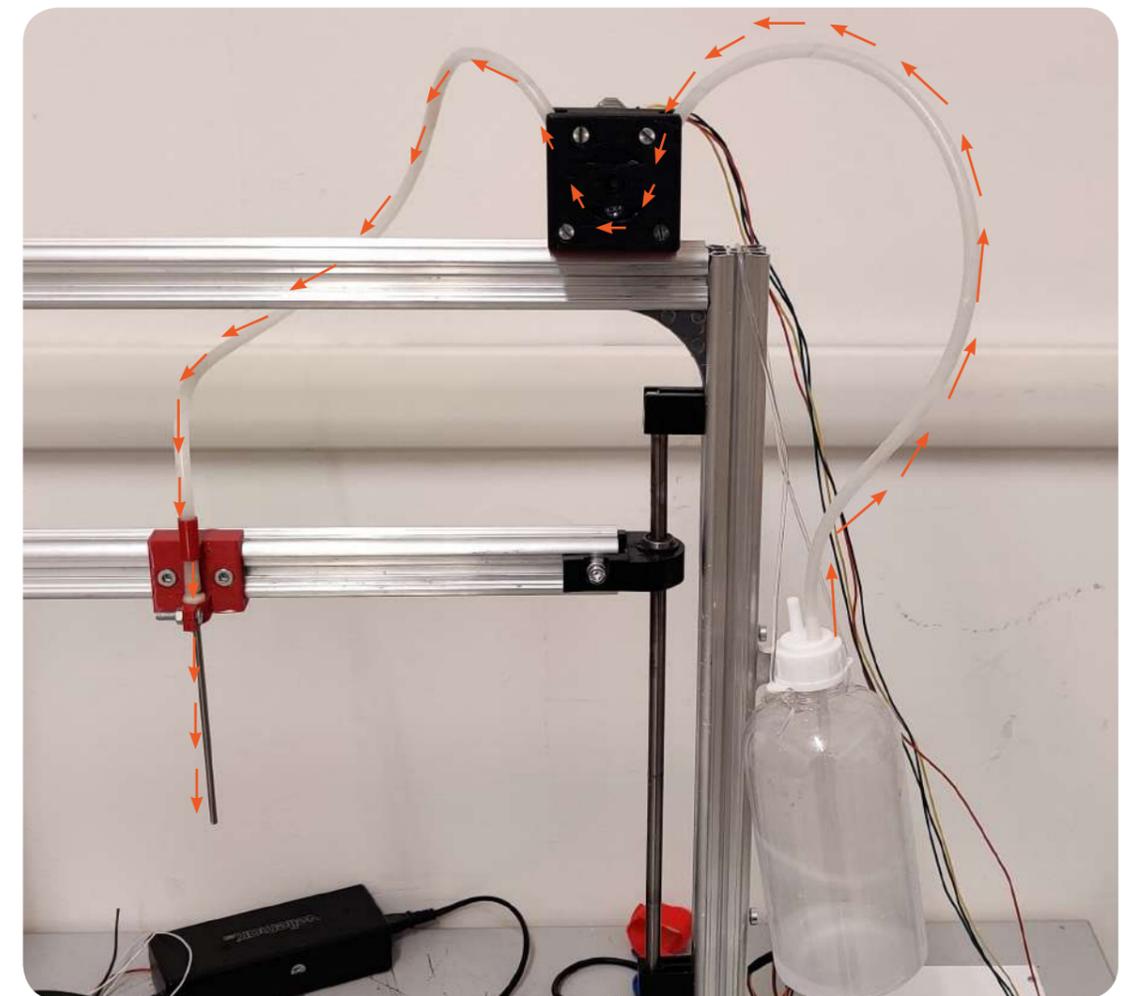
La stampante utilizzata è una stampante a 3 assi dove sono state applicate le modifiche necessarie per effettuare la stampa RLP di materiale alimentare.

- 1 Unità di controllo
- 2 Serbatoio materiale alimentare
- 3 Tubo in silicone per passaggio alimenti
- 4 Pompa peristaltica
- 5 Supporto estrusore



## FUNZIONAMENTO

Il materiale viene inserito nel serbatoio (2), per una questione di sicurezza alimentare il materiale viene fatto passare all'interno in un tubo in silicone (3), per evitare contaminazioni che potrebbe ricevere andando a contatto con le parti meccaniche. Il materiale quindi viene spinto all'interno del tubo grazie al funzionamento della pompa peristaltica (4) per fuoriuscire poi dall'estrusore (5), il tutto controllato dall'unità di controllo (1).



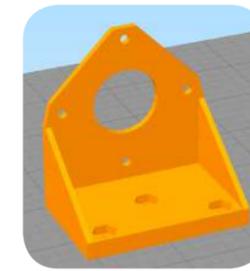
# POMPA PERISTALTICA

La pompa peristaltica è un tipo di pompa volumetrica che utilizza una serie di rotori a peristalsi per trasferire il fluido da una parte all'altra del sistema. In pratica, la pompa peristaltica comprime un tubo flessibile che contiene il fluido, generando una pressione che spinge il fluido attraverso il tubo ed è comunemente utilizzata in vari settori industriali, tra cui la produzione farmaceutica, la produzione alimentare e la ricerca scientifica, per trasferire fluidi in modo accurato e controllato. La pompa peristaltica offre molti vantaggi rispetto ad altre pompe, tra cui:

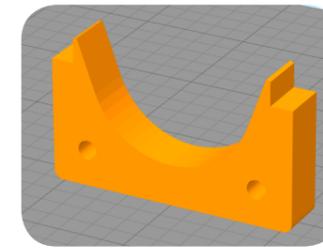
- 1 **Sicurezza:** la pompa peristaltica offre un'alta precisione e un controllo del flusso, garantendo un trasferimento sicuro dei fluidi senza contaminazioni.
- 2 **Versatilità:** la pompa peristaltica può essere utilizzata per pompare fluidi di diverse viscosità, densità e composizioni, senza che il fluido entri in contatto con la pompa stessa.
- 3 **Facilità di manutenzione:** la pompa peristaltica ha poche parti mobili e il tubo flessibile è facilmente sostituibile, il che la rende facile da pulire e mantenere.
- 4 **Bassa pulsazione:** la pompa peristaltica offre un flusso costante e uniforme, con una bassa pulsazione, che la rende adatta per applicazioni sensibili alla pulsazione.

Nel mio progetto ho deciso di utilizzare questo tipo di pompa sia per una questione di sicurezza dato che l'alimento non va mai a contatto con il macchinario essendo presente un tubo in silicone sia per la sua versatilità nel pompaggio di fluidi.

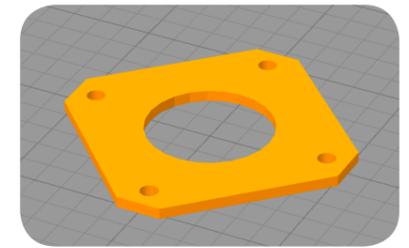
La pompa è stata creata e stampata in 3D con le apposite misure.



