
Design bioispirato di un sistema di contenitori intelligenti per la conservazione e il monitoraggio della qualità degli alimenti al fine di ridurre lo spreco alimentare

Laureando: Yvan Ferdinando Nisii

Relatore: Lucia Pietroni

Correlatori: Jacopo Mascitti, Luigi Olivieri

a.a. 2018/2019



S A A D

Scuola di Ateneo

Architettura e Design "Eduardo Vittoria"

Università di Camerino

Università degli studi di Camerino

Scuola di Ateneo Architettura e Design Eduardo Vittoria – Ascoli Piceno

Corso di Laurea triennale in Disegno Industriale e Ambientale



Indice

01

Sprechi alimentari

Lo spreco alimentare sul pianeta costa ogni anno miliardi di dollari. Una cifra vertiginosa, che aumenta se si considerano i costi «nascosti» legati all'acqua e all'impatto ambientale. Ogni anno l'UE getta milioni di tonnellate di cibo e ogni giorno in Europa si sprecano quantità considerevoli di cibo a persona

- 1.1 Frequenza dello spreco
- 1.2 Cosa sprechiamo?
- 1.3 Costi degli sprechi
- 1.4 Uno sguardo al packaging
- 1.5 Motivazioni dello spreco

02

Rischi per la salute

I comportamenti alimentari sono a rischio, quali l'assunzione di cibi crudi o poco cotti, le modalità di scongelamento dei prodotti surgelati, l'attenzione all'etichettatura dei prodotti alimentari, con particolare riferimento alla data di scadenza, alle modalità di conservazione e alle istruzioni per l'uso

- 2.1 Una corretta conservazione
- 2.2 Contaminazioni alimentari

03

Trend futuri

Diverse organizzazioni, ormai, conducono analisi costanti per garantire piani futuri di "alimentazione sostenibile", fornendo dati e obiettivi su quelli che saranno i trend del futuro

- 3.1 Last Minute Market: Sprechi alimentari
- 3.2 ONU: Salubrità alimentare



04

Bioluminescenza

Un approccio di tipo biomimetico vuole affrontare questo grande problema, andando ad analizzare nello specifico vari livelli di ispirazione. In particolare quello della Bioluminescenza

- 4.1 Cos'è la Biomimesi
- 4.2 La Bioluminescenza
- 4.3 La ricerca
- 4.4 La Bioluminescenza come segnalazione

05

Pazu

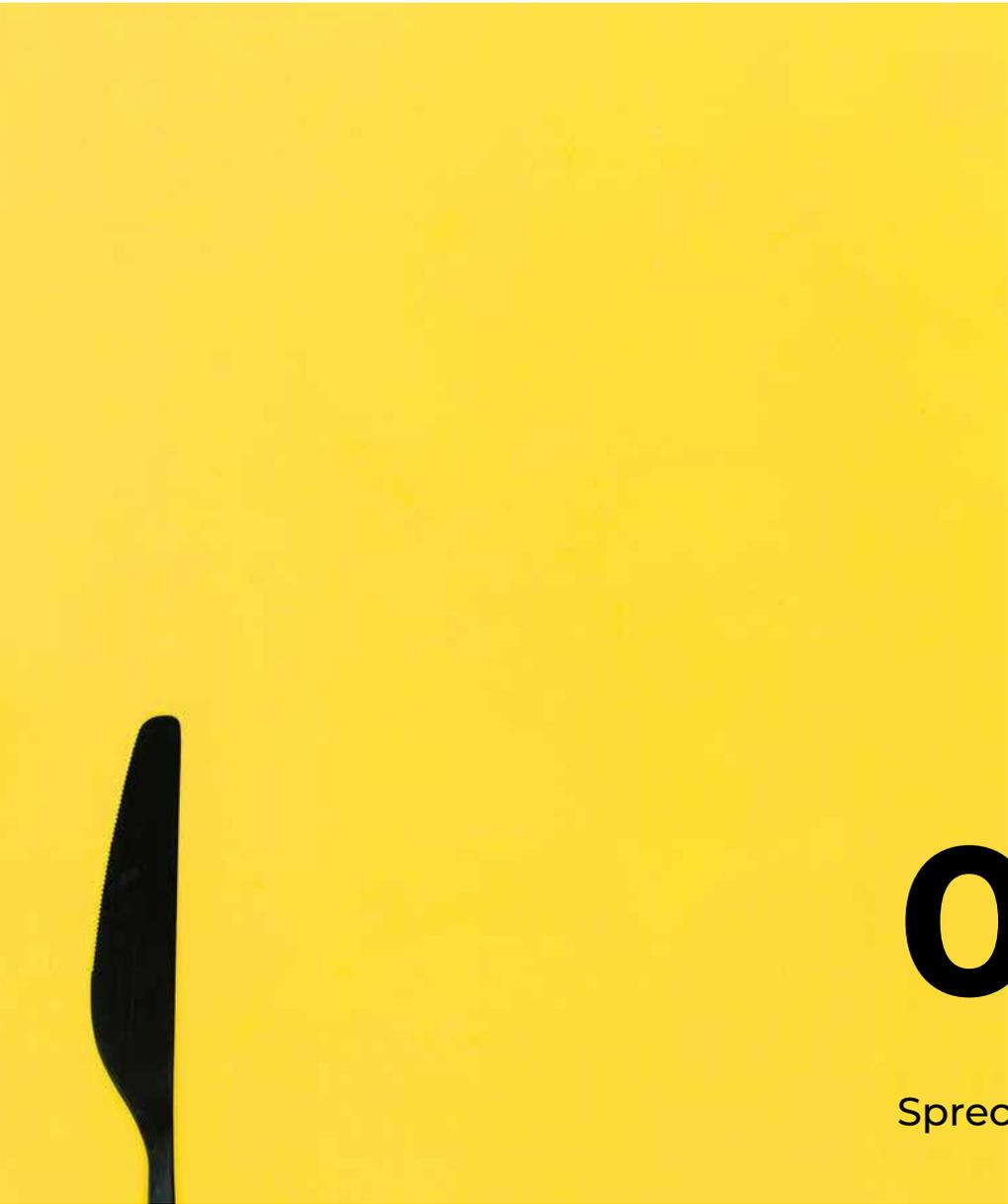
Un sistema di contenitori intelligenti per la conservazione e il monitoraggio della qualità degli alimenti, in grado di comprendere lo stato de cibo al suo interno, rilevare gas emessi dallo stesso e comunicare all'utente il suo stato, al fine di ridurre lo spreco alimentare

- 5.1 Analisi del problema: lo spreco alimentare
- 5.2 La Bioluminescenza: elemento di ispirazione
- 5.3 Il progetto

Elaborati di ricerca e approfondimento sul tema della bioluminescenza

- 6.1 Allegato n.1 - La Bioluminescenza
- 6.2 Allegato n.2 - Struttura di un fotoforo
- 6.3 Allegato n.3 - La Chemiluminescenza
- 6.4 Allegato n.4 - Specie bioluminescenti analizzate





01

Sprechi alimentari



Cos'è lo spreco alimentare?

Per spreco alimentare si intende generalmente quella parte di cibo che viene acquistata ma non consumata e che, quindi, finisce nella spazzatura.

1.1 Frequenza dello spreco

Nell'arco di ogni anno quantità considerevoli di cibo vengono gettate nella spazzatura.

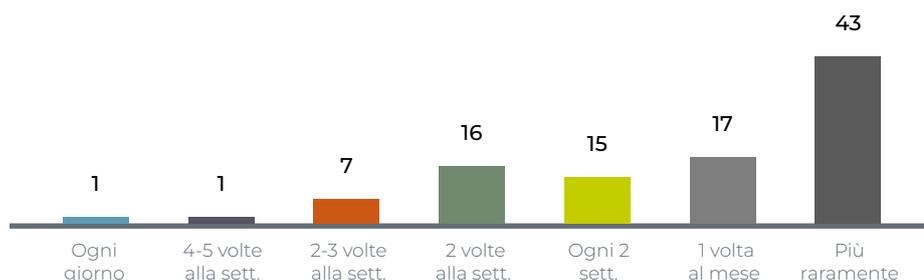
Sul piano della distribuzione lo spreco del cibo pesa per 9,5 kg/anno per ogni mq di superficie di vendita negli ipermercati e per ben 18,8 kg/anno nei supermercati. In pratica per ogni consumatore italiano si producono 2,89 kg/anno pro capite di spreco, vale a dire 55,6 gr a settimana e 7,9 gr al giorno solo sul piano distributivo. Ma il 35% di questo spreco potrebbe essere recuperabile a scopo alimentazione umana.

I 36 kg annui di alimenti pro capite che nelle nostre case finiscono in pattumiera per 9 italiani su 10 (93%) sono un danno economico. Ma non solo, hanno anche un forte impatto diseducativo sui giovani (91%) alla luce dei dati del Rapporto 2018 dell'Osservatorio Waste Watcher di Last Minute Market / Swg.

Nella pratica quotidiana il 63% degli intervistati dichiara di gettare il cibo una volta al mese (17%) o anche meno frequentemente (46%). Il 15% sostiene di gettare cibo una volta ogni due settimane, il 15% una volta a settimana e solo l'1% della popolazione ritiene di gettarlo quotidianamente o in misura di 4/5 volte a settimana.

Sembra ancora tantissimo ma se si confrontano i dati del 2014 con quelli del 2018 si osserva come se quattro anni fa a un italiano su due capitava di buttare il cibo in pattumiera ora solo l'1% dichiara di gettare cibo non più buono. E questo è quasi certo un effetto delle iniziative di sensibilizzazione che sono state portate avanti in questi anni.

Quanto spesso le capita di buttare avanzi o cibo che non considera più buono?

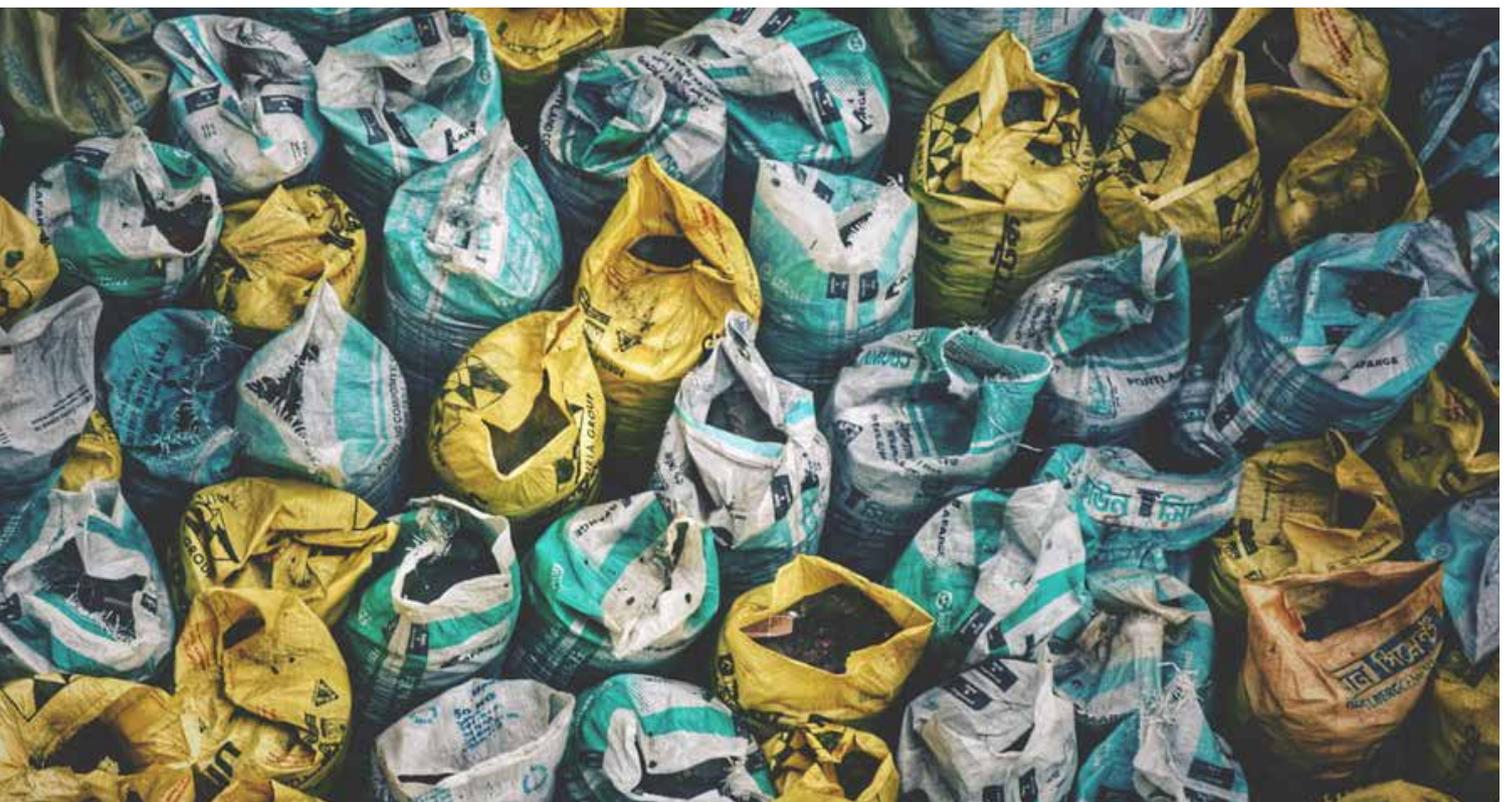


*Spreco zero, 2018
Dati raccolti dalla
campagna Spreco Zero di
Last Minute Market*

*Osservatorio Waste
Watcher di Last Minute
Market / Swg, 2018
La frequenza dello spreco
alimentare in un range di
persone intervistate*

*Luca Falasconi, curatore
del progetto "Reduce",
2018*

“Il tema degli sprechi e delle perdite alimentari ha assunto un'importanza crescente nel dibattito internazionale sulla sostenibilità dei modelli di produzione e consumo. L'attenzione è giustificata dalla dimensione assunta dal fenomeno a livello globale: ogni anno si sprecano 1,3 miliardi di tonnellate di cibo, pari a circa 1/3 della produzione totale destinata al consumo umano.”



1.2 Cosa sprechiamo?

In Italia, si spreca, in media, 1,5 kg di cibo ogni settimana e il pasto incriminato è la cena, durante la quale si butta via, in media, 1 volta e ½ più cibo che a pranzo. Le verdure sono le più sprecate: ogni giorno, in media, per quasi 20g, pari al 24,9% dello spreco totale giornaliero, 7,1 kg di verdure buttate ogni anno). Subito dopo, latte e latticini con 13,16 g al giorno pari al 17,6% dello spreco totale giornaliero, per 4,8 kg all'anno. A seguire frutta (12,24 g) e prodotti da forno (8,8 g).

*La Repubblica, 2018
Un decalogo contro gli sprechi alimentari*

Sprechi giornalieri

Prodotto	Percentuale giornaliera (%)
Verdura	24,9
Frutta	15,6
Carne e derivati	6,1
Pesce e derivati	2,2
Uova e derivati	0,8
Pasta, riso e cereali	8,0
Legumi	1,8
Prodotti da forno (pane, pizza, ecc.)	11,6
Latte e latticini	17,6
Torte e dessert	0,9
Bevande	4,5
Condimenti, sale, erbe, spezie	2,5
Snack, biscotti e merendine	1,8
Altro	1,6
Totale	100,0

*Spreco zero, 2018
Dati raccolti dalla
campagna Spreco Zero di
Last Minute Market*

1.3 Costi degli sprechi

Lo spreco alimentare sul pianeta costa ogni anno 1.000 miliardi di dollari. Una cifra vertiginosa, che sale a 2.600 miliardi se si considerano i costi «nascosti» legati all'acqua e all'impatto ambientale. Ogni anno l'UE getta 90 milioni di tonnellate di cibo e ogni giorno in Europa si spreca 720 Kcal di cibo a persona.

In Italia, lo spreco di cibo domestico - dalla dispensa di casa al frigorifero, dai fornelli al bidone della spazzatura - vale complessivamente 8,4 miliardi di euro all'anno, ovvero 6,7 euro settimanali a famiglia per 650 grammi circa di cibo sprecato.