Supporto pompa

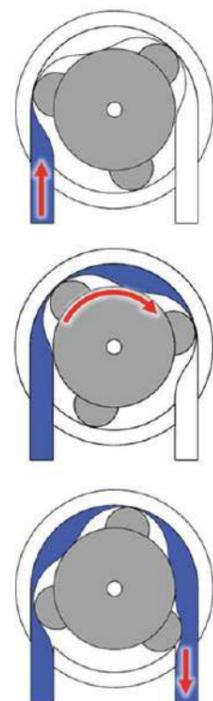
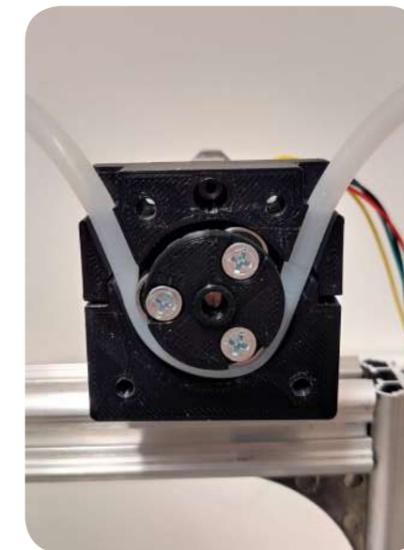
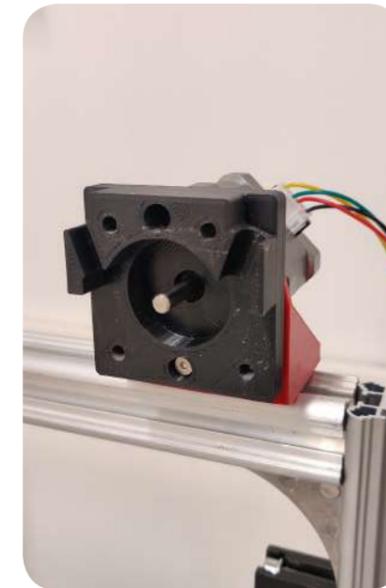
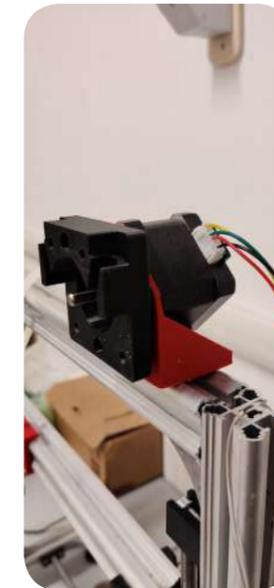


Piastra pressione tubo

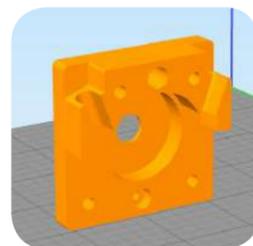


Piastra distanziale motore

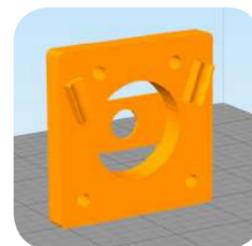
## POMPA STAMPATA IN 3D



### MODELLI 3D



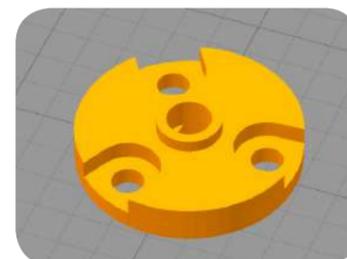
Scocca anteriore



Scocca posteriore

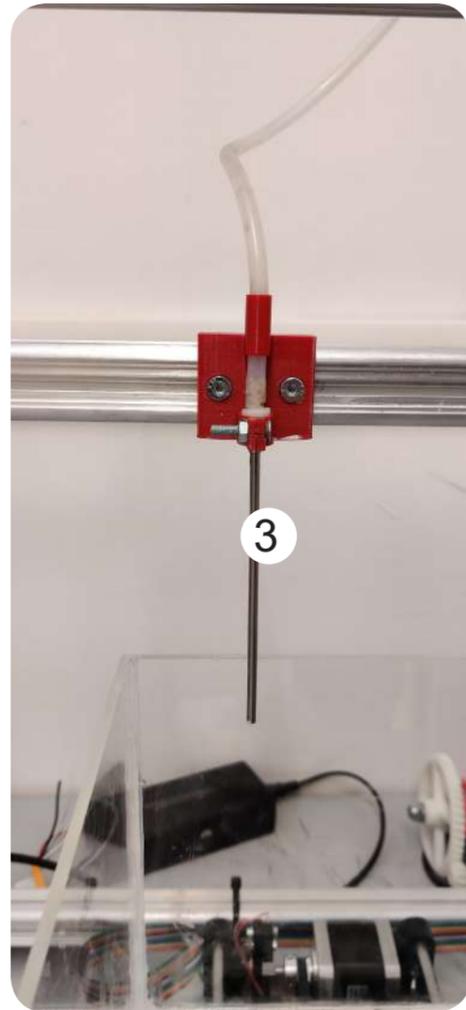


Supporto cuscinetto Superiore

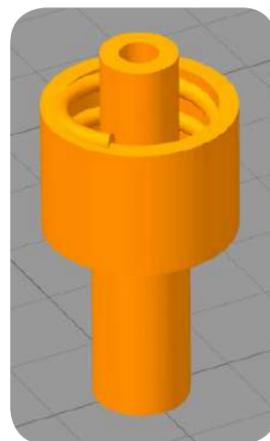
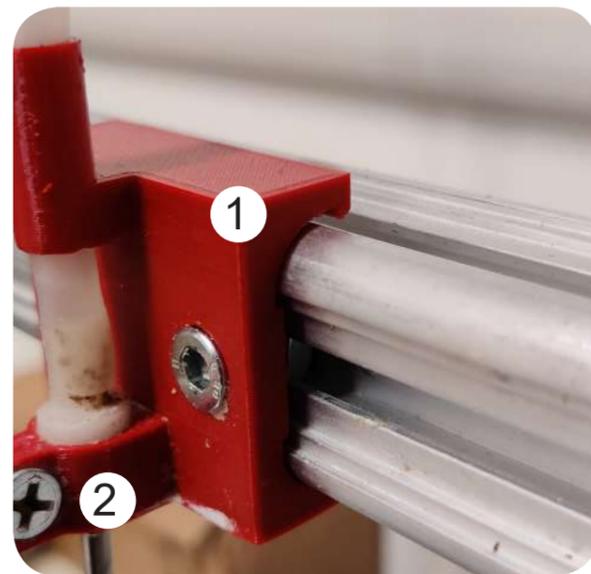


Supporto cuscinetto Inferiore

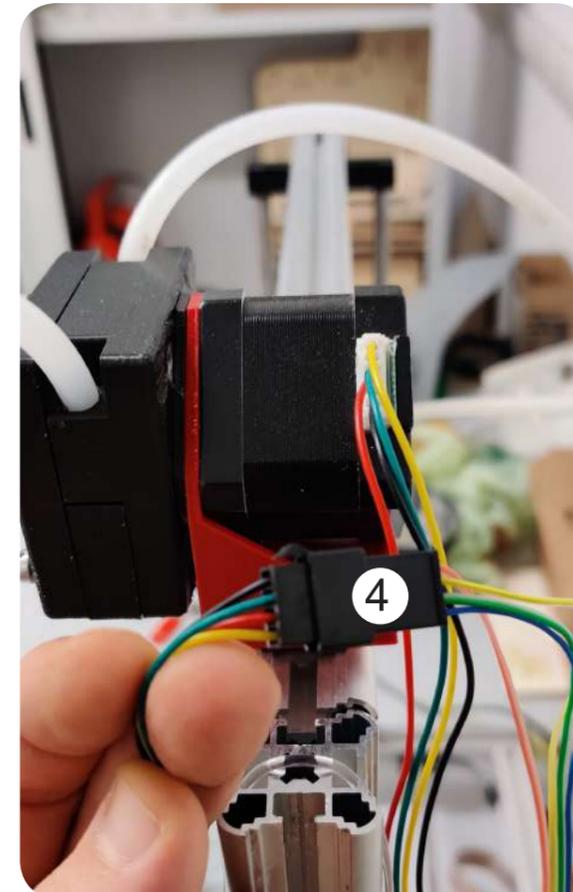
## SUPPORTO ESTRUSORE



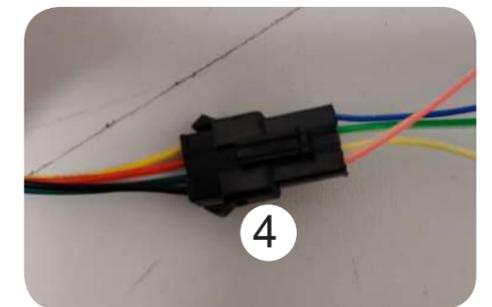
Per permettere la corretta estrusione dell'alimento è stato creato un supporto da adattare alla stampante (1) con un sistema di chiusura a "pinza" (2) con all'interno un supporto (creato anch'esso ad-hoc) presente di filettatura dove avvitare l'estrusore (3), stampato in SLA quindi con un materiale composto di resina per avere più resistenza.



## CABLAGGIO

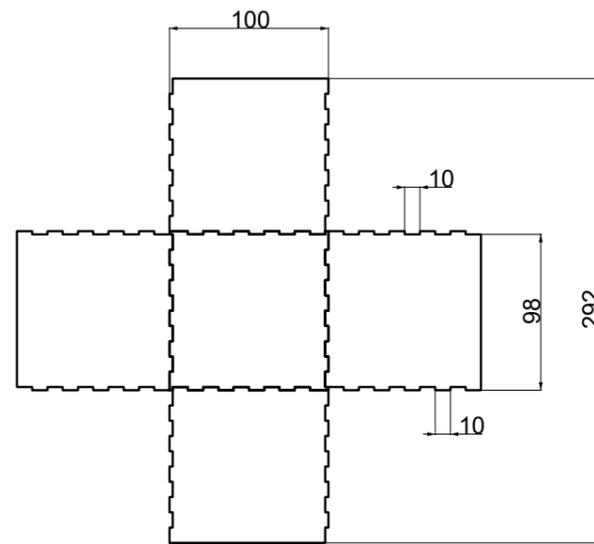


Per il cablaggio è stato aggiunto un connettore (4) collegato al sistema di controllo (5)



## CREAZIONE VASCA

Per creare una vasca adatta alle esigenze di stampa sono andato a modellare un cubo su rhinoceros con delle dentature così da poter andare a tagliare il materiale (Pmma) a laser all'interno del laboratorio. Successivamente ho incollato le vari parti con il silicone.



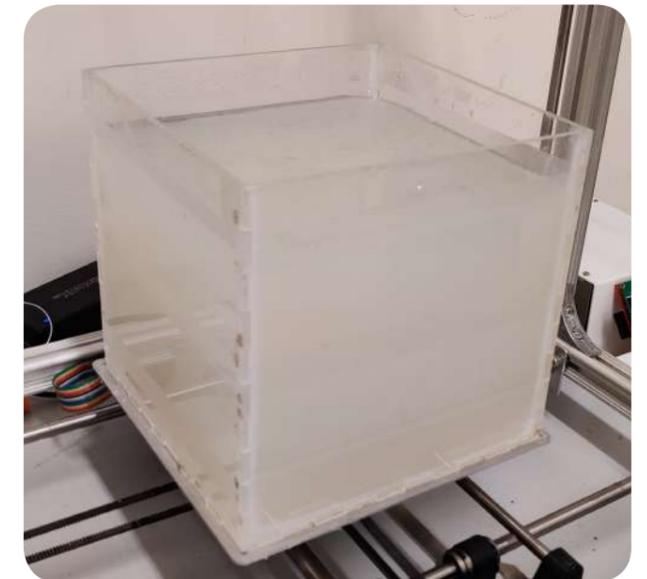
Quote in mm



## GEL DI SOSPENSIONE

### Agar Agar

In un primo approccio per addensare l'acqua che sarebbe servita come gel di sospensione per la stampa è stato deciso di provare l'agar, per le sue proprietà naturali, perchè ha la caratteristica di essere privo di allergeni e perchè è idoneo a qualsiasi tipo di cultura. Sono state effettuate diverse prove per trovare il tipo di densità adatta

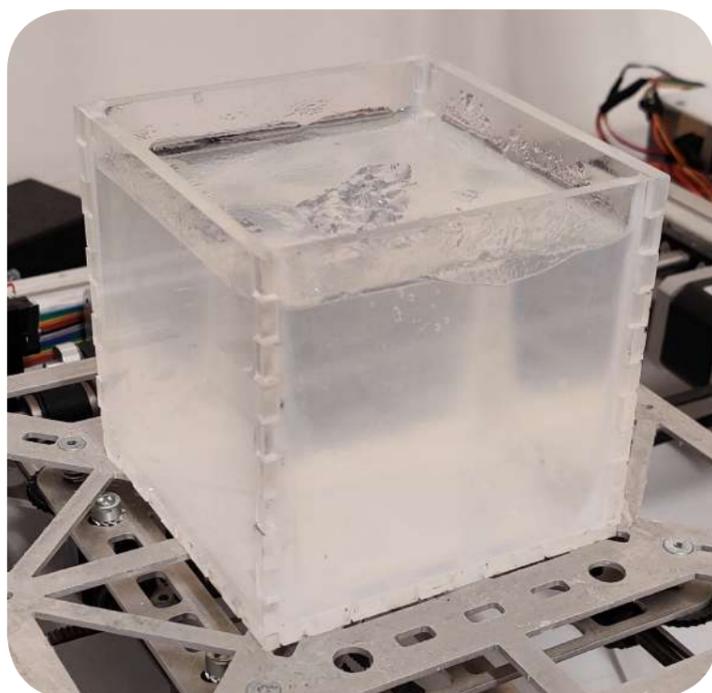


Agar agar è una sostanza gelatinosa che viene estratta dalle alghe rosse. Viene spesso utilizzato come addensante e gelificante in cucina, soprattutto nella preparazione di dessert, marmellate e gelati. Grazie alla sua capacità di formare gel a temperature relativamente basse, l'agar agar è spesso utilizzato anche in laboratorio per la coltivazione di microrganismi o per la preparazione di terreni di coltura solidi.

## Laponite

La Laponite è un argilloide sintetico costituito da nanofogli di silicato di magnesio e alluminio. È stato sviluppato per la prima volta negli anni '80 come additivo per fluidi di perforazione nell'industria petrolifera, ma successivamente è stato utilizzato in molti altri campi, come la cosmetica, la farmaceutica e l'industria alimentare.

La Laponite ha proprietà reologiche uniche che la rendono utile come agente reologico, gelificante, emulsionante e stabilizzante. Quando viene dispersa in acqua, forma un gel trasparente e stabile, e la sua viscosità può essere facilmente modificata dalla variazione della concentrazione di Laponite o dal pH della soluzione.