*Sottosegretario al
Ministero dell'Ambiente
Barbara Degani*

“La lotta agli sprechi e alle perdite alimentari gioca un ruolo decisivo sia per la riduzione dell'impronta ambientale della produzione alimentare, sia nell'assicurare un'adeguata disponibilità di cibo per le generazioni attuali e future.”

1.4 Uno sguardo al packaging

“L’85% dei consumatori è consapevole dell’importanza dell’imballaggio rispetto alla conservazione o deperibilità del prodotto, per il 64% il packaging è addirittura ‘indispensabile’ e il 93% dichiara di scegliere il pak sulla base della sua funzionalità, oppure della possibilità di riutilizzo (90%). Ma c’è di più: il 56% dei consumatori – più di un italiano su 2 - ha dichiarato di essere disposto a pagare qualcosa di più per avere imballaggi che aumentino la probabilità di utilizzo del prodotto, riducendone di conseguenza lo spreco.

*Maurizio Pessato,
Vicepresidente di SWG,
2018*

La spesa si fa nei supermercati o ipermercati, è la grande distribuzione a tenere banco per il 90% dei consumatori mentre solo il 9% degli italiani acquista nei piccoli negozi o dal produttore; la spesa è quotidiana oppure si rinnova ogni 2/3 giorni (69%), solo il 27% degli italiani pratica la grande spesa settimanale: questo per avere prodotti sempre freschi e limitare lo spreco degli alimenti. Le confezioni si preferiscono piccole (64%) per prevenire lo spreco che infatti colpisce in prevalenza le confezioni grandi aperte da tempo (62%). È plebiscitaria l’attenzione alla data di scadenza nelle etichette (91%), per le quali si richiedono informazioni chiare e dettagliate (ingredienti, provenienza, tracciabilità).

E quanti rifiuti produce lo spreco domestico in Italia, e in Europa? Nel nostro Paese si parla di 30 milioni di tonnellate: 1/7 circa di quanto avviene nell’insieme dei Paesi Ue.

Il packaging è uno degli strumenti fondamentali per ridurre lo spreco di alimenti, come afferma e dimostra la FAO. Nei Paesi in cui mancano le tecnologie per contenere, proteggere, conservare ma anche trasformare e trasportare gli alimenti di base, questi vanno perduti fino al 90% prima di poter essere fruiti. Ma i consumatori tendono a focalizzare l’attenzione solo sulla parte di vita degli alimenti che si svolge dal momento dell’acquisto al momento della fruizione: il packaging agisce anche prima, per questo è la garanzia della corretta conservazione del cibo.

Dall’acquisto in poi la parte più consistente dello spreco di alimenti è collegata ai comportamenti dei consumatori: non sempre virtuosi nella gestione dei cibi a casa. Per questo è fondamentale che i cittadini guardino al packaging come a uno strumento chiave in funzione di prevenzione dello spreco del cibo: l’unico modo per incrementare ulteriormente l’efficienza della sua funzione è un cambiamento delle abitudini del cittadino/consumatore. Non c’è packaging intelligente che tenga se non prestiamo attenzione in prima persona alle regole di conservazione del cibo dopo il suo acquisto”



1.5 Motivazioni dello spreco

Nella vita quotidiana di ognuno di noi persiste da troppo tempo una cattiva abitudine ovvero lo spreco di cibo. Ciò non è riferibile unicamente alla nostra condotta, anche se con un piccolo sforzo potremmo fare di più, ma da uno stile di vita che dalle pubblicità ai media ci viene indotto sempre più frequentemente. Partiamo da qualche semplice ma esaustivo dato.

Lo spreco di cibo domestico in Italia ammonta all'anno a circa 9 miliardi di €, decisamente troppi soldi. Nel mondo si butta 1/3 del cibo destinato al consumo umano, molto del quale ancora commestibile.

L'italiano medio butta all'anno 108kg di cibo ancora sano e nutriente, ma siamo nella media dato che inglesi ed americani sono a 110kg, i francesi a 99kg e gli svedesi a 72kg. Per dare un significato a questi numeri, l'estensione di terra per produrre questi quantitativi è pari a quella dell'intero Canada, miliardi di ettari.

A livello ambientale i danni sono addirittura maggiori dato che per far crescere, trasformare e commercializzare questi prodotti si genera inquinamento, e si consumano energia ed acqua. Persino per la produzione di un pomodoro occorrono ben 13 litri d'acqua.

Le motivazioni di questi sprechi sono molteplici.

Spreco per motivazione	giorn. (%)
Non consumato in tempo (scaduto, ammuffito, avariato)	45,8
Cucinato, preparato, servito troppo	18,2
Preferenze personali ("non mi piace")	25,8
Errore d'acquisto (troppo / sbagliato)	0,3
Accidentale (piatto caduto, pietanza bruciata, altro)	1,8
Avanzo	5,7
Altro	2,4
Totale	100,0

*Spreco zero, 2018
Dati raccolti dalla
campagna Spreco Zero di
Last Minute Market*





02

Rischi per la salute

2.1 Una corretta conservazione

Non bisogna sottovalutare la gestione casalinga degli alimenti (igiene dell'ambiente domestico, preparazione e conservazione dei cibi) perché, dal momento dell'acquisto, **la sicurezza alimentare dipende da noi, cioè dalla corretta gestione in ambito domestico degli alimenti.** Il giusto modo di conservazione e di stoccaggio degli alimenti ti permette di poterli utilizzare anche dopo un certo periodo di tempo rispetto all'acquisto.

La corretta conservazione è importante, non solo per la nostra salute, ma anche per garantire le proprietà organolettiche dell'alimento stesso, ossia l'insieme delle sue caratteristiche fisiche e chimiche (sapore, odore, aspetto, consistenza) e le caratteristiche nutrizionali; possono subire alterazioni quali/quantitative le proteine, gli zuccheri, i grassi, ma anche le vitamine, i sali minerali, l'acqua contenuti nei cibi.



Gli alimenti vengono distinti in:

Alimenti stabili

non necessitano di essere tenuti in frigorifero e possono essere conservati bene a temperatura ambiente (la pasta, il pane, i legumi secchi, lo scatolame)

Alimenti deperibili

devono essere riposti in frigorifero per la loro conservazione e consumati entro pochi giorni dall'acquisto (prodotti freschi e crudi)

Alimenti surgelati o congelati

devono essere conservati nel congelatore fino al momento del loro utilizzo.

*Ministero della salute,
2016
"Il mio frigo"*



*La sicurezza
ambientale in ambito
domestico, Epicentro,
2017
Dati: Ministero della
Salute*

2.2 Contaminazioni alimentari

I dati relativi al livello di contaminazione dei prodotti alimentari di origine animale destinati al consumo, che si estrapolano dai piani di controllo regionali e nazionali evidenziano la presenza di contaminanti microbiologici comuni ed emergenti e/o relative tossine (ad esempio, Salmonella, Escherichia coli O157, Campylobacter termotolleranti, Staphilococcus, Listeria, Norovirus, virus epatite E, micotossine).

Il rischio di tali contaminazioni può essere ridotto mediante idonee pratiche di conservazione, preparazione e cottura da parte del consumatore finale. In realtà, **i dati evidenziano che la massima percentuale di casi di tossinfezione alimentare, oltre il 40%, sono provocati da comportamenti inadeguati presso gli ambienti domestici,** ambito scarsamente indagato che generalmente sfugge alla valutazione del rischio e che finora non è stato sottoposto a sorveglianza.

Si riportano dati ottenuti su informazioni autoriferite di comportamenti alimentari a rischio, quali **l'assunzione di cibi crudi o poco cotti (dolci al cucchiaio, carne cruda o poco cotta, salsiccia fresca, pesce crudo o poco cotto, frutti di mare crudi, uova crude, latte fresco), le modalità di scongelamento dei prodotti surgelati, l'attenzione all'etichettatura dei prodotti alimentari, con particolare riferimento alla data di scadenza, alle modalità di conservazione e alle istruzioni per l'uso.**



*La sicurezza
ambientale in ambito
domestico, Epicentro,
2017
Dati: Ministero della
Salute*

Lo studio ha dimostrato che il 64% delle persone intervistate aveva assunto negli ultimi 30 giorni cibi considerati a rischio, cioè crudi o poco cotti; il 17% degli intervistati aveva assunto oltre tre tipi di cibi crudi. Sono state osservate differenze statisticamente significative nell'assunzione di cibi crudi fra le diverse classi di età, sesso e livello di istruzione; alti livelli sono stati osservati nella classe di età 18-34 anni, nei maschi, e nelle persone con più anni di istruzione. Fra i cibi crudi più frequentemente assunti, gli intervistati riferivano dolci al cucchiaio (37%), carne cruda (29%), pesce crudo (17%), frutti di mare crudi (12%), salsiccia fresca (12%), uova crude (10%) e latte fresco (9%).

Il 70% dei 4.073 intervistati (chi non usa surgelati e chi non si occupa della preparazione dei cibi) riferiva di scongelare gli alimenti in modo scorretto (a temperatura ambiente), favorendo la potenziale replicazione di eventuali germi contaminanti. Riguardo la fruizione delle informazioni per il consumatore, tre persone su quattro (75%) dei 4.533 intervistati (è stato escluso chi non acquista cibi) dichiaravano di leggere frequentemente (sempre/spesso) le etichette. Le donne erano più attente degli uomini, e anche in questo caso sono state rilevate differenze significative fra le diverse classi di età e il livello d'istruzione: le persone di età compresa tra 35-49 anni erano le più attente, mentre i soggetti con basso grado di istruzione si sono rivelati più disattenti; queste differenze sono risultate statisticamente significative ($p < 0,05$). Fra coloro che acquistando i cibi consultavano le etichette è stato rilevato che quasi tutti (93%) leggevano la data di scadenza, solo la metà (51%) la data di produzione e poco più di una persona su tre leggeva anche le modalità di conservazione (38%) e le istruzioni per l'uso (36%).

L'indagine condotta ha permesso di rilevare come siano assai diffusi nella popolazione comportamenti alimentari a rischio (quasi 2 persone su 3) come il consumo di cibi crudi e poco cotti, e per contro come sia scarsa la consapevolezza riguardo la gestione casalinga degli alimenti. Non solo la manipolazione diretta degli alimenti si è rivelata ampiamente inidonea, con l'adozione di procedure non corrette di scongelamento dei cibi surgelati, ma anche la fruizione dell'etichetta, ovvero dell'unico strumento informativo per la tutela sanitaria del consumatore, è risultata assai scarsa soprattutto riguardo le modalità di conservazione dell'alimento o le istruzioni per l'uso.







03

Trend futuri

3.1 Last Minute Market: Sprechi alimentari

Last Minute Market è una società spin-off accreditata dell'Università di Bologna che nasce nel 1998 come ricerca coordinata dal Prof. Andrea Segrè.

Nel 2003 diventa realtà imprenditoriale ed oggi opera su tutto il territorio nazionale sviluppando progetti e servizi per la prevenzione e riduzione degli sprechi

Nel 2001 nasce la prima associazione per dare struttura al gruppo di lavoro e nel 2003 viene fondata la prima società, la cooperativa Carpe Cibus, per offrire un supporto professionale ad aziende e istituzioni nell'implementazione di progetti volti al recupero di eccedenze.

Nel 2008, con l'entrata nella compagine sociale dell'Università di Bologna, viene fondata Last Minute Market Srl Spin Off universitario, che diviene Spin Off accreditato nel 2014 con l'uscita dell'Università.

Ad inizio 2019 Last Minute Market si trasforma in Impresa Sociale mantenendo lo status di Spin-off accreditato.

Nel 2010 Last Minute Market ha avviato la campagna Spreco Zero, diventata movimento di pensiero, presidio concreto e motore di interventi e sensibilizzazione sul tema. Sin dal 2010 Spreco Zero ha fissato con la sua Dichiarazione congiunta – siglata da tante personalità e istituzioni nazionali e comunitarie – alcuni obiettivi chiave, ripresi poi dalla Risoluzione del Parlamento Europeo del 19 gennaio 2012, il primo e unico atto ufficiale sul tema a livello comunitario. **“Dimezzare lo spreco alimentare nei Paesi UE entro il 2025 rimane l’obiettivo ufficiale che l’Europa si è data allora”** – sottolinea il presidente di Last Minute Market Andrea Segrè.

*Spreco Zero, 2019
Campagna Europea di
sensibilizzazione*

“Anche in Italia possiamo migliorare, a cominciare dai banchi di scuola: l’obiettivo è che l’educazione alimentare e ambientale diventino parte essenziale di quella “Educazione alla cittadinanza” richiesta dall’ANCI attraverso la recente legge di iniziativa popolare.”

*Spreco Zero, 2019
Andrea Segrè*



FAO, 2019
*La salubrità alimentare
riguarda tutti*

3.2 ONU: Salubrità alimentare

La prima Giornata Mondiale ONU della Salubrità Alimentare, celebrata a livello globale il 7 giugno, mira a potenziare gli sforzi per garantire che il cibo che mangiamo sia sicuro.

Il tema della Giornata è “la salubrità alimentare riguarda tutti”. La salubrità alimentare contribuisce alla sicurezza alimentare, alla salute umana, alla prosperità economica, all’agricoltura, all’accesso ai mercati, al turismo e allo sviluppo sostenibile.

L’ONU ha incaricato due delle sue agenzie, l’Organizzazione per l’Alimentazione e l’Agricoltura (FAO) e l’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) di gestire gli sforzi per promuovere la salubrità alimentare in tutto il mondo.

La FAO e l’OMS hanno unito le loro forze per aiutare i Paesi a prevenire, gestire e reagire ai rischi lungo la filiera alimentare, collaborando con produttori e rivenditori di alimenti, autorità di regolamentazione e interlocutori della società civile, sia per gli alimenti prodotti localmente che per quelli importati.

*Direttore Generale
della FAO, José
Graziano da Silva, 2019*

“La salubrità alimentare riguarda tutti: agricoltori, fornitori agricoli, trasformati, trasportatori, commercianti e consumatori. Non ci può essere sicurezza alimentare, senza salubrità alimentare”, ha aggiunto.

*Direttore Generale
dell’OMS Dott.
Tedros Adhanom
Ghebreyesus, 2019*

“Ogni anno il cibo non sicuro uccide circa 420.000 persone. Queste perdite sono assolutamente evitabili. La Giornata Mondiale della Salubrità Alimentare è un’occasione unica per sensibilizzare governi, produttori, addetti ai lavori e consumatori sui pericoli degli alimenti non sicuri. Dai campi alla tavola, abbiamo tutti un ruolo da svolgere affinché il cibo sia sicuro”.



UNITED NATIONS



**World Health
Organization**

*FAO, 2019
La salubrità alimentare
riguarda tutti*

La FAO e l'OMS sottolineano quanto sia importante che tutti abbiano accesso a cibo sicuro, nutriente e sufficiente e che il cibo sicuro è fondamentale per promuovere la salute e porre fine alla fame, due dei principali Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

Il cibo sicuro consente l'adeguata assunzione di nutrienti e contribuisce a una vita sana. La produzione di alimenti sicuri migliora la sostenibilità consentendo l'accesso ai mercati e la produttività, il che agevola lo sviluppo economico e la riduzione della povertà, in particolare nelle zone rurali.

Gli investimenti nell'educazione dei consumatori alla salubrità alimentare possono potenzialmente ridurre le malattie di origine alimentare e creare risparmi pari a 10 dollari per ogni dollaro investito.

Partecipa alla Giornata Mondiale della Salubrità Alimentare

Le attività in tutto il mondo per la Giornata Mondiale della Salubrità Alimentare mirano a stimolare azioni che aiutino a prevenire, rilevare e gestire i rischi per la salute legati agli alimenti.

Azioni corrette lungo tutta la catena di approvvigionamento alimentare, dagli agricoltori ai consumatori, la buona governance e norme idonee sono essenziali ai fini della salubrità alimentare.

La FAO e l'OMS hanno creato una nuova guida che illustra come tutti possano essere coinvolti. La guida prevede cinque fasi per fare una sostanziale differenza in fatto di salubrità alimentare:

Accertati che sia sicuro. I governi devono garantire cibi sicuri e nutrienti per tutti.

Coltivalo in modo sicuro. Produttori agricoli e alimentari devono adottare metodi corretti.

Tienilo al sicuro. Gli operatori di settore devono garantire che il cibo sia trasportato, immagazzinato, conservato e gestito in modo sicuro.

Verifica che sia sicuro. I consumatori devono ricevere informazioni tempestive, chiare e affidabili sui rischi nutrizionali e patologici legati alle loro scelte alimentari.

L'unione fa la salubrità. I governi, gli enti economici regionali, le organizzazioni delle Nazioni Unite, le agenzie di sviluppo, le organizzazioni commerciali, i gruppi di produttori e consumatori, gli istituti universitari e di ricerca e gli enti privati devono collaborare sulle problematiche della salubrità alimentare.

A partire dal 2019, ogni 7 giugno sarà il giorno per evidenziare i benefici del cibo sicuro. La Giornata Mondiale della Salubrità Alimentare è stata adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel dicembre 2018. Il primo passo è stato fatto nel 2016 dal Costa Rica attraverso la Commissione del Codex Alimentarius, gestita dalla FAO e dall'OMS.





04

Bioluminescenza

4.1 Cos'è la Biomimesi

L'idea di base è che la natura ha già risolto molti dei problemi con cui ci confrontiamo ogni giorno: energia, produzione alimentare, controllo climatico, prodotti chimici non tossici e molti altri. Prendendo ispirazione dalle soluzioni dalle soluzioni naturali che ci circondano, arriveremo ad un nuovolivello di progettazione e visione sistemica, chiamata oggi Biomimesi. Il termine è stato coniato da Otto H. Schmitt nel 1969 ed è lo studio della natura e i suoi principi di sviluppo allo scopo di ricavarne nuovi strumenti per il progetto di artefatti avanzati.

Per via dell'evoluzione della biomimetica oggi il termine viene utilizzato principalmente nel campo della scienza e dell'ingegneria, mentre con il termine bionica ci si riferisce al mondo della medicina, dove si utilizzano i principi naturali per agevolare la produzione di organi artificiali.



/bi • o • mi • me • si/

Disciplina che studia la natura (i suoi processi, modelli ed elementi) come fonte di ispirazione per l'innovazione tecnologica e il miglioramento delle attività umane.

L'origine del termine è proveniente da una combinazione delle parole greche bios (vita) e mimesis (imitazione), significa letteralmente "imitazione della vita". È definito come il processo di creazione di progetti e soluzioni sostenibili attraverso lo studio e l'emulazione consapevole di forme, processi ed ecosistemi naturali.

il concetto di Biomimesi, nei suoi principi, non è nulla di così nuovo. L'uomo nel corso della storia, soprattutto nel campo della progettazione, ha preso spunto dalla natura.

I primi rifugi non sono altro che dei grandi nidi di uccello capovolti. infatti c'è chi definisce la biomimesi non come un nuovo movimento, ma come un ritorno alle prime ispirazioni. Grazie alle nuove tecnologie però, siamo in grado di analizzare e replicare sistemi come mai nella storia.

Tra le personalità più influenti in questo campo c'è sicuramente **Janine Benyus**, co-fondatrice di Biomimicry 3.8. È biologa, consulente per l'innovazione e autrice di sei libri, tra cui Biomimicry: Innovation Inspired by Nature.

Dalla pubblicazione del libro del 1997, il lavoro di Janine come leader globale del pensiero ha evoluto la pratica della biomimetica in un movimento, ispirando clienti e innovatori in tutto il mondo per imparare dal genio della natura.

Come sostiene la Benyus, la Biomimesi è la scienza che studia i sistemi biologici naturali emulandone forme, processi, meccanismi d'azione, strategie, per risolvere le sfide che incontriamo ogni giorno, per trovare le soluzioni più sostenibili ai problemi progettuali e tecnologici dell'uomo, per replicarne disegni e processi in nuove soluzioni tecnologiche per l'industria e la ricerca.

4.2 La Bioluminescenza

La biomimesi è lo studio della natura come fonte di ispirazione, ma la natura può offrire tipologie differenti di ispirazioni e prestazioni.

In questo capitolo analizzeremo la prestazione della Bioluminescenza, materia ispiratrice del progetto Pazu.

Cos'è la Bioluminescenza?

In chimica la bioluminescenza è un fenomeno per cui organismi viventi emettono luce attraverso particolari reazioni chimiche, nel corso delle quali l'energia chimica viene convertita in energia luminosa.

È stato accertato che in molti organismi, la bioluminescenza implica l'azione di almeno due composti chimici: un substrato organico che emette la luce, chiamato "luciferina", e un enzima catalizzatore chiamato "luciferasi". Nella maggior parte dei casi il fenomeno è appunto dovuto alla luciferina, che in presenza di ATP (adenosintrifosfato), ossigeno, magnesio e dell'enzima luciferasi, cede elettroni, i quali, passando ad un livello minore di energia, liberano energia sotto forma di luce.

Si presume, inoltre, che la bioluminescenza si sia evoluta in organismi diversi in modo del tutto indipendente.

*"Noctricula Scintillans",
Protisti*





Edith Widder
Specialista in Bioluminescenza

*“Se mai avrete la possibilità
di immergervi con un
sommersibile, dite sì mille volte,
e per favore spegnete le luci”*

4.3 La ricerca

L'analisi della Bioluminescenza, inizialmente, volgeva lo sguardo verso l'individuazione di una prestazione animale che potesse soddisfare un campo di applicazione.

Partendo da un'analisi chimica e organica si è studiato a fondo il fenomeno per capirne bene la funzione e le modalità di attuazione (*vedi Allegato n.1*), (*vedi Allegato n.2*).

Successivamente sono stati individuati i generi con la maggior parte delle specie bioluminescenti.

Da qui è cominciata una ricerca vera e propria al fine di individuare una prestazione specifica da affiancare successivamente ad un ambito progettuale.

Fasi di ricerca:

La prima fase è stata quella di un'analisi approfondita sulla funzione stessa della bioluminescenza, studiando anche una parte della chemiluminescenza (*vedi Allegato n.3*), ovvero la riproduzione chimica della bioluminescenza.

Una seconda fase ha voluto riassumere le prestazioni individuate ed analizzate nel profondo, studiando un numero pari a 70 specie, tra terra, aria e acqua (*vedi Allegato n.4*).

L'ultima fase ha visto interessata la scelta di una prestazione in particolare, individuabile dallo studio effettuato nella seconda fase e dall'individuazione di un ambito progettuale.



*Lucciola del genere
"Photuris"*



4.4 Bioluminescenza finalizzata alla segnalazione

La Bioluminescenza diventa segnaletica.

Dagli studi effettuati sulle specie Bioluminescenti si evince come questo fenomeno sia maggiormente, se non completamente, utilizzato come segnale, la cui funzione varia da specie a specie (*vedi Allegato n. 3*).

Dunque, la segnaletica diventa l'elemento d'ispirazione per lo sviluppo di Pazu, i cui presupposti sono quelli di tutelare l'utente in un contesto di alimentazione sana e con zero sprechi, utilizzando la segnalazione sensoriale come caposaldo del progetto.

*"Motixia" Millepiedi
Bioluminescenza in
atto per spaventare i
predatori*





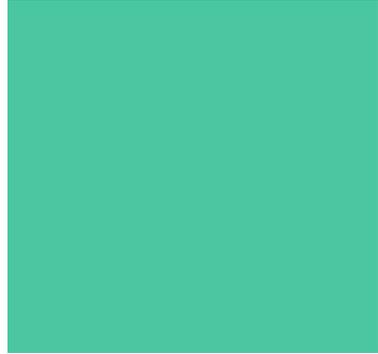
*Vampyroteuthis
Infernalis*
Calamario (Mollusco
Cefalopode)





05

Pazu



DESIGN BIOISPIRATO DI UN SISTEMA DI CONTENITORI
INTELLIGENTI PER LA CONSERVAZIONE E IL MONITORAGGIO
DELLA QUALITÀ DEGLI ALIMENTI AL FINE DI RIDURRE LO SPRECO
ALIMENTARE



5.1 Analisi del problema: lo spreco alimentare

Ogni anno, nel mondo, si sprecono 1,3 miliardi di tonnellate di cibo.

Nello specifico, ogni consumatore italiano genera:

2,89 kg/anno pro capite di spreco di alimenti,
vale a dire 55,6 gr a settimana e 7,9 gr al giorno.

Cosa Sprechiamo di più?

VERDURE



LATTICINI



FRUTTA



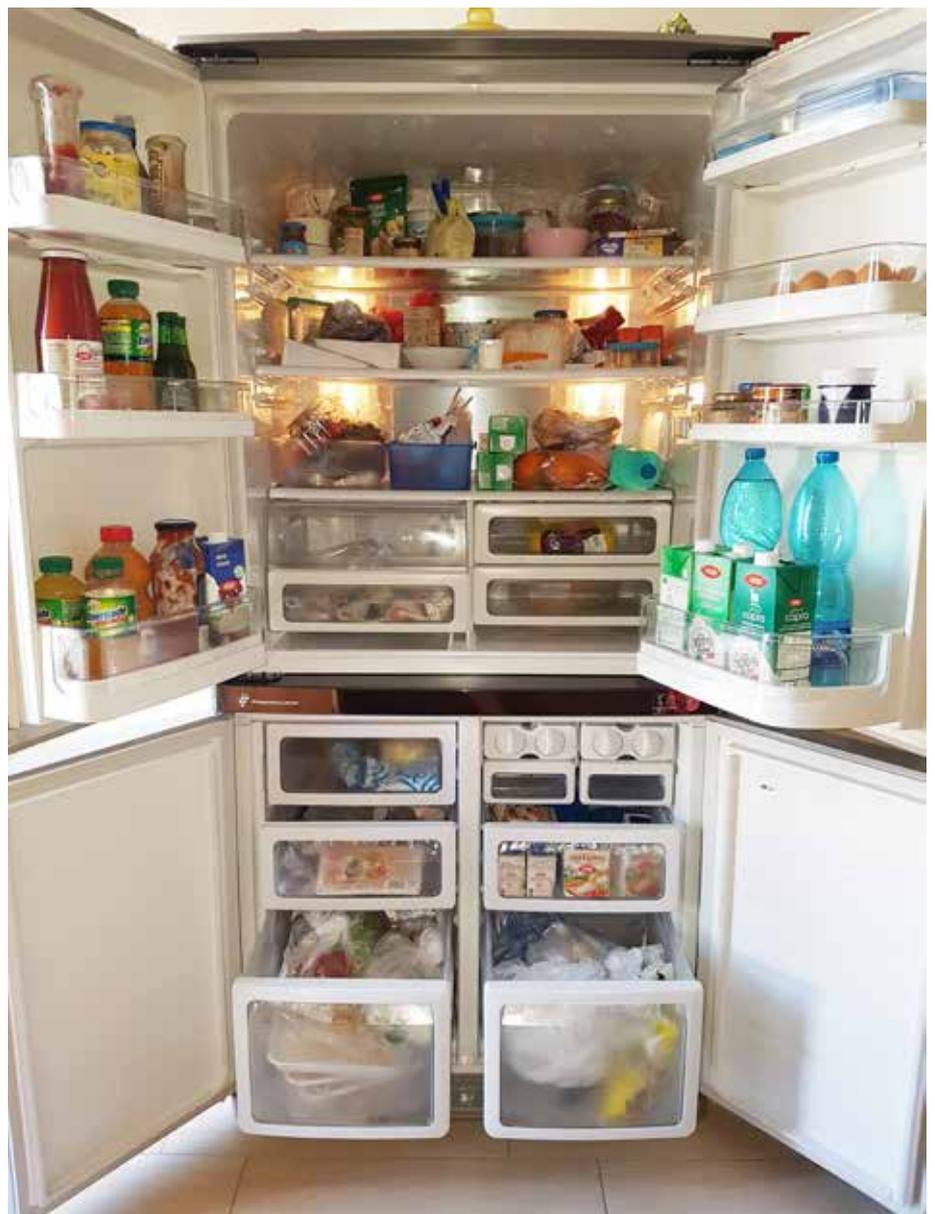
Comportamenti sbagliati

- Comprare troppo
- Comprare ciò che non ci serve
- La poca attenzione all'etichettatura dei prodotti alimentari con particolare riferimento alla data di scadenza
- Le modalità di scongelamento dei prodotti surgelati
- Le modalità di conservazione
- Dimenticare cosa si ha in frigo

Rischi per la salute

La massima percentuale di casi di tossinfezione alimentare, in Italia, oltre il 40%, sono provocati da comportamenti inadeguati presso gli ambienti domestici.

IL VERO PROBLEMA



Il vero problema risiede nei metodi di conservazione in frigo dei nostri alimenti.

Il rischio contaminazioni alimentari e spreco eccessivo, può essere ridotto mediante idonee pratiche di conservazione, preparazione e cottura da parte del consumatore finale.

In realtà, i dati evidenziano che la massima percentuale di casi di tossinfezione alimentare, oltre il 40%, sono provocati da comportamenti inadeguati presso gli ambienti domestici, ambito scarsamente indagato che generalmente sfugge alla valutazione del rischio e che finora non è stato sottoposto a sorveglianza.

Si riportano dati ottenuti su informazioni autoriferite di comportamenti alimentari a rischio, quali:

- l'assunzione di cibi crudi o poco cotti (dolci al cucchiaino, carne cruda o poco cotta, salsiccia fresca, pesce crudo o poco cotto, frutti di mare crudi, uova crude, latte fresco);
- **le modalità di scongelamento dei prodotti surgelati;**
- l'attenzione all'etichettatura dei prodotti alimentari, **con particolare riferimento alla data di scadenza;**
- **L'acquisto di alimenti che non servono realmente;**
- **Comprare troppo;**
- **Abbandonare in frigo e dimenticare gli alimenti avendo sovrabbondanza e confusione**



5.2 La bioluminescenza

In chimica la bioluminescenza è un fenomeno per cui organismi viventi emettono luce attraverso particolari reazioni chimiche, nel corso delle quali l'energia chimica viene convertita in energia luminosa.

Elemento di ispirazione

È stato illuminante un percorso di studi attraverso il mondo della Biomimesi. Oggi studiamo sempre di più la natura, colma di soluzioni straordinarie ad ogni problema.

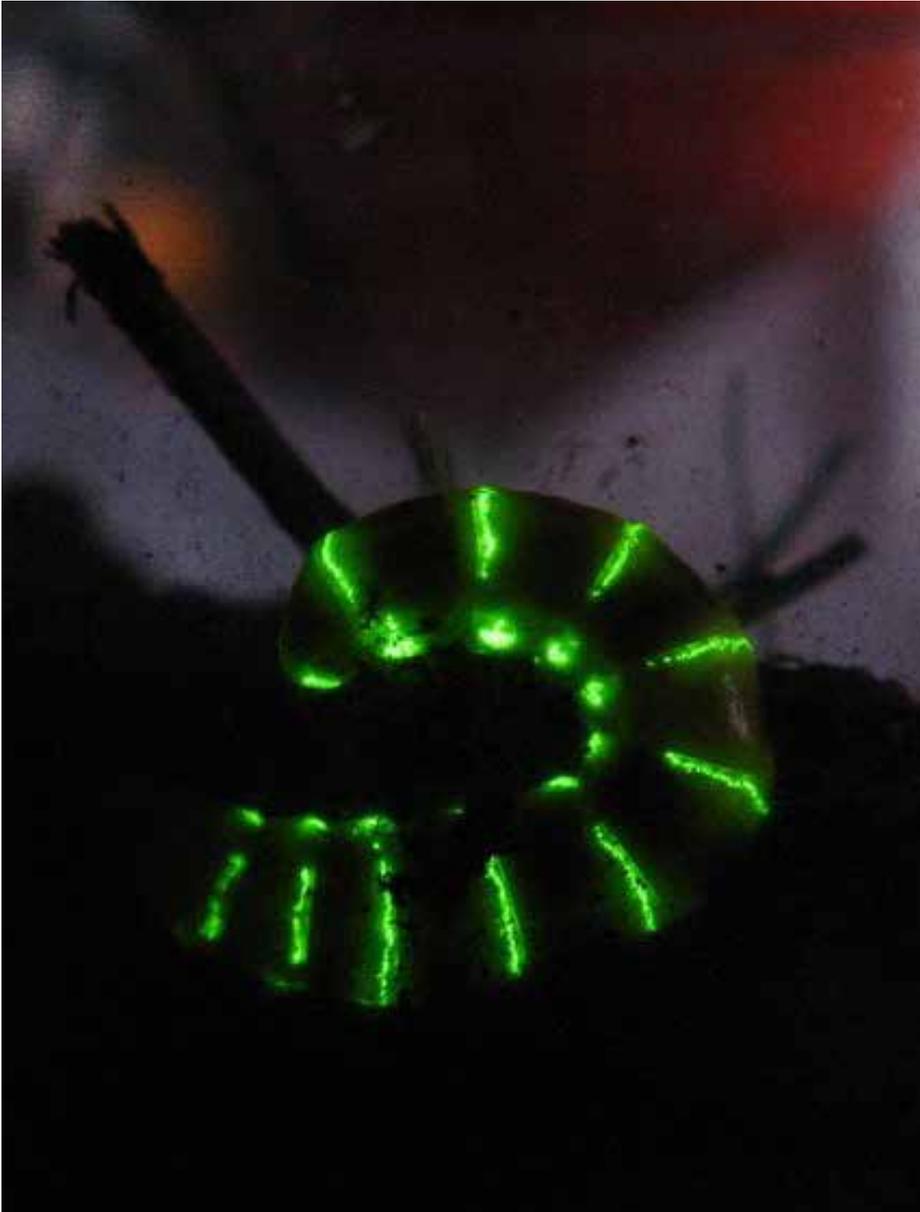
Capire la natura è stato il primo passo.