## GOMMA DI XANTANO

La gomma di xantano è un additivo alimentare e industriale prodotto attraverso la fermentazione di zuccheri da parte del batterio *Xanthomonas campestris*. Si presenta come una polvere bianca, inodore e insapore, che si dissolve facilmente in acqua formando una soluzione viscosa.

La gomma di xantano viene utilizzata principalmente come addensante, stabilizzante e emulsionante in alimenti, bevande e prodotti farmaceutici. Grazie alla sua capacità di creare una consistenza gelificata o cremosa, è spesso utilizzata per migliorare la texture di prodotti come gelati, salse, creme e dessert. Inoltre, può essere utilizzata come additivo per migliorare la stabilità di emulsioni come ad esempio nel latte a lunga conservazione.

La gomma di xantano è anche utilizzata nell'industria per produrre prodotti come vernici, cosmetici, detersivi e prodotti per la cura personale, dove funge da addensante e legante. Grazie alle sue proprietà uniche, la gomma di xantano è diventata un ingrediente molto popolare sia in campo alimentare che industriale.



## GCODE

Il G-Code è un linguaggio di programmazione utilizzato per definire il percorso di una macchina a controllo numerico, come una fresatrice o una stampante 3D. Esso contiene informazioni riguardo i movimenti e l'estrusione di materiale, come la velocità e la quantità di materiale da estrudere. Il codice è scritto in forma alfanumerica, utilizzando combinazioni di lettere e numeri, e contiene informazioni definite con tutte le lettere dell'alfabeto. Tuttavia, la lettera G viene utilizzata principalmente per descrivere i movimenti dell'estrusore. Il G-Code è il linguaggio di programmazione più comune per le macchine a controllo numerico e le stampanti 3D. Esso può descrivere centinaia di ordini per una macchina, ma le stampanti 3D utilizzano solo alcune di queste informazioni. Una volta che il codice è completo, viene letto dal firmware della macchina, che è un software installato sul chip di memoria della stampante 3D. Il firmware è importante perché non tutti i firmware leggono il G-Code nello stesso modo. I firmware più comuni per le stampanti 3D includono Marlin, Repetier, Reprap e Prusa.

Il G-Code è un file di testo con una struttura semplice: ogni riga di comando è separata dalle altre in successione e i commenti possono essere aggiunti preceduti dal carattere ";". In generale, il G-Code è un linguaggio di programmazione fondamentale per il funzionamento delle macchine a controllo numerico e delle stampanti 3D.

### Gcode nella stampa 3D

Nel processo di stampa 3D, il G-Code è generalmente generato da software di slicing che analizzano il modello 3D e creano un percorso di stampa layer-by-layer, dove tutti i punti appartenenti allo stesso layer hanno lo stesso valore Z. Tuttavia, nel caso della tecnologia Rapid Liquid Printing (RLP), il codice non segue questo approccio e invece segue una serie di punti nello spazio, dove il valore Z varia continuamente, per esprimere il percorso che l'estrusore deve seguire.

Inoltre, alcune funzionalità presenti nel G-Code utilizzato per le macchine CNC non sono utili per il processo di stampa con RLP. Ad esempio, il comando M104 utilizzato per gestire la temperatura dell'estrusore non ha utilità in questo contesto. In sostanza, il G-Code utilizzato per la stampa 3D con RLP ha delle caratteristiche specifiche che lo distinguono dal G-Code utilizzato per altre tecnologie di stampa, poiché segue un approccio diverso e richiede comandi differenti.

### Com'è strutturato

Il G-Code è composto da tre parti fondamentali, ovvero l'inizio, il nucleo centrale e la fine. La sezione iniziale e quella finale sono istruzioni predefinite che permettono alla macchina di avviare e terminare il processo di stampa 3D in modo corretto. Ad esempio, nella sezione iniziale sono presenti le istruzioni per far ritornare l'estrusore nella posizione di partenza, impostare la temperatura e calibrare la tavola di stampa. La sezione finale, invece, contiene le istruzioni per far ritornare l'estrusore nella posizione di partenza e spegnere la stampante.

La parte centrale del G-Code contiene le istruzioni specifiche per la macchina, ovvero i movimenti e le azioni che deve eseguire durante la stampa 3D. Queste istruzioni includono informazioni sulla velocità, l'estrusione del materiale, la temperatura e la posizione dell'estrusore. Il G-Code viene letto dalla macchina che lo interpreta e lo esegue, controllando ogni aspetto del processo di stampa 3D in base alle istruzioni contenute.

### Comandi principali

I principali comandi del corpo centrale con le istruzioni per la macchina sono:

E → Quantità di estrusione espressa in mm (E10 significa estrusione di 10 mm)

F → Feed Rate, velocità di avanzamento espressa in mm/m (F1800 significa estrusione di 1800 mm in 1 minuto).

G0 → Posizionamento rapido (eseguito alla massima velocità).

G1 → Movimento lineare (deve essere accompagnato anche da valori come le coordinate dei punti tra i quali si sposta ed i valori E ed F, ad esempio G1 F1800 X10 significa estrusione di 1800 mm/m per 10 mm lungo l'asse X).

G04 → Periodo di attesa, deve essere seguito dall'espressione del tempo.

S → Tempo di attesa espresso in secondi (ad esempio G04 S10 significa stop ai movimenti e all'estrusione per 10 secondi).

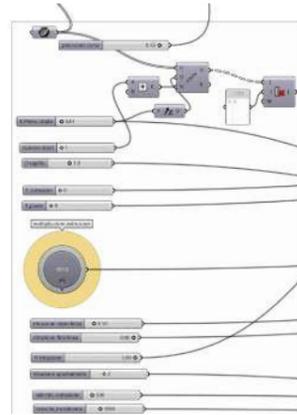
### Esempio di Start Protocol:

```
G21 ;metric values
G90 ;absolute positioning
M82 ;set extruder to absolute mode
M107 ;start with the fan off
G28 XO YO ;move X/Y to min endstops
G28 ZO ;move Z to min endstops
G1 Z110 F1000 ;move the platform down 15mm
G1 X140 Y140 F1000
G1 Z5 F1000 ;zero the extruded length;
G92 EO ;extrude 3mm of feed stock
G1 F20 E2 ;zero the extruded length again
G92 EO
```

### Esempio di End Protocol:

```
M104 SO
M740 SO
G91 ;relative positioning
G90
G1 Z110 F1000
G28 XO YO
G1 Y150 F2000
M84 ;steppers off
G90
```