In particolare viene affrontato il tema della segnalazione, nello specifico si vuole studiare il fenomeno della Bioluminescenza. Il mondo della Bioluminescenza è un sistema vasto e complicato di interazione intraspecifica e non. Sia specie di mare che di terra ed aria, utilizzano questa strategia mimetica per sopravvivere, cacciare e riprodursi.

Si vuole, quindi, trasferire questa strategia, al sistema di contenitori progettato, utilizzando come elemento segnaletico il colore e la luce.



"Diplocardia Longa"
Lombrico



5.3 Il progetto: obiettivi



COMPRENDERE



RILEVARE

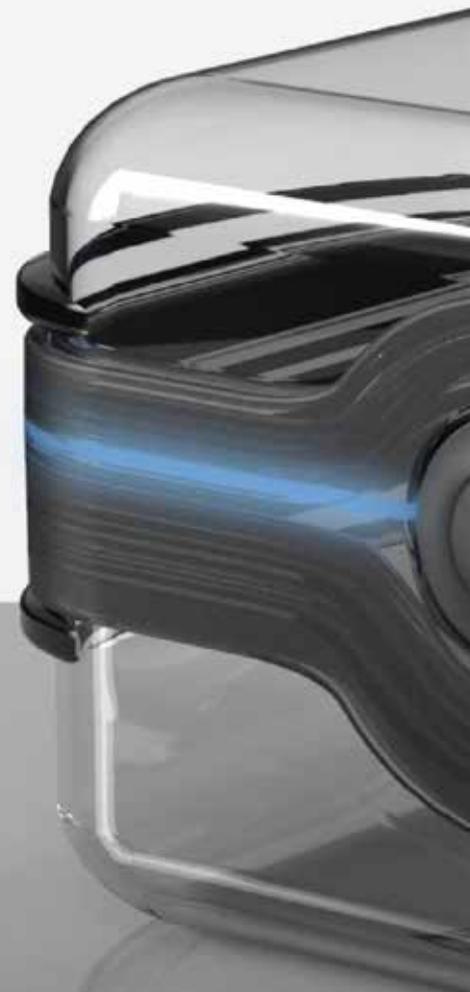


COMUNICARE

Questo sistema di contenitori, sarà in grado di riconoscere lo stato dell'alimento al suo interno

Sarà poi capace, di analizzare le conseguenze dello stato di invecchiamento dell'alimento, come le emissioni di gas

Dovrà poi essere in grado, di comunicare all'utente lo stato rilevato dell'alimento, inviando feedback costanti



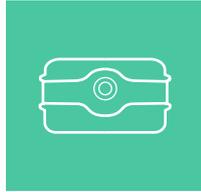


Attivazione contenitore





Attivazione del contenitore



Prima fase

Connessione tramite wi fi al modem premendo il pulsante.



Seconda fase

Il modem collegherà il contenitore all'app.



Terza fase

L'app riceverà costantemente feedback dal contenitore.

App

Il collegamento diretto con l'app ci permetterà di settare ogni contenitore, da noi attivato, per stabilire quali alimenti il nostro sistema dovrà monitorare.

Feedback

Avremo dei feedback costanti sullo stato dei nostri alimenti e l'app ci indicherà i vari stadi di conservazione che raggiungerà ogni singolo prodotto.



Fasi cromatiche e tempi di conservazione

Il settaggio di ogni contenitore determinerà **quattro fasi cromatiche** monitorabili sull'app e tramite feedback luminosi emessi dai contenitori.

Avremo quattro categorie di alimenti scelti, per determinare le linee guida di tutte le fasi di monitoraggio e per ognuna di queste si è stabilito una tempistica minima di conservazione indicata dalla **prima fase cromatica (la fase verde)**.

Le categorie di alimenti scelte e le relative tempistiche riguardanti la prima fase cromatica (la fase verde) sono le seguenti:

Verdura

Per le verdure sono stati previsti 2 giorni di conservazione.

Frutta

Per la frutta sono stati previsti 2 giorni di conservazione.

Carne

Per la carne è stato previsto 1 giorno di conservazione.

Formaggi ed altro

Per i formaggi e gli altri alimenti, la scadenza, che si potrà impostare sull'app, determinerà la durata della prima fase di conservazione, evidenziata con il colore verde.



Prima fase cromatica

La prima fase vuole indicare uno stato di conservazione ancora inalterato

Indicata con il colore **verde** esprime il tempo minimo di conservazione previsto per ogni alimento o se impostata, la scadenza.



Seconda fase cromatica

La seconda, entra in gioco quando il livello di freschezza dell'alimento è variato ed il tempo di conservazione espresso dalla prima fase è scaduto

Il colore **giallo**, suggerisce ,quindi, di cucinarlo o mangiarlo.



Terza fase cromatica

Questa fase, indicata con il colore **blu**, agisce 24h dopo l'inizio della seconda fase e vuole consigliare un'ulteriore soluzione di conservazione inserendo il contenuto in freezer, non avendolo mangiato o cucinato.



Quarta fase cromatica

La quarta ed ultima fase, **la rossa**, è determinata dalla comparsa di gas emessi dall'alimento. Ogni cibo rilascerà dei gas, (pericolosi per la salute), dovuti al suo deterioramento e la fase subentrerà obbligando l'utente a buttare il contenuto .

Perchè scelgo determinate categorie di alimenti?

Un'analisi approfondita nel campo del food packaging, mi ha permesso di determinare quattro categorie di alimenti per il loro monitoraggio nel progetto.

Una prima considerazione è stata fatta per gli **alimenti freschi**. I cibi con maggiori e precoci possibilità di deterioramento sono quelli con alto contenuto di acqua, essendo questa, primo elemento scaturante di proliferazione di batteri.

Per questo motivo si è voluta concentrare l'attenzione su queste tipologie di alimenti, essendo maggiormente soggette a deterioramento. Inoltre perchè sono cibi maggiormente acquistati e consumati in ambito domestico.

La carne, la verdura, la frutta e il formaggio sono cibi con altissime quantità d'acqua, come lo è anche il pesce.

Quest'ultimo, però, viene scartato.
Perche?

Il pesce, anch'esso, contiene un'elevata concentrazione d'acqua ma il suo consumo (inteso come pasto), deve essere effettuato nell'arco di una giornata, rendendo così inutili le quattro fasi cromatiche, descritte precedentemente.

Gas emessi

Una volta determinate le tipologie di alimenti, si passa ad un'analisi chimica delle stesse.

Ogni alimento, emette sostanze o gas, dovuti al loro deterioramento. In particolare:

La carne produce Idrogeno Solforato

La verdura e la frutta producono Etilene (per la frutta viene anche determinata visivamente dal suo imbrunimento o cambio di colore)

I formaggi si dividono in freschi e stagionati. Nel caso dei formaggi stagionati esiste una produzione batterica commestibile, ed è la stessa che determina il sapore e la qualità della tipologia di formaggio.

Nello stato più avanzato battereologico i formaggi arrivano a produrre Aflatossine e Micotossine, tossine mortali.

Quindi nell'analisi delle tipologie di alimenti si è voluto escludere il formaggio come soggetto a rilevazioni di gas, in quanto esiste una vasta varietà di formaggi e conseguenti livelli di freschezza, ma si è voluto comunque considerare offrendo la possibilità di inserire la scadenza nell'applicazione, essendo il formaggio, uno degli alimenti più consumati in ambito domestico.



Prima fase cromatica







Seconda fase cromatica





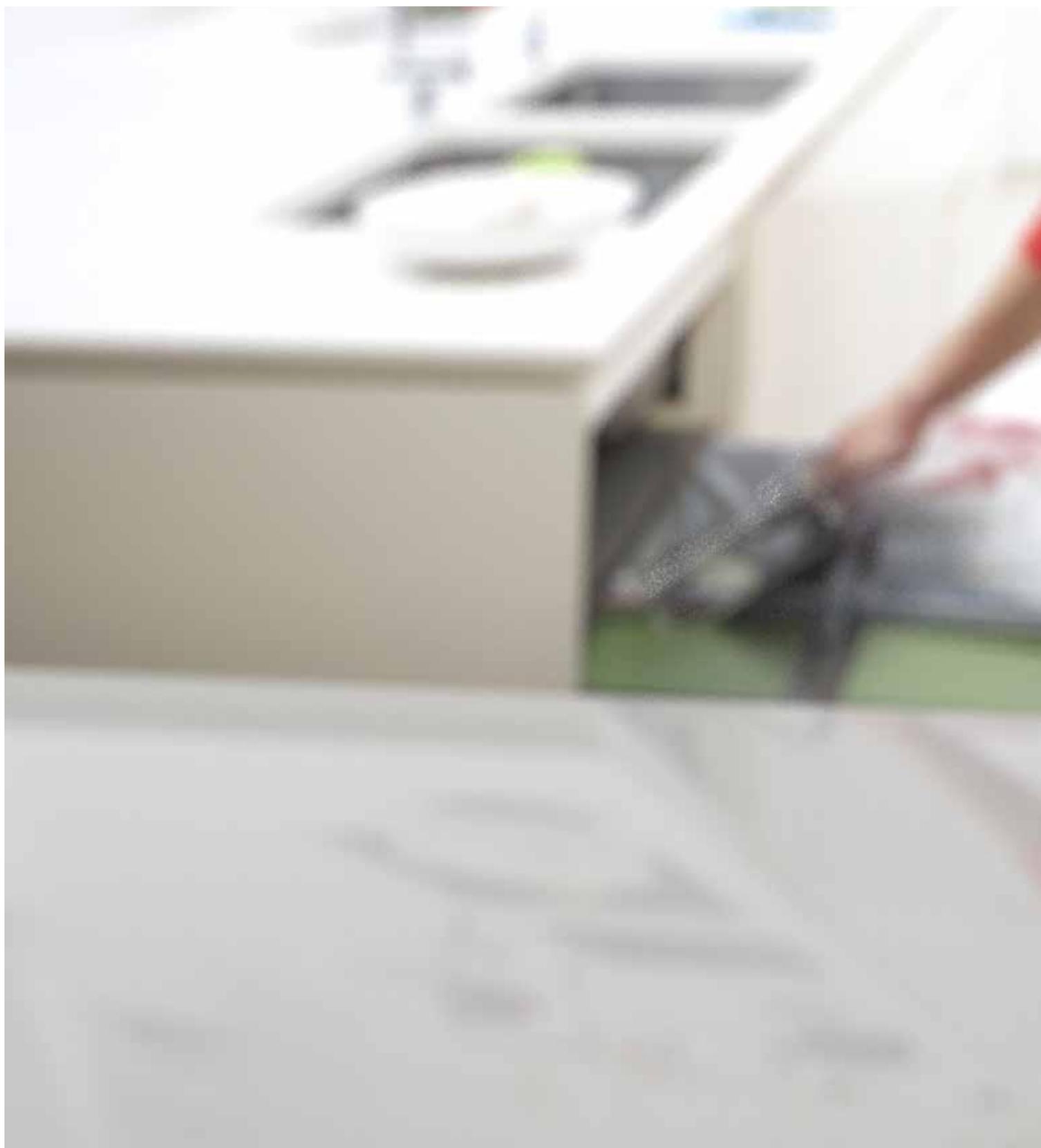


Terza fase cromatica





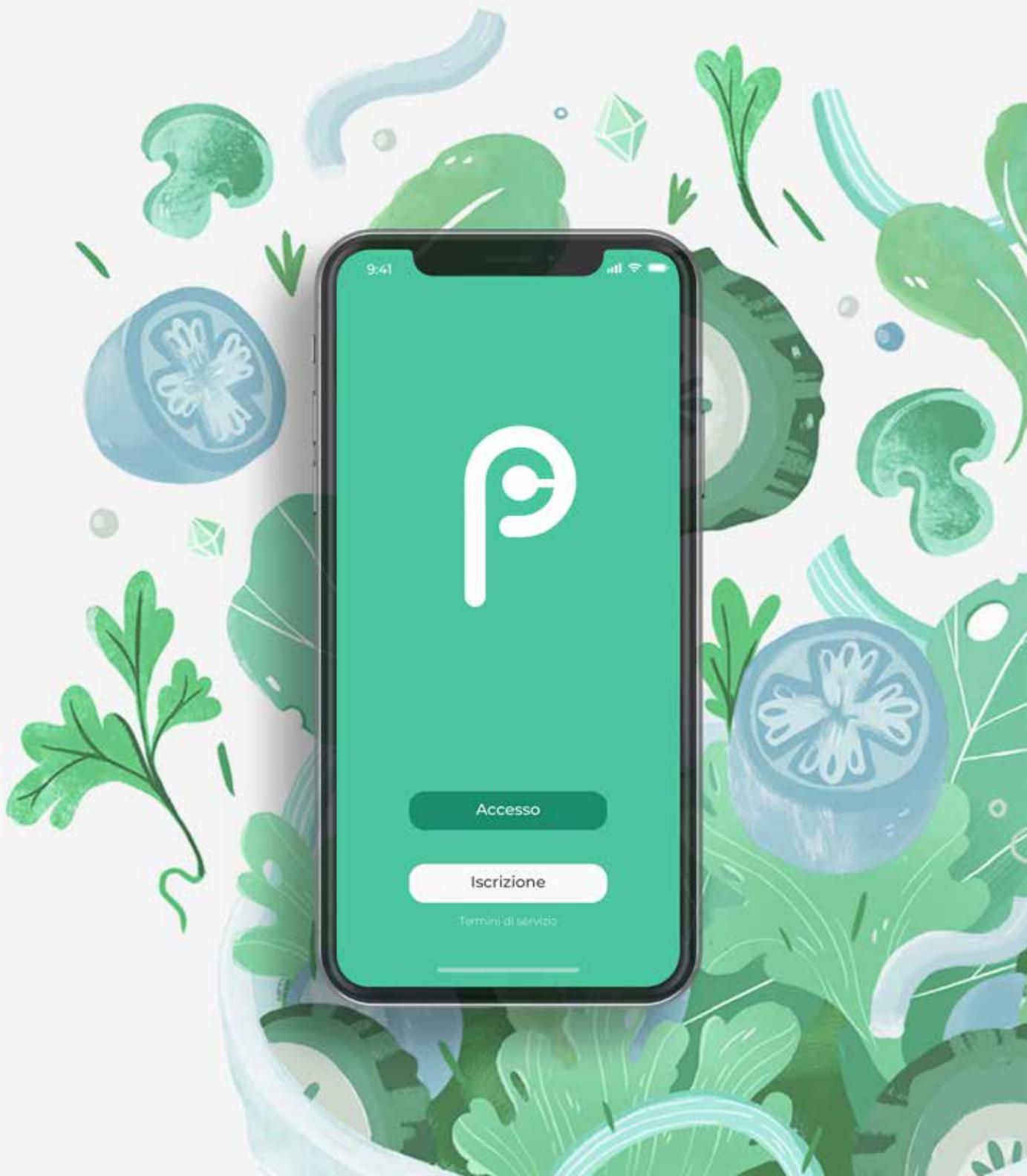
 Quarta fase cromatica





Accesso all'app



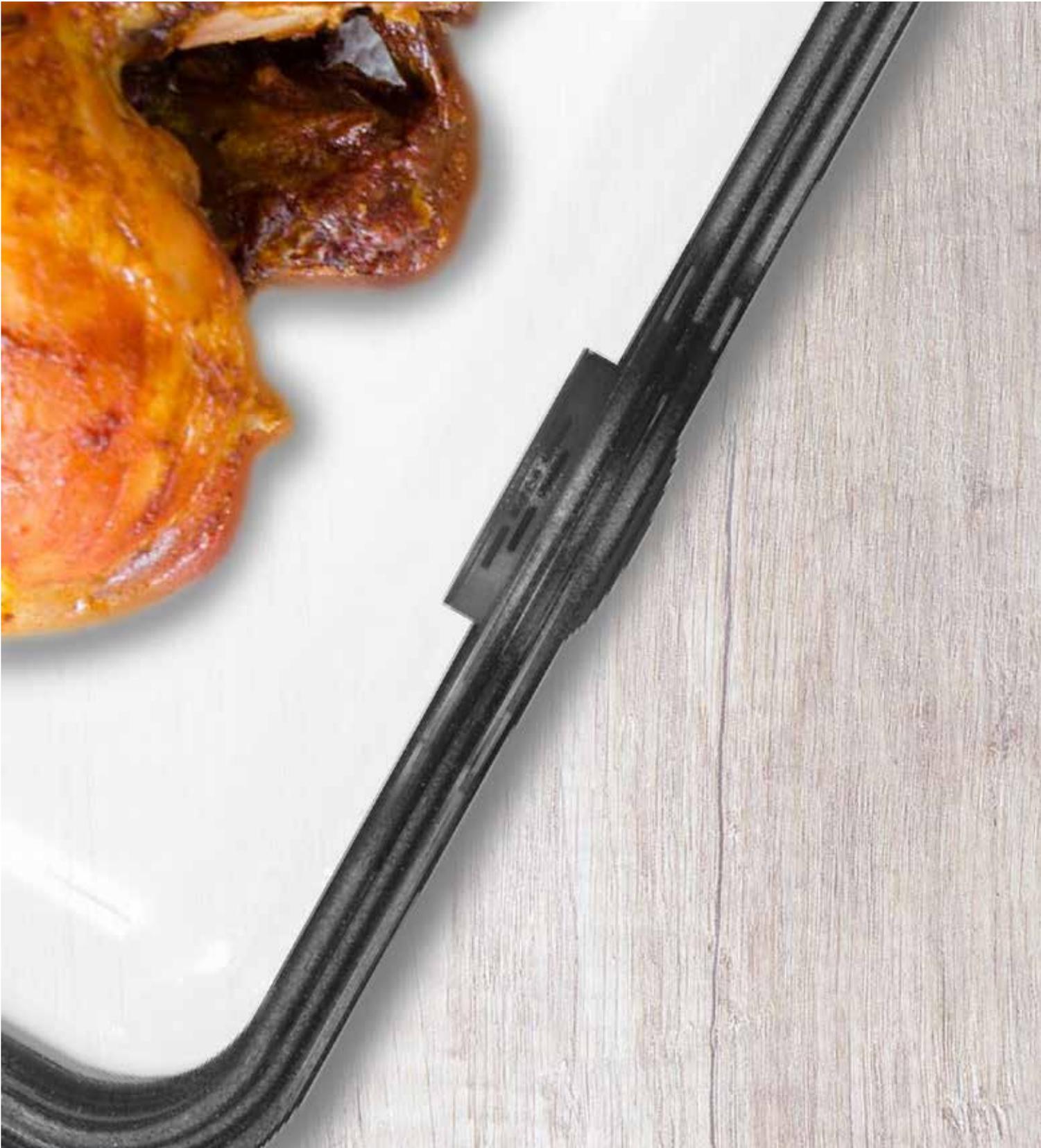


Come funziona l'app



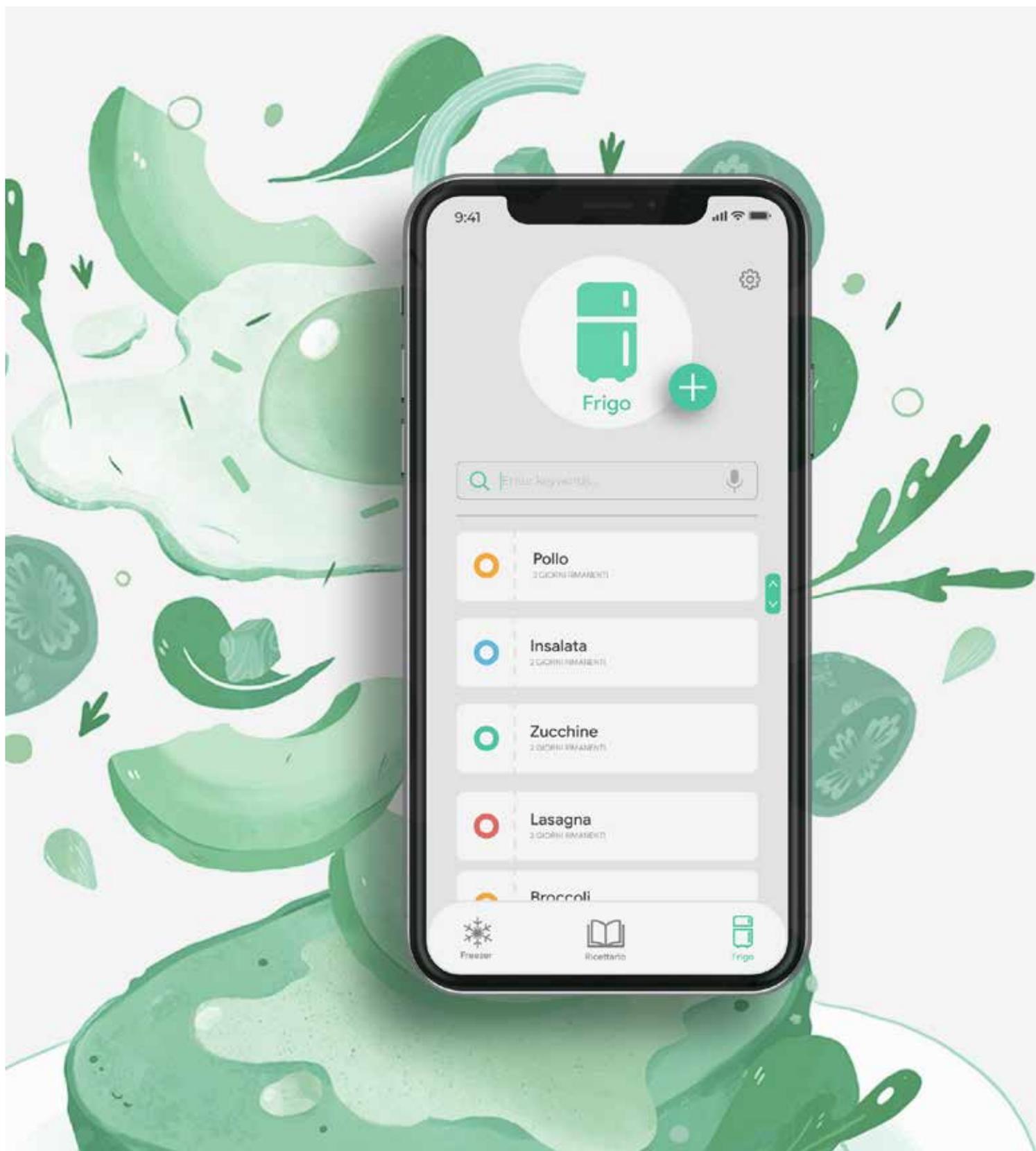


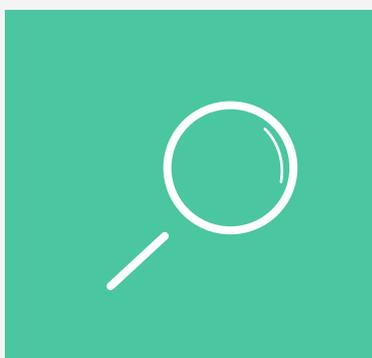
Si programma il contenitore inserendo il contenuto nell'app





Monitoraggio frigo





Monitoraggio

L'app ci permette di monitorare costantemente ogni alimento indicandoci anche il suo stato.

Attivazione molletta





Attivazione della molletta



Prima fase

Connessione tramite wi fi al modem premendo il pulsante



Seconda fase

Il modem collegherà la molletta all'app



Terza fase

L'app riceverà costantemente feedback dalla molletta

App

Il collegamento diretto con l'app ci permetterà di settare ogni contenitore, da noi attivato, per stabilire quali alimenti il nostro sistema dovrà monitorare.

Feedback

Avremo dei feedback costanti sullo stato dei nostri alimenti e l'app ci indicherà i vari stadi di conservazione che raggiungerà ogni singolo prodotto.

Parametri di monitoraggio della molletta

La molletta, parte integrante del sistema di contenitori, a differenza del contenitore, non monitora gas emessi, bensì i **cambiamenti di temperatura** nel freezer. Inoltre può essere inserita la scadenza del prodotto a cui viene collegata.

Perchè monitorare in freezer?

Il freezer, nella maggior parte dei casi, diventa una soluzione per l'accumulo di alimenti, al fine di dare loro una conservazione prolungata.

Questo causa una sovrabbondanza che induce l'utilizzatore a perdere di vista gli alimenti conservati, facendoli, quasi sempre, scadere.

Un altro problema, questa volta invisibile all'utente, è il variare della temperatura all'interno del freezer. Questo può essere causato da un blackout generale della casa. Gli sbalzi di temperatura scongelano il cibo che ricongelandosi subisce "traumi".

La molletta vuole quindi, attraverso l'app, offrire un monitoraggio continuo della temperatura dell'alimento e della scadenza di esso.

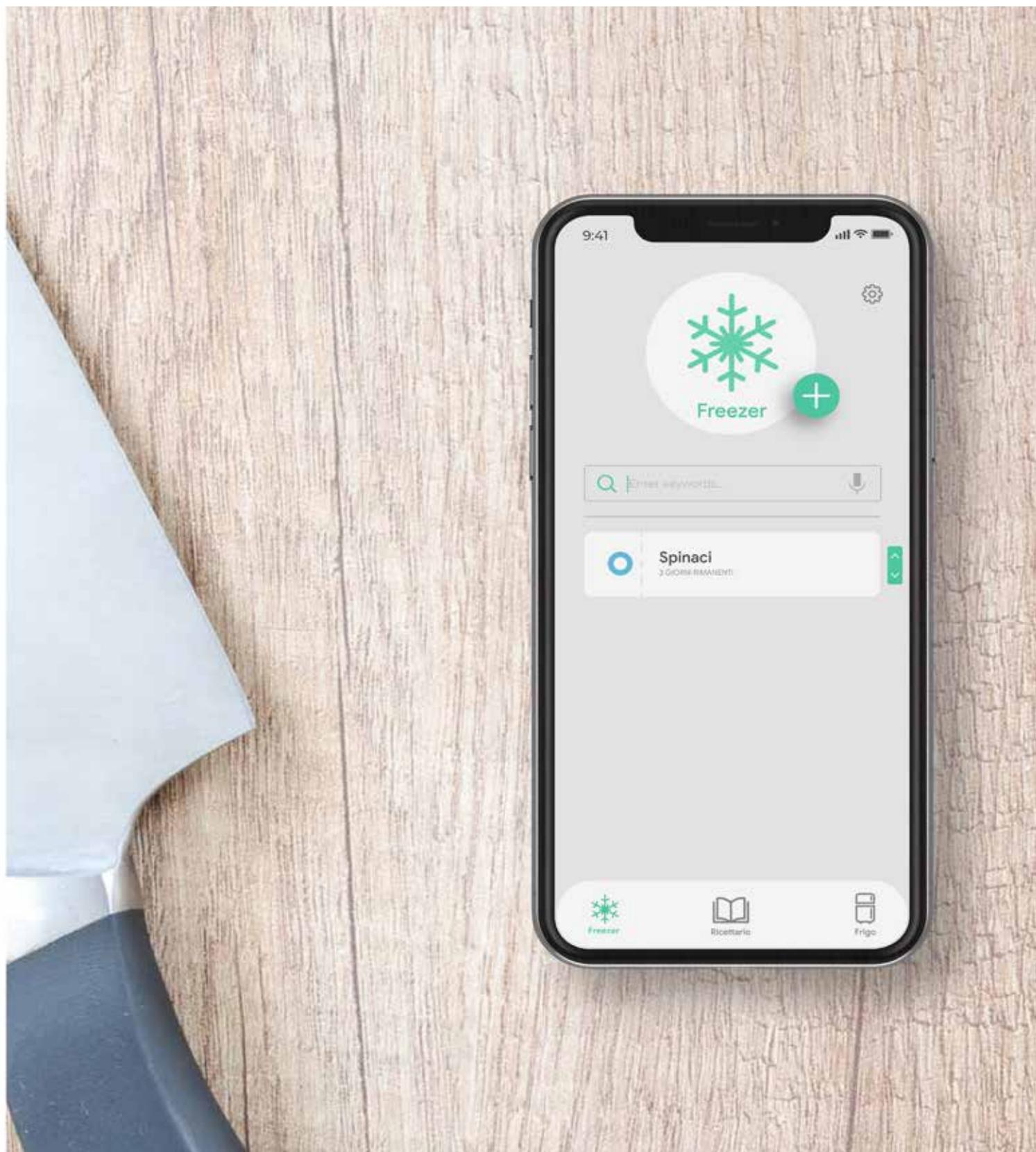
Inoltre, tramite un etichetta cromatica che cambia colore al variare della temperatura (dal blu con temperatura costante e ottimale al rosso in caso di variazione), fornire un ulteriore feedback, questa volta visivo, all'utente.

Sull'app, quindi, è possibile visualizzare la scadenza dell'alimento e al suo scadere l'utente verrà avvisato con un feedback rosso.

Inoltre, poter visualizzare il variare della temperatura.