### Controllo parametri



### Start protocol

```

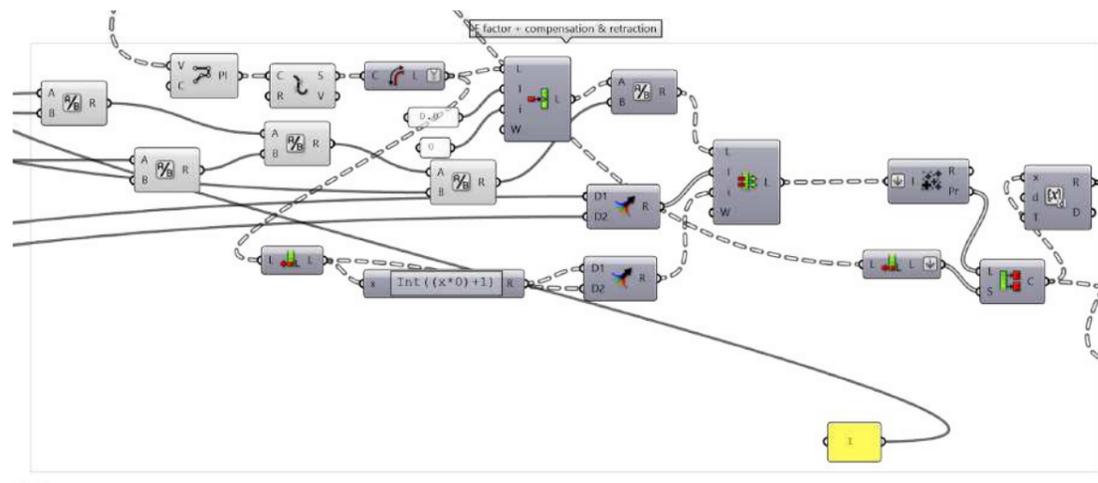
0 G21 ;metric values
1 G90 ;absolute positioning
2 M82 ;set extruder to absolute mode
3 M107 ;start with the fan off
4 G28 X0 Y0 ;move X/Y to min endstops
5 G28 Z0 ;move Z to min endstops
6 G1 Z110 F1000 ;move the platform down 15mm
7 G1 X140 Y140 F1000
8 ;G1 Z5 F1000
9 G92 E0 ;zero the extruded length
10 G1 F200 E2 ;extrude 3mm of feed stock
11 G92 E0 ;zero the extruded length again
12 G1 F600
    
```

### End protocol

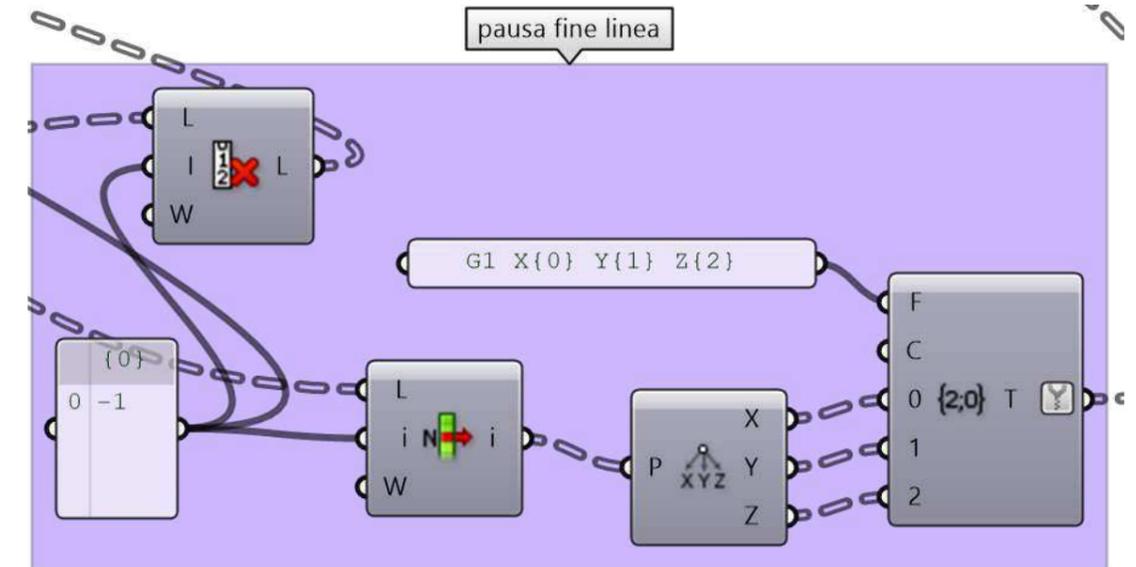
```

0 ;M104 S0
1 ;M140 S0
2 G91 ;relative positioning
3 ;G1 E-5 F20
4 G90
5 G1 Z110 F1000
6 G28 X0 Y0
7 G1 Y150 F2000
8 M84 ;steppers off
9 G90
    
```

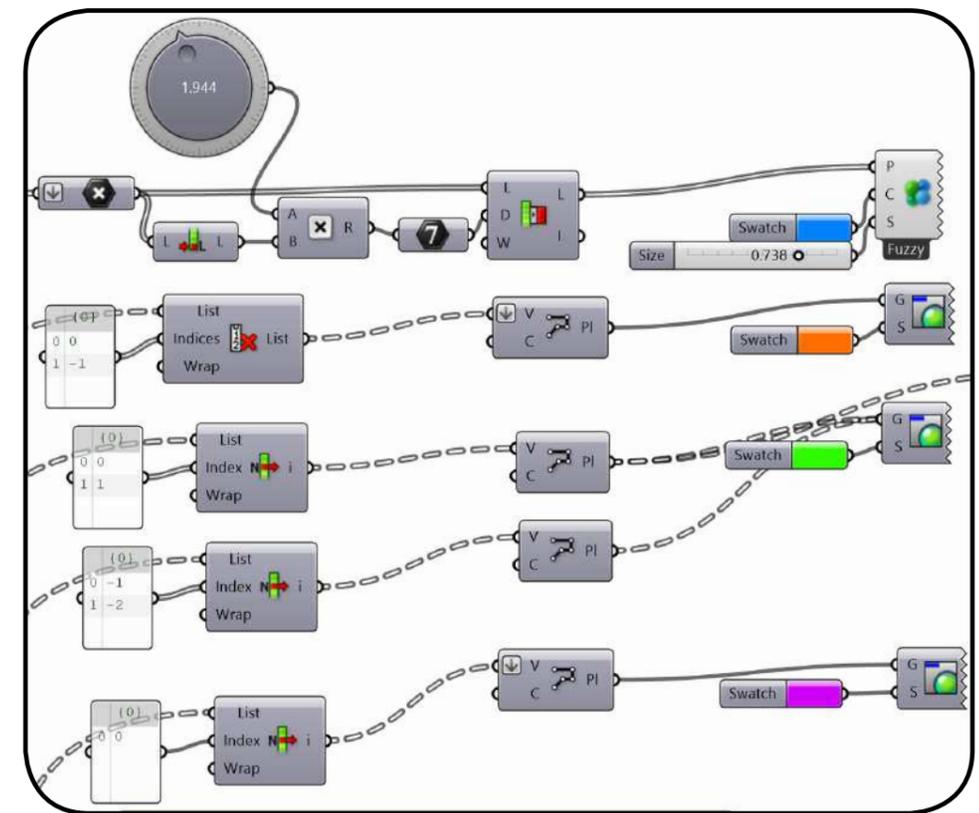
### Fattore di estrusione, compensazione, ritrazione