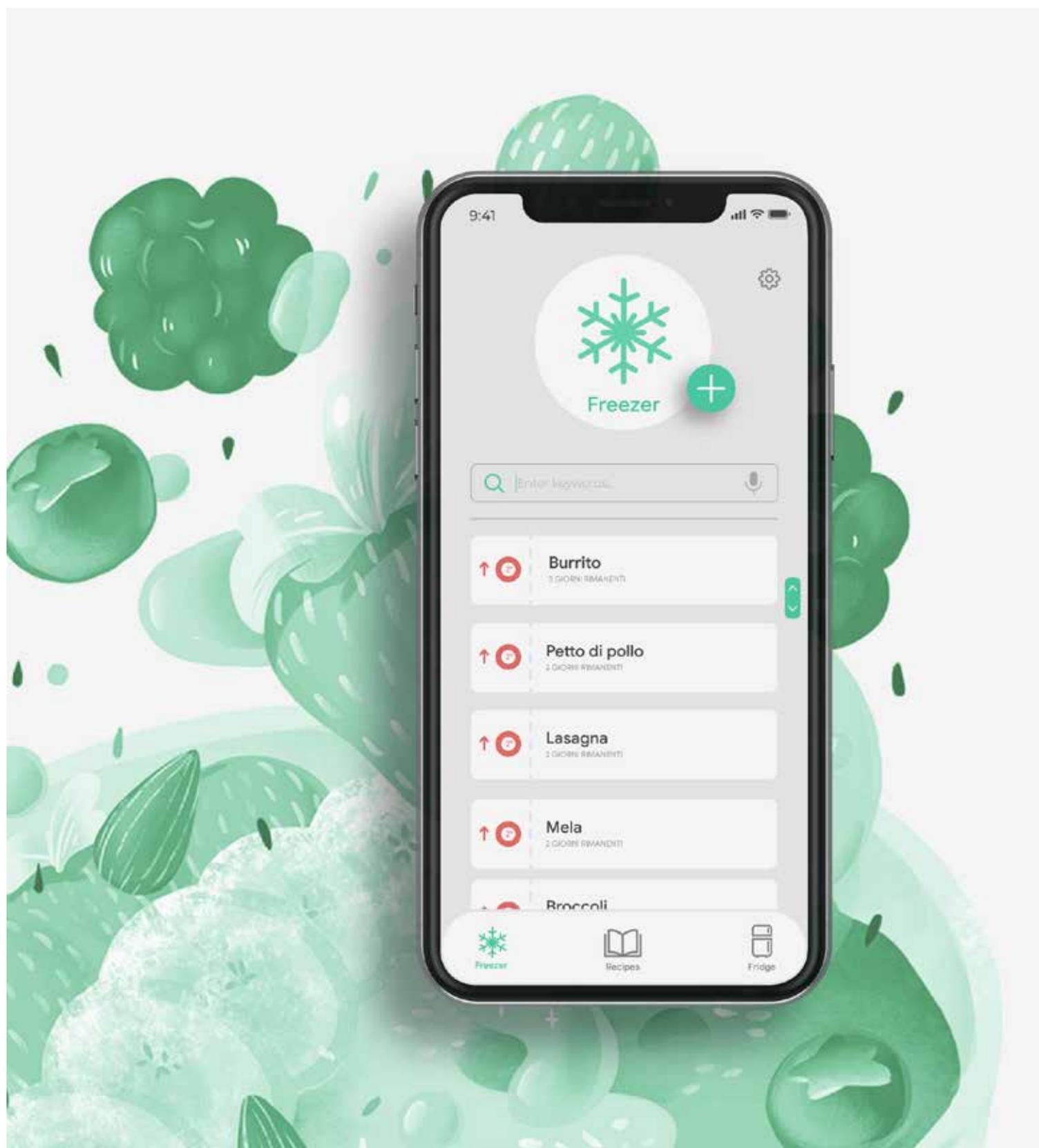
Avrà, per finire, la possibilità di ricevere un feedback luminoso lampeggiante per individuare la molletta, collegata all'alimento, nel freezer.

Si programma la molletta inserendo il contenuto nell'app





Monitoraggio freezer

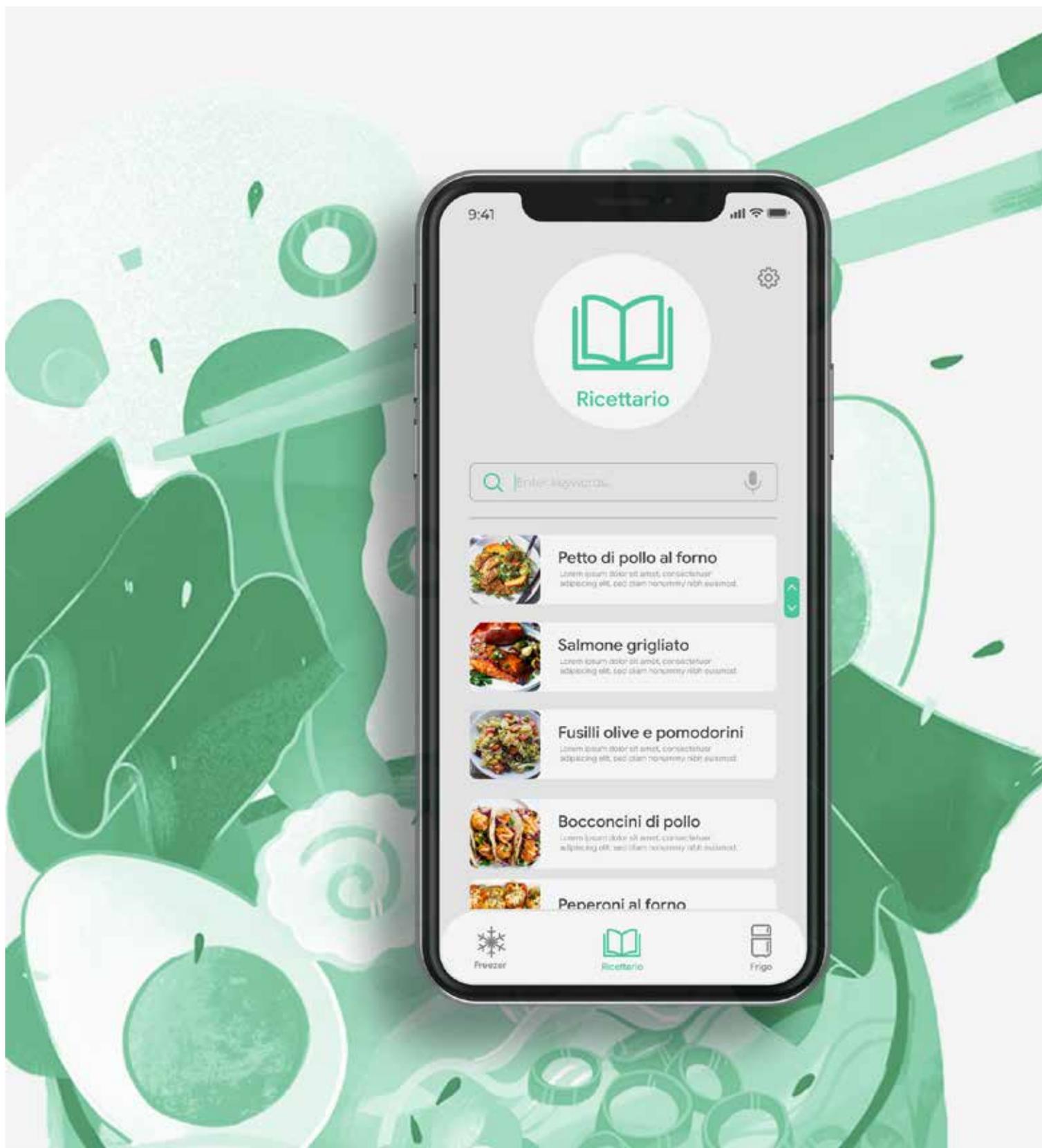




Freezer

La sezione dedicata al freezer indicherà costantemente la temperatura e la scadenza dello stesso e la minima variazione verrà segnalata

Ricettario

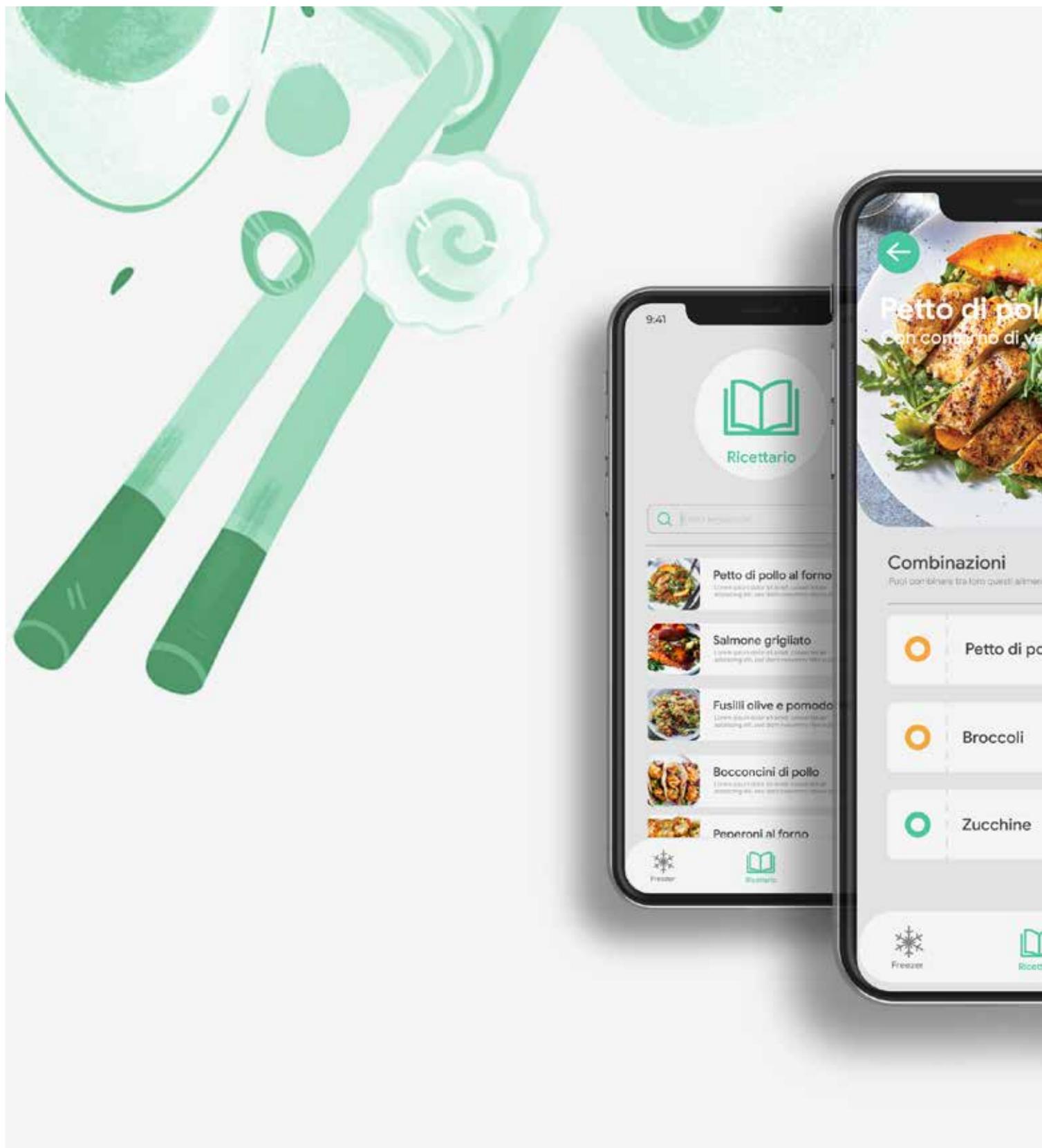


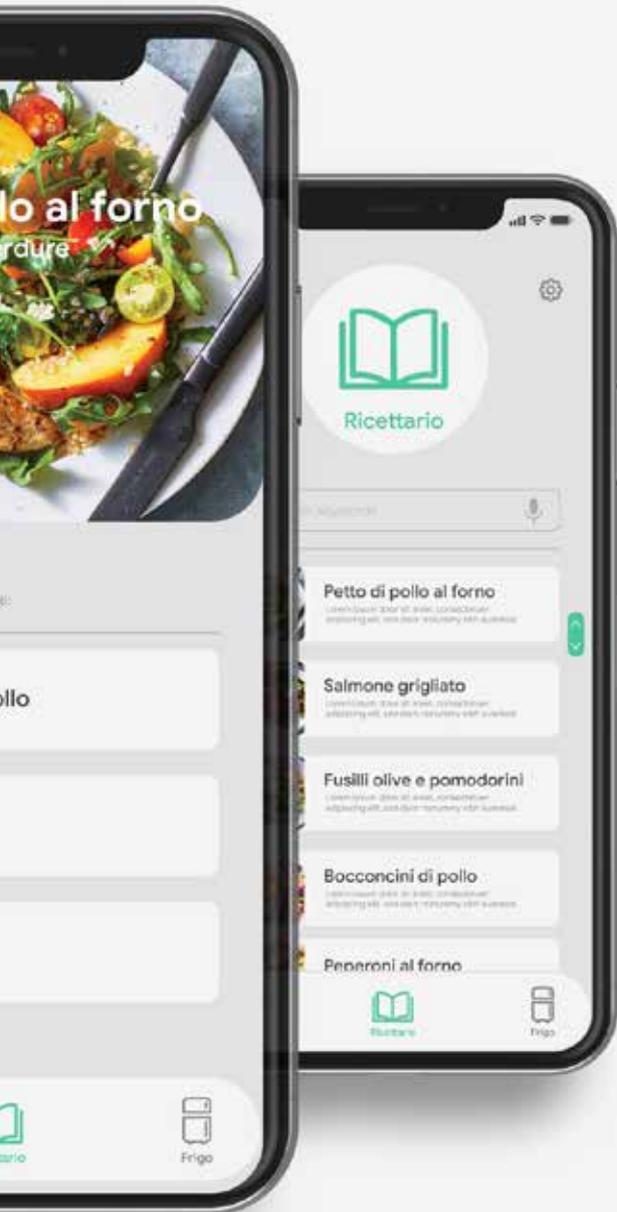


Ricettario

Il ricettario integrato nell'app, mette ulteriormente in relazione e in comunicazione tra di loro i contenitori suggerendo anche combinazioni possibili e valutando contemporaneamente lo stato degli alimenti

Ricettario





Come funziona il sistema dei contenitori

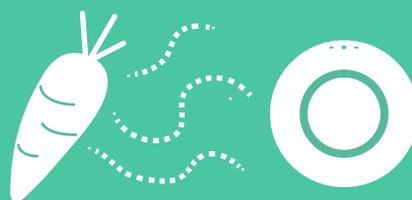




COME FUNZIONA?