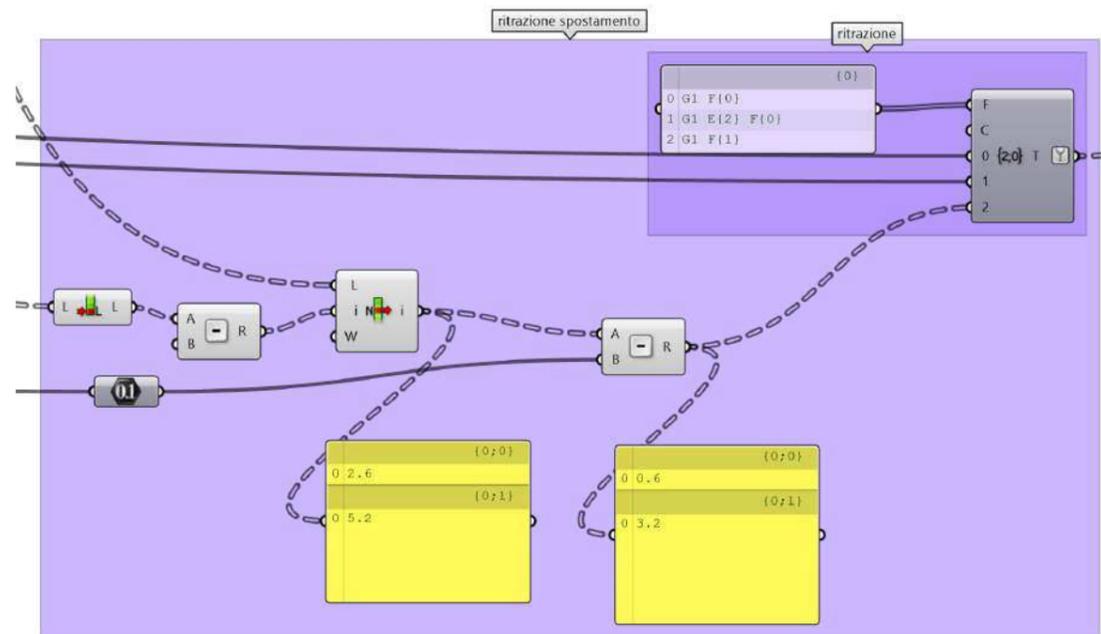
### Pausa fine linea



### Personalizzazione linee di costruzione



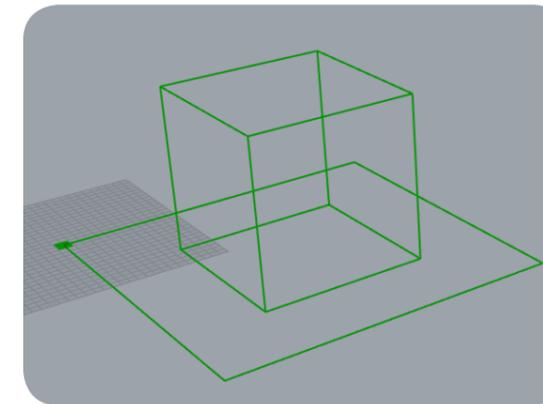
## Indice di ritrazione



## Salvataggio Gcode



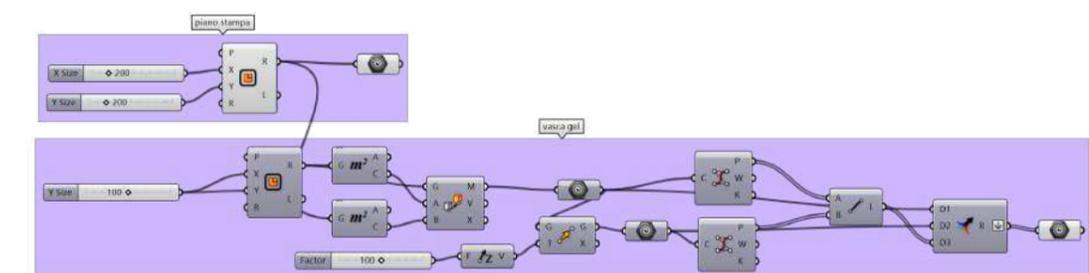
## Costruzione vasca



## Risultanti percorso, estrusione

```

(0)
0 G21 ;metric values
1 G90 ;absolute positioning
2 M02 ;set extruder to absolute mode
3 M107 ;start with the fan off
4 G28 X0 Y0 ;move X/Y to min endstops
5 G28 Z0 ;move Z to min endstops
6 G1 Z110 F1000 ;move the platform down 15mm
7 G1 X140 Y140 F1000
8 ;G1 Z5 F1000
9 G92 E0 ;zero the extruded length
10 G1 F200 E2 ;extrude 3mm of feed stock
11 G92 E0 ;zero the extruded length again
12 G1 F600
13 G1 X17.974 Y120.322 Z0.01 E0
14 G1 F500
15 G1 X17.974 Y120.322 Z0.01 E0.5
16 G1 X87.967 Y120.322 Z0.01 E2.6
17 G1 E0.6 F500
18 G1 X87.967 Y120.322 Z5.01
19 G1 F1000
20 G1 X17.974 Y143.476 Z5.01 E2.6
21 G1 F500
22 G1 X17.974 Y143.476 Z0.01 E3.1
23 G1 X87.967 Y143.476 Z0.01 E5.2
24 G1 E3.2 F500
25 G1 X87.967 Y143.476 Z5.01
26 G1 F1000
27 ;M104 S0
28 ;M140 S0
29 G91 ;relative positioning
30 ;G1 E-5 F20
31 G90
32 G1 Z110 F1000
33 G28 X0 Y0
34 G1 Y150 F2000
35 M84 ;steppers off
36 G90
    
```



## Prove di stampa

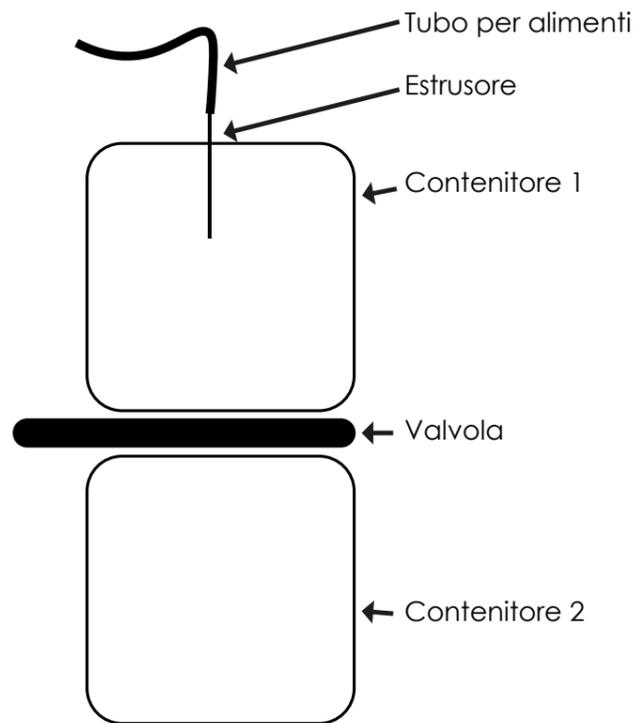


# FUNZIONAMENTO CONCEPT STAMPANTE

## Componenti

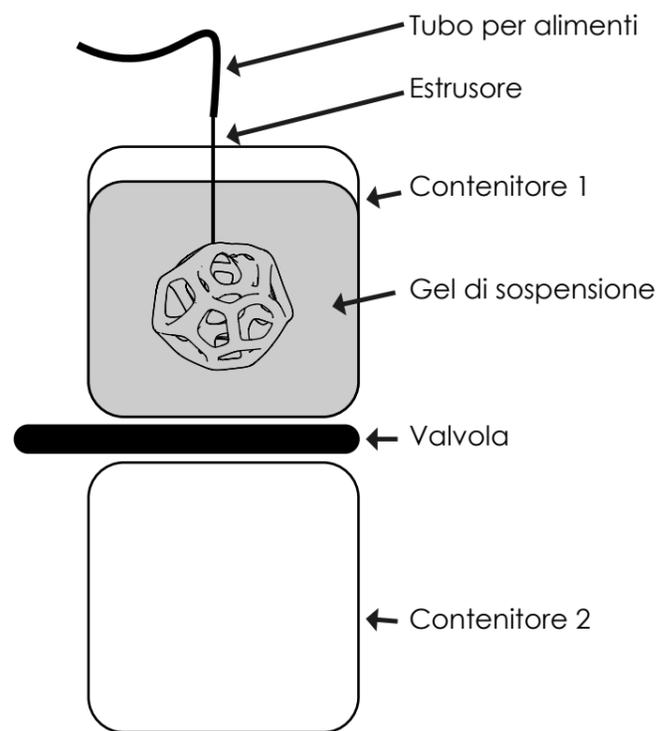
La stampante è composta da:

- 2 Contenitori
- Estrusore (ago)
- Tubo dove passa l'alimento
- La valvola per permettere al gel di scendere nel contenitore sottostante



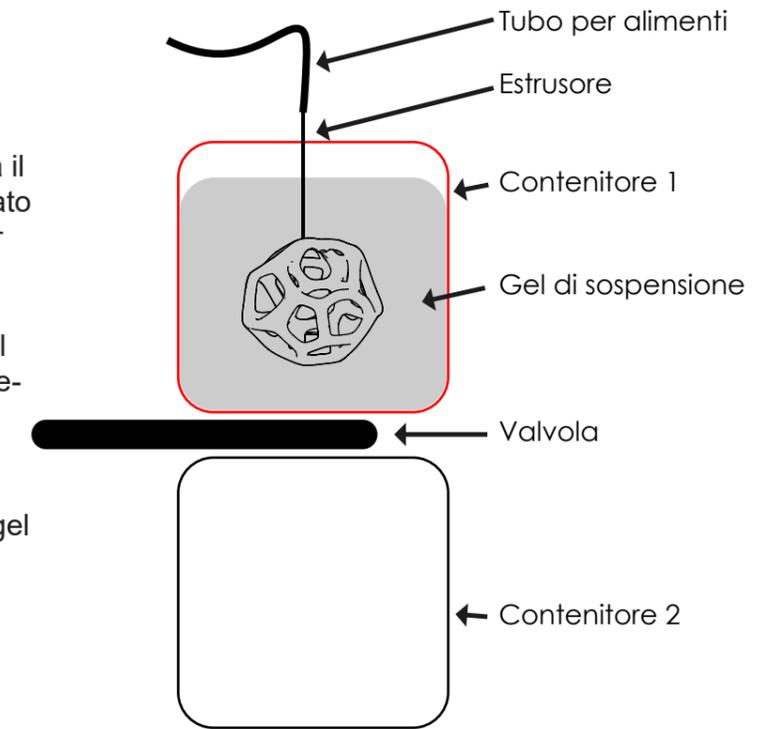
## Step 1

- Viene inserito il gel di sospensione nel contenitore superiore
- Parte la stampa dell'alimento



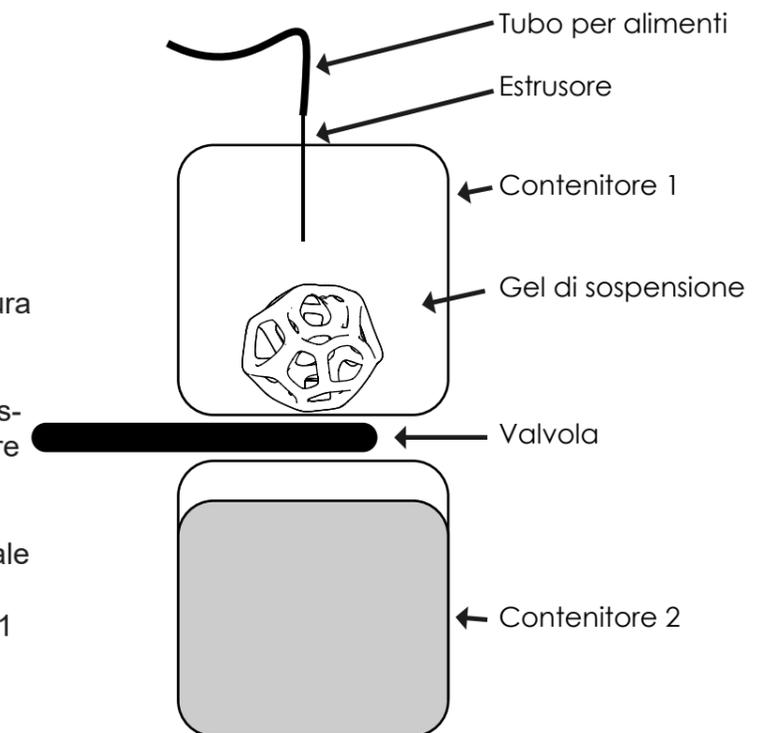
## Step 2

- Una volta finita la stampa il contenitore superiore (dotato di resistenze) si scalda per permettere la conversione del gel da semi-solido a liquido e quindi permettere il passaggio del gel nel contenitore inferiore
- L'apertura della valvola permette il passaggio del gel

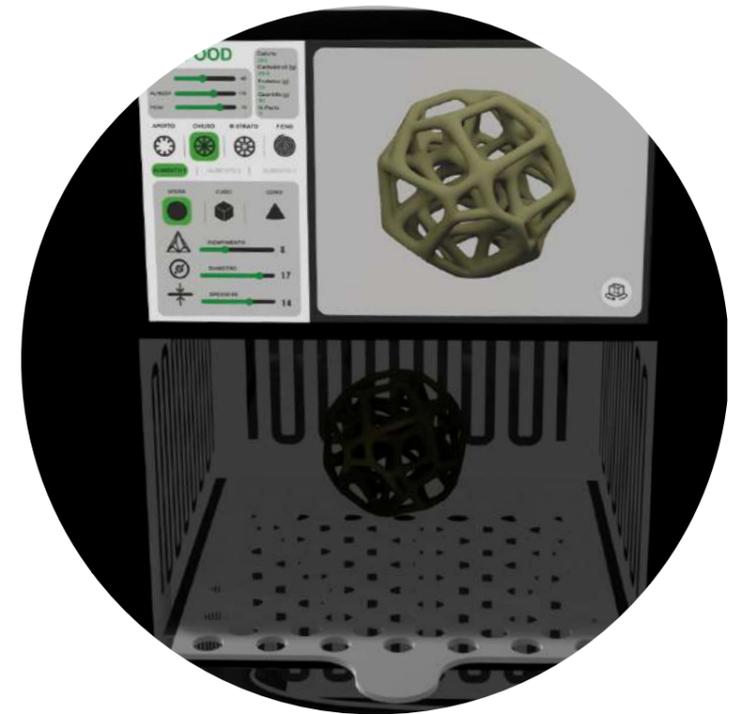


## Step 3

- Durante il riscaldamento dei vetri parte una precottura dell'alimento stampato
- L'alimento è pronto per essere estratto dal contenitore
- Il gel nel contenitore 2 torna nella sua forma iniziale e sarà possibile cambiarlo di posto con il contenitore 1 per il riutilizzo dello stesso



# RENDER



## Conclusioni

Una delle principali potenzialità della stampa 3D RLP nel settore alimentare è la personalizzazione dei pasti. Grazie alla capacità di stampare forme e consistenze diverse, sarebbe possibile creare cibi su misura per le esigenze di ogni individuo. Ad esempio, persone con restrizioni dietetiche o intolleranze alimentari potrebbero ottenere pasti adatti alle loro esigenze specifiche, garantendo una dieta equilibrata e soddisfacente.

Inoltre, la tecnologia RLP potrebbe consentire la creazione di cibi strutturati in modo unico. Ciò significa che si potrebbe stampare il cibo con consistenze diverse all'interno dello stesso oggetto. Ad esempio, si potrebbe creare una pasta con una consistenza croccante all'esterno e morbida all'interno. Ciò potrebbe aprire nuove esperienze culinarie e consentire una maggiore varietà di texture nel cibo.

Oltre alla personalizzazione e alla struttura del cibo, la tecnologia RLP potrebbe essere utilizzata per creare forme artistiche e creative di alimenti. Sarebbe possibile stampare decorazioni complesse e dettagliate per torte, dolci o piatti speciali. Questo potrebbe rivoluzionare l'aspetto estetico dei piatti, rendendoli veri e propri capolavori culinari.

Tuttavia, è importante sottolineare che l'applicazione della tecnologia di stampa 3D RLP alla produzione di cibo solleva anche questioni di sicurezza alimentare e regolamentazione. È necessario garantire che i materiali di stampa siano sicuri per il consumo umano e che i processi di produzione rispettino gli standard igienici e sanitari. Inoltre, sarà fondamentale educare il pubblico sulle potenzialità e i limiti di questa tecnologia per accettarla e adottarla in modo responsabile.

In definitiva, l'utilizzo della tecnologia di stampa Rapid Liquid Printing nella produzione di materiale alimentare offre interessanti possibilità di personalizzazione, creatività e innovazione nel settore alimentare. Se adeguatamente sviluppata e regolamentata, potrebbe portare a nuove esperienze culinarie e aprire la strada a soluzioni alimentari su misura per le persone.

La capacità di stampare cibi con consistenze diverse all'interno dello stesso oggetto grazie alla tecnologia RLP offre molte opportunità per creare nuove esperienze culinarie e ampliare la varietà di texture nel cibo.

Immagina di poter stampare una torta con uno strato croccante esterno e un cuore morbido e cremoso. Questo potrebbe essere ottenuto stampando diversi strati di consistenze diverse, consentendo di combinare croccantezza e morbidezza in un unico morso. Si potrebbe anche stampare una pizza con una crosta sottile e croccante e una base interna soffice e leggera.

Inoltre, la possibilità di creare cibi con consistenze diverse potrebbe anche avere implicazioni in termini di presentazione del cibo. Si potrebbero realizzare forme complesse o sculture commestibili con diverse texture che rendono i piatti visivamente accattivanti e invitanti. Tuttavia, è importante sottolineare che la sfida principale sarebbe garantire che le diverse consistenze dei cibi stampati mantengano anche un buon equilibrio di sapore. Non è sufficiente ottenere solo una varietà di texture; è altrettanto importante garantire che il cibo abbia un sapore delizioso e armonioso.

In conclusione, l'utilizzo della tecnologia RLP per creare cibi con consistenze diverse all'interno dello stesso oggetto apre un'ampia gamma di possibilità per nuove esperienze culinarie. Questa capacità di combinare e stratificare diverse consistenze potrebbe portare a piatti unici e stimolanti che offrono un mix sorprendente di sensazioni tattili e gustative.

## Bibliografia e riferimenti

### Capitolo 1

<https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2021/09/perche-il-cambiamento-climatico-e-ancora-la-principale-minaccia-per-la-salute-umana>

### Capitolo 2

<https://animalequality.it/blog/il-consumo-di-carne-sta-uccidendo-il-pianeta/#:~:text=Ma%20le%20diete%20a%20base,che%20potremmo%20tranquillamente%20chiamare%20allevamenti.>

<https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2021/09/perche-il-cambiamento-climatico-e-ancora-la-principale-minaccia-per-la-salute-umana>

<https://www.focus.it/ambiente/ecologia/quanta-acqua-per-produrre-cio-che-mangiamo>

<https://www.sodastream.it/water-news/ambiente/i-costi-sconosciuti-del-cibo#:~:text=1%20kg%20di%20mais%20%2D%3E%201.400,%2D%3E%203.500%20litri%20d'acqua>

### Capitolo 3

Un insetto nel piatto, piaccola guida al cibo del futuro, Giulia Maffei Giulia Tacchini

<https://www.entomofago.eu/>

### Capitolo 4

Food futures, Sensory exploration in Food Design, Kate Sweetapple and Gemma Warriner

<https://www.designboom.com/design/matt-brown-future-of-food/>

<https://www.designboom.com/design/nendo-by-n-chocolatetexture-bar-01-22-2016/>

<https://www.designboom.com/design/melissa-perez-puga-chocoral-chocolate-and-packaging-design-01-06-2023/>

<https://www.chloerutzerveld.com/edible-growth>

<http://jjhyun.com/portfolio/sensorial-appetizer/?ckattempt=3>

<https://emergingobjects.com/project/the-utah-tea-set/>

<https://space10.com/project/tomorrows-meatball/>

<https://thisismold.com/space/farm-systems/fungi-mutarium-livin-studio>

<http://www.livinstudio.com/fungi-mutarium>

### Capitolo 5

100 anni dal Bauhaus, le prospettive della ricerca di design\_Design innovativo e produzione rapida 3D per l'industria alimentare\_Davide Paciotti, Alessandro di Stefano

<http://www.shan-newspaper.com/web/scienze/1739-cibo-in-3d-unalternativa-etica-e-sostenibile-per-il-futuro.html>

<https://www.hwupgrade.it/news/scienza-tecnologia/stampato-in-3d-il-primo-filetto-di-manzo-wagyu->

ecco-cos-e-il-cibo-digitale\_100141.html

<https://www.innaturale.com/foodini-la-stampante-alimentare-le-case-del-futuro/#:~:text=Come%20funziona%3F,una%20forma%20al%20vostro%20piatto.>

<http://pericles.ipaustralia.gov.au/ols/auspat/applicationDetails.do?applicationNo=2014268446>  
<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2014190168&redirectedID=true>

<https://www.replicatore.it/by-flow-una-stampante-3d-molto-molto-portabile/>

<http://foodink.io/>

<https://www.cakemania.it/blog/mycusini-come-funziona-la-stampante-3d-per-cioccolato/>

<https://reportergourmet.com/168310/la-pasta-stampata-in-3d-che-arriva-dal-futuro-esiste-si-chiama-blurhapsody.html>

<https://www.3dnatives.com/en/define-meat-launches-five-3d-printed-alt-meat-products-300720214/>

<http://it.infocenter.3dsystems.com/brill-3d-culinary-printer/user-guide/introduction>

<https://www.nature.com/articles/s41538-021-00107-1#:~:text=Lasers%20can%20provide%20broiling%2C%20browning,more%20tailored%20toward%20penetrative%20cooking.>

<https://www.stampa3dstore.com/creata-la-prima-stampante-3d-alimentare-che-cucina-i-cibi-con-il-laser/>

## **Capitolo 6**

<https://www.media.mit.edu/research/?filter=everything&tag=food>