1. IL CIBO EMETTE GAS

Durante le fasi di invecchiamento
il cibo rilascia alcuni gas



2. IL SENSORE LO RILEVA

I sensori all'interno della scatola
rilevano Etilene e Idrogeno
Solforato



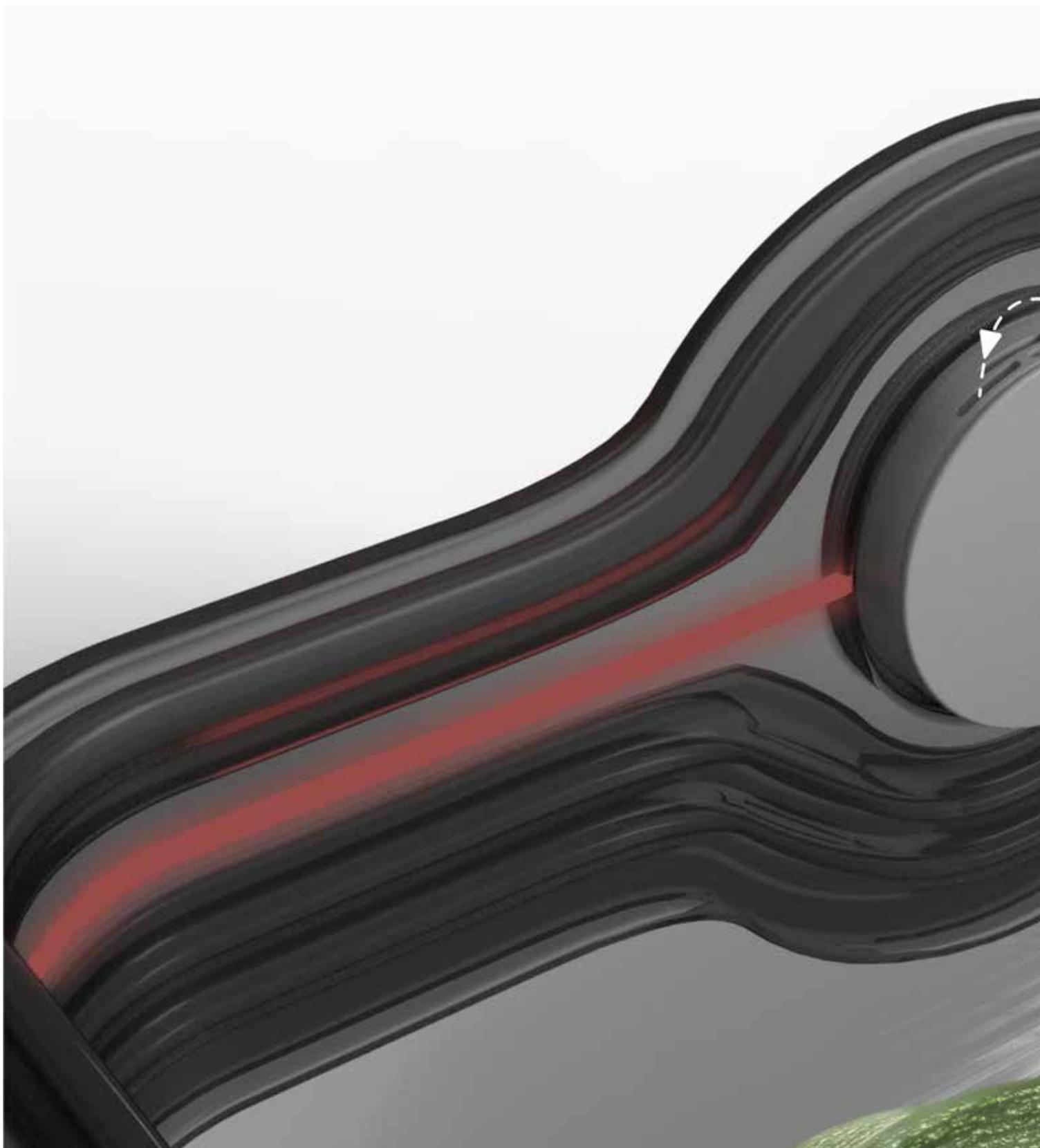
3. INVIO DEI FEEDBACK

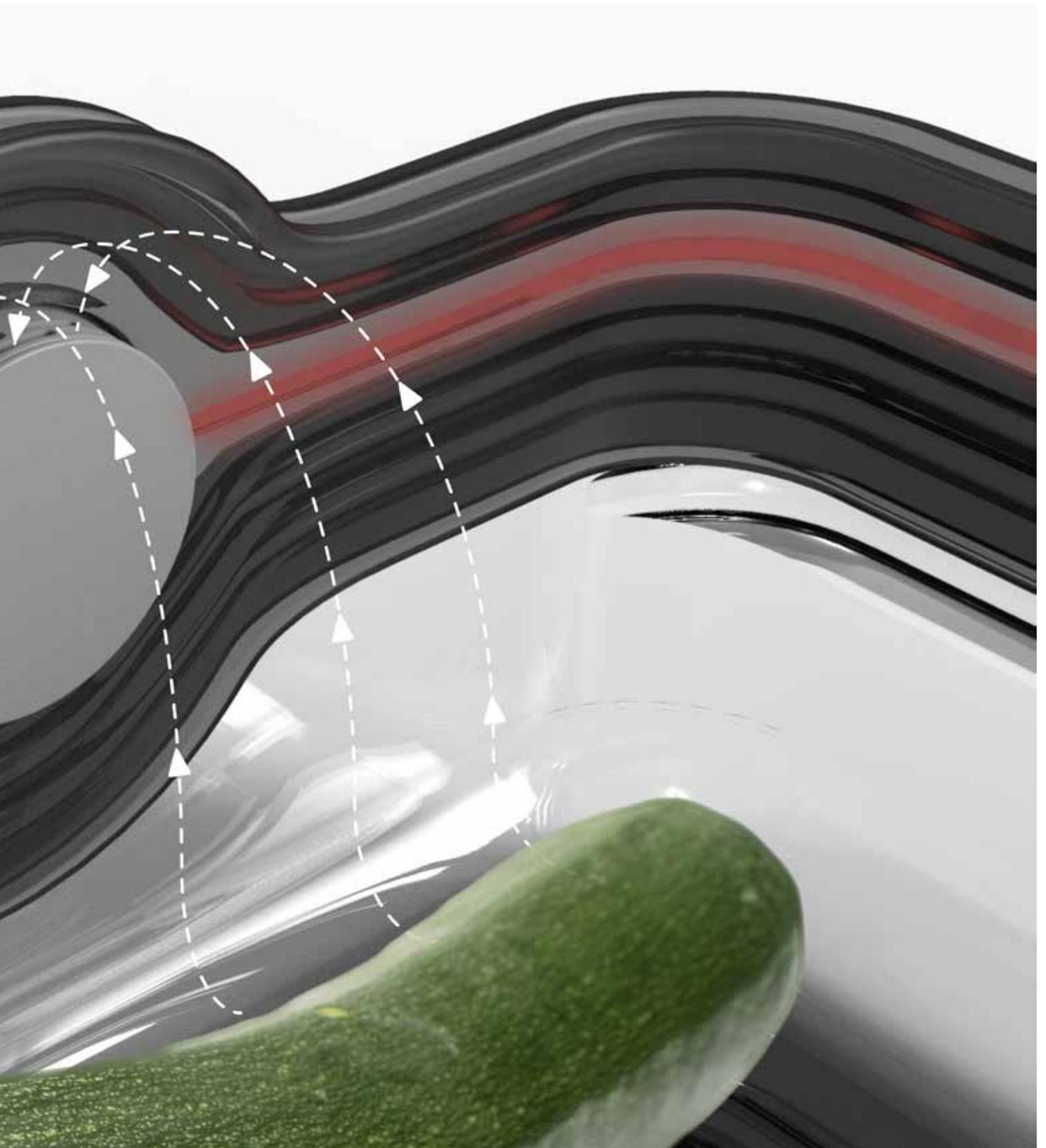
Il sensore, comunica con l'utente
inviando feedback luminosi e non



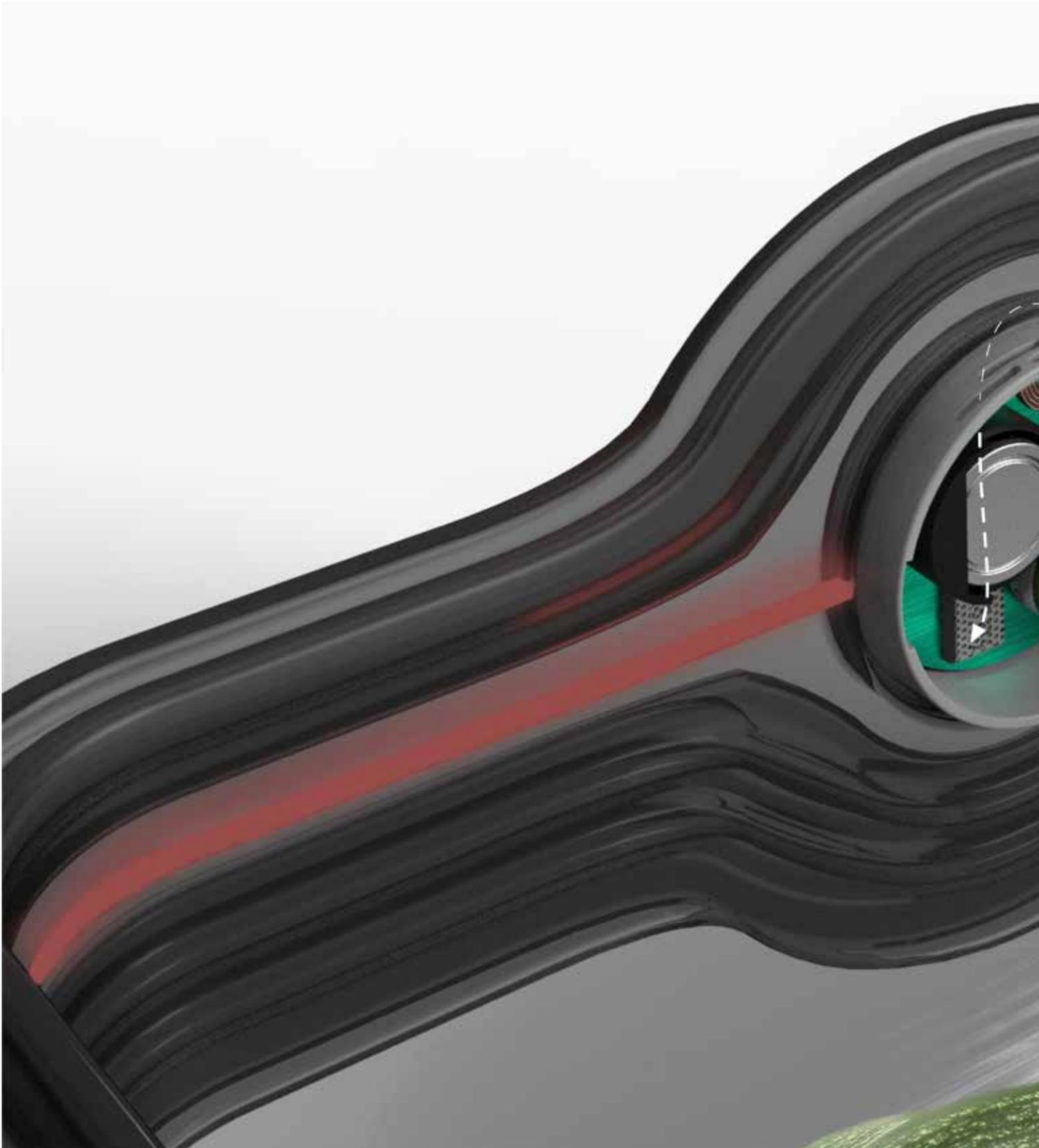


Come funziona il sistema dei contenitori



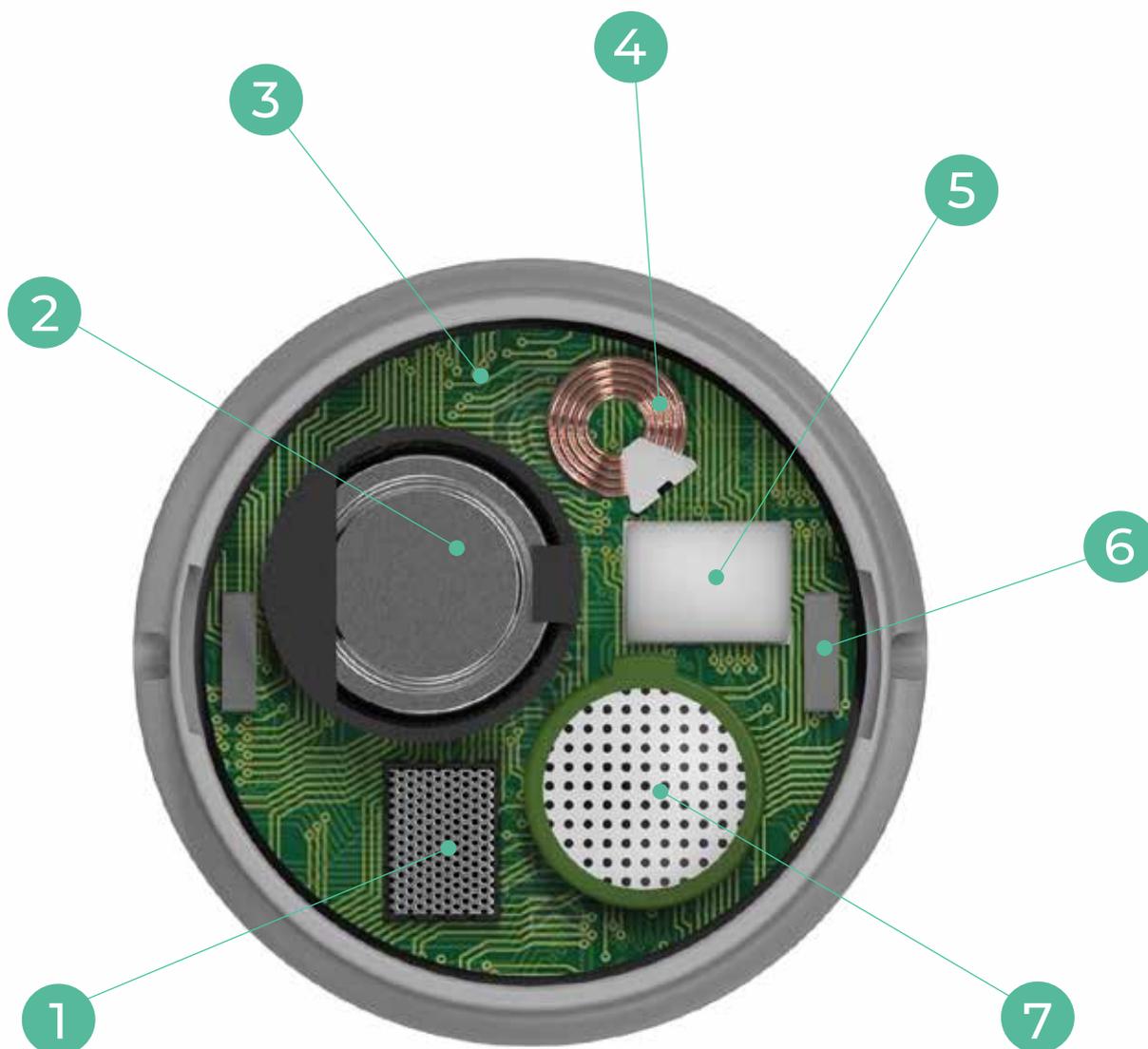


Come funziona il sistema dei contenitori



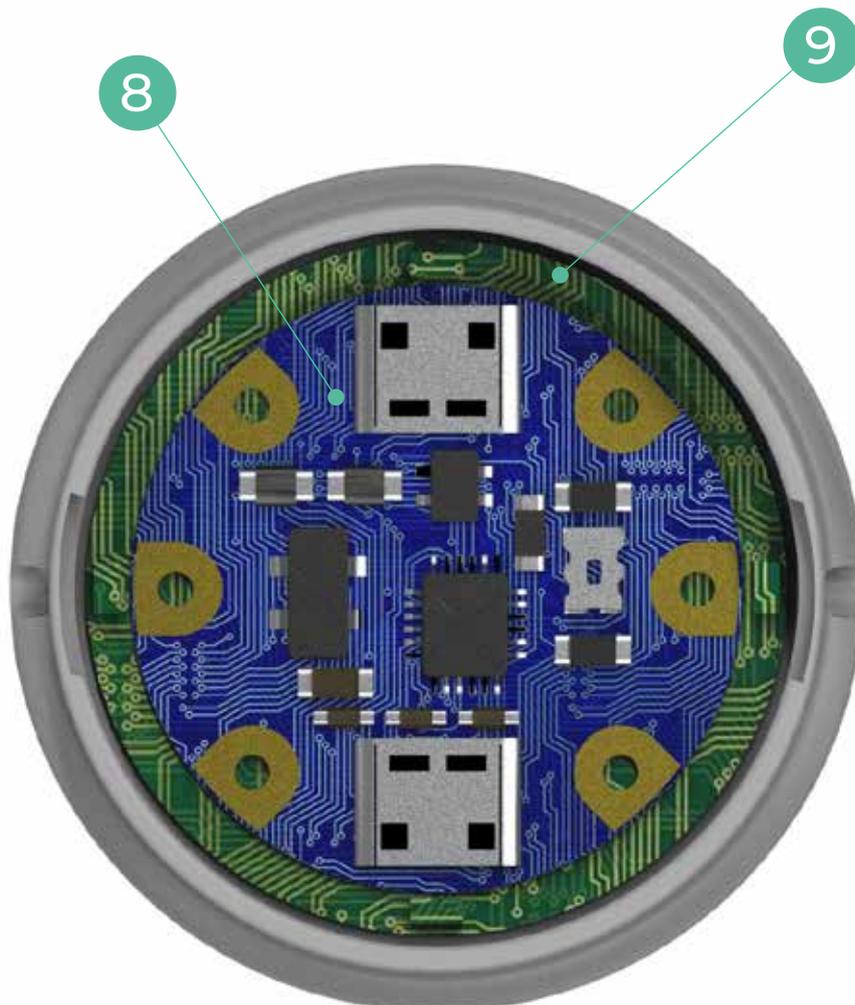


Componenti scatola - parte superiore



- 1- Sensore di gas (Idrogeno Solforato)
- 2- 2 batterie ricaricabili (3,3 V)
- 3- Scheda elettronica
- 4- Bobina per la ricarica wireless
- 5- Modulo wi fi
- 6- Led (3,3 V)
- 7- Sensore di gas (Etilene)

Componenti scatola - parte inferiore

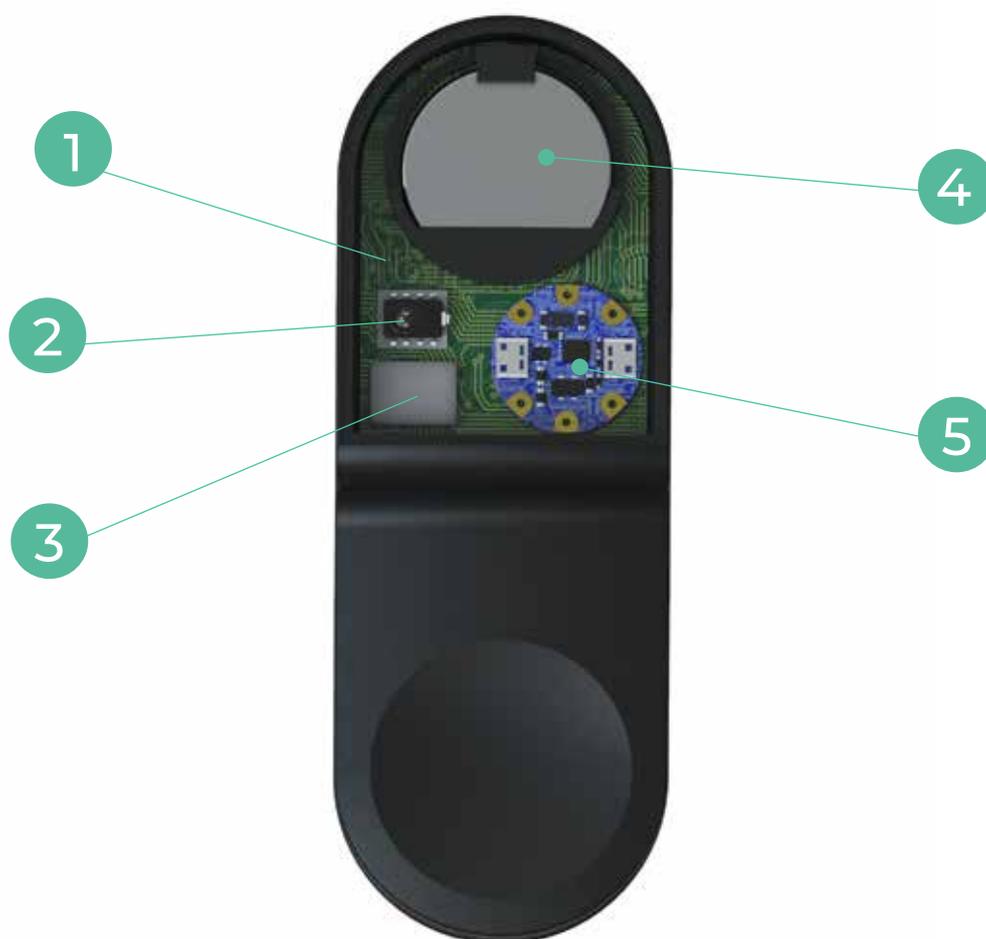


- 8- Piattaforma hardware Arduino
- 9- Scheda elettronica

Molletta



Componenti molletta



1- Scheda elettronica

2- Sensore di temperatura

3- Modulo wi fi

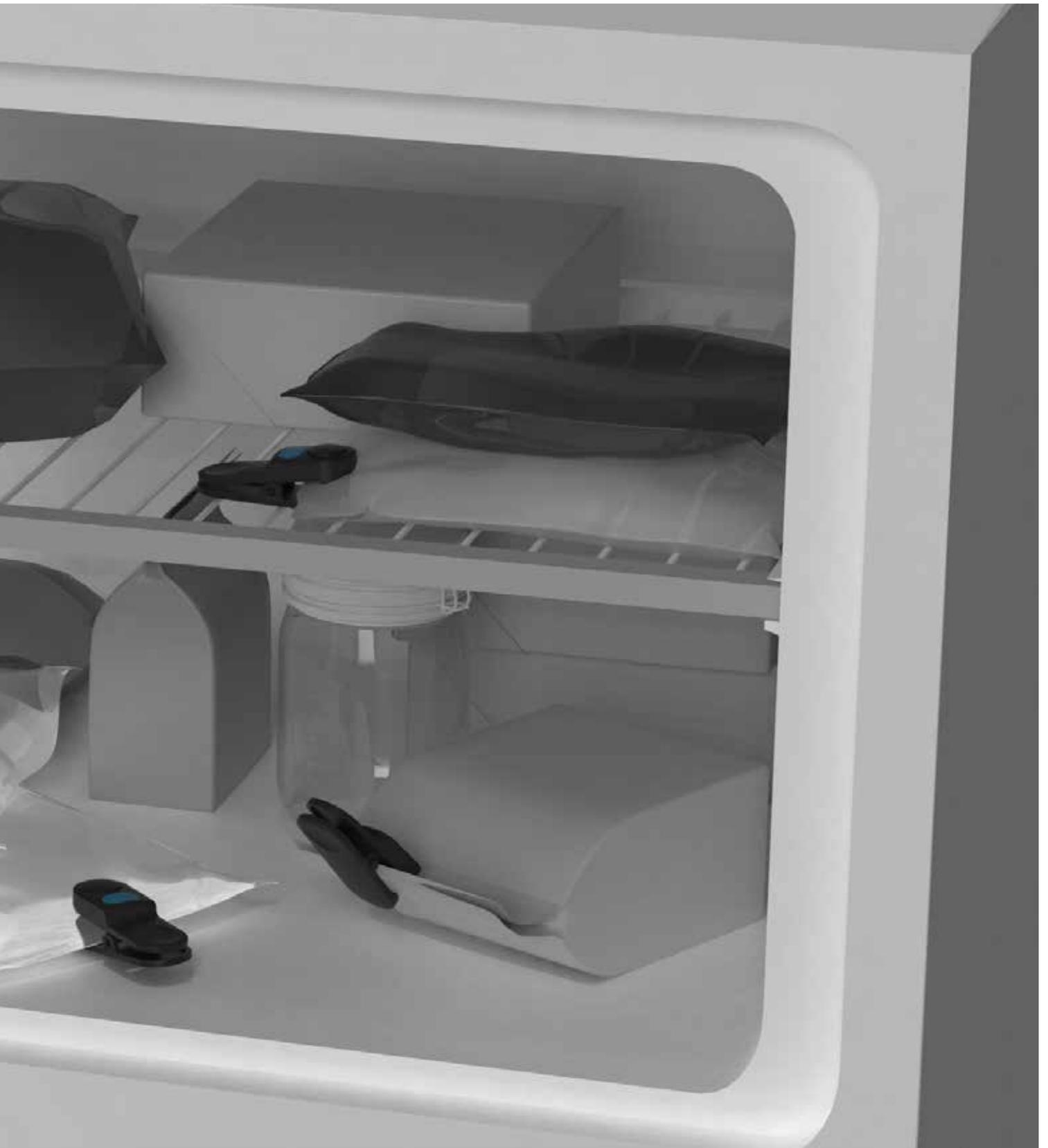
4- Batteria (3,3 V)

5- Piattaforma hardware Arduino

Etichetta termocromatica sul coperchio (cambiamento da blu a rosso)

Adattamento molletta in freezer





Set contenitori: 3 famiglie: Piccola / Media / Grande (3 coperchi per famiglia)



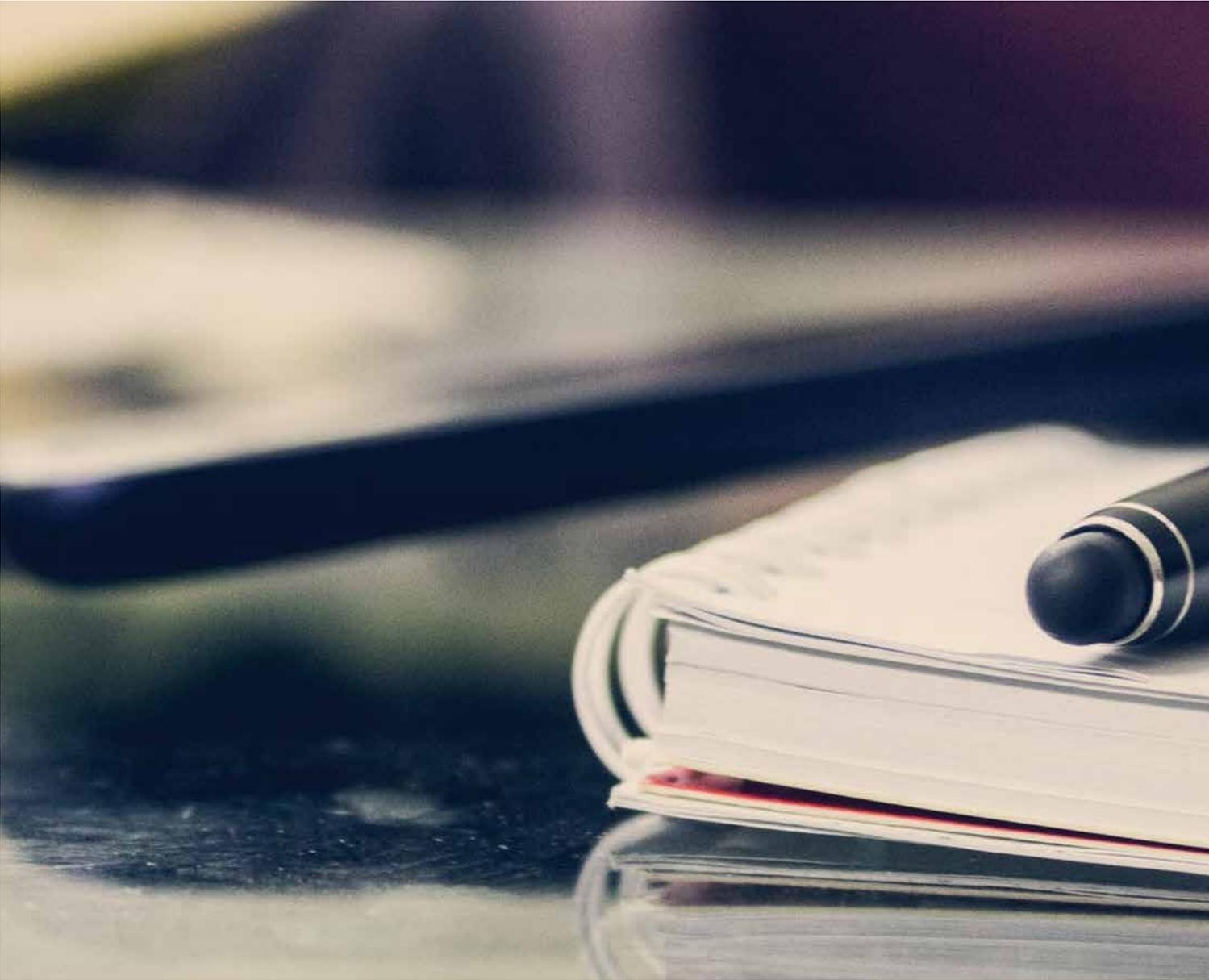
a, con 3 altezze differenti)



Adattamento contenitori in frigo









06

Allegati

6.1 - “Allegato n. 1” - La bioluminescenza

Di notte, quando la luce solare è assente, e nelle profondità marine dove la luce solare non arriva mai, per illuminare l'ambiente circostante molti animali emettono luce attraverso un processo noto come bioluminescenza. La bioluminescenza consiste nel portare alcune molecole a uno stato di eccitazione elettronica con alto potenziale energetico. Quando tornano allo stato fondamentale, queste molecole trasformano parte di tale energia in emissione di fotoni.

Queste sostanze sono note come **Luciferine** perchè, in presenza di ossigeno, vengono ossidate attraverso una reazione catalizzata dall'enzima Luciferasi emettendo lampi di luce (**figura 1**). La luciferina dei vari organismi capaci di emettere bioluminescenza ha una struttura abbastanza simile, anche se le vie metaboliche coinvolte nell'emissione di luce sono diverse. Oltre che avere la capacità di emettere luce, molti di questi animali devono avere sia adeguate strutture anatomiche per convogliarla sia specifici fotorecettori per rilevarla. Mentre negli ecosistemi terrestri la bioluminescenza è un fenomeno relativamente raro, essa caratterizza la quasi totalità degli abitanti degli abissi, dalle forme più semplici come batteri e dinoflagellati a quelle più complesse di invertebrati e vertebrati, che la utilizzano per attirare le prede, per allontanare i predatori per comunicare con i conspecifici. La luce emessa può essere continua e, più frequentemente, intermittente.

L'emissione di luce continua in genere ha un effetto attraente. Diversi pesci di profondità, ad, esempio, emettono luce continua da una appendice oscillante che si estende dalla testa o dalla gola e che funge da esca per attirare le prede anche da notevoli distanze. La luce intermittente, la cui durata può oscillare tra 0, a e 20 sec., ha la funzione di abbagliare e disorientare temporaneamente il predatore (effetto flash). Certi calamari e crostacei, invece, utilizzano miscele chimiche bioluminescenti che hanno la stessa funzione dell'inchiostro. L'emissione di una nuvola luminescente confonde un potenziale predatore permettendo al calamaro o al crostaceo di allontanarsi. In alcuni teleostei, come il bastracoide *Porichthys Notatus*, la bioluminescenza è generata a livello intracellulare da cellule fotoemittenti, o **fotociti**, contenuti in **fotofori**, strutture specializzate dotate di superfici riflettenti e lenti che consentono di orientare il fascio di luce emessa. L'emissione di luce viene prodotta per ossidazione di una particolare luciferina, la **cipridina**, catalizzata dalla luciferasi. I fotofori, in genere molto numerosi, sono distribuiti ai lati e sul dorso dell'animale ed emettono una luce intermittente che abbaglia e confonde i predatori. In altri organismi come il pesce topo (*Malacocephalus Laevis*) e diversi calamari, la luce viene generata da batteri simbiotici organizzati in cordoni e collocati all'interno dei fotofori.

La luciferina dei batteri luminescenti è un complesso formato da una flavoproteina (FMNH₂) e da un aldeide a catena lunga (R-CHO), in presenza di luciferasi e ossigeno, il complesso FMNH₂-RCHO è ossidato a FMN e acido carbossilico, con formazione di H₂O ed emissione di luce blu. Il calamaro *Euprymna Scolopes* ha una coppia di organi luminosi immersi nella sacca del nero, all'interno dei quali sono presenti milioni di batteri bioluminescenti. Nella parte sottostante, i fotofori sono circondati da riflettori e sul lato esterno presentano vere e proprie lenti che amplificano l'emissione del fascio di luce e possono orientarlo. Questo calamaro, inoltre, presenta sulla sua superficie delle strutture pluristratificate composte da proteine fluorescenti (riflettine) che riflettono la luce disorientando i predatori.

Tra i calamari tuttavia il più appariscente è il calamaro lucciola *Watasenia Scintillans*, che emette intensi flash di luce blu da tre sottili organi luminosi localizzati all'estremità delle braccia ventrali e una luminescenza vivace piuttosto continua da centinaia di piccoli organi luminosi distribuiti per tutto il corpo. La bioluminescenza è emessa da cellule fotoemittenti e richiede ATP.

La medusa *Aequorea Victoria* può emettere luce anche in assenza di ossigeno, dal momento che possiede una fotoproteina che durante la sua sintesi incorpora ossigeno ed è assemblata con un tipo di luciferina che emette lampi di luce in presenza di ioni Ca²⁺.

Nei pesci, sia la durata che l'intensità della luce emessa sono sotto il controllo diretto del sistema nervoso che, attraverso il midollo spinale e l'innervazione simpatica, innesca o disinnesca l'emissione di bioluminescenza in molti casi attraverso la liberazione di adrenalina e NO.

Le lunghezze d'onda della bioluminescenza emessa dai pesci corrispondono prevalentemente alla luce blu-verde. L'uso prevalente della luce blu-verde dipende dal fatto che essa viene trasmessa più efficacemente nell'acqua. Inoltre, molti organismi sono sensibili solo alla luce blu, dal momento che sono privi dei pigmenti visivi per assorbire lunghezze d'onda più lunghe (giallo, rosso) o più corte (ultra-violetto).

Alcuni teleostei (*Aristostomias grimaldii*), oltre a percepire la luce blu-verde, sono in grado di percepire la luce rossa perchè hanno un pigmento visivo sensibile a questa lunghezza d'onda. Altri teleostei sono in grado di percepire anche la luce rossa, nonostante non possiedano uno specifico pigmento. Il pesce drago (*Malacosteus Niger*), ad esempio, attraverso una combinazione di filtri e materiale fluorescente può emettere e percepire sia luce blu che rossa. Inizialmente, la luce blu emessa dal fotoforo viene assorbita da un pigmento fluorescente che la riemette come luce rossa; questa luce quindi viene filtrata fino ad assumere una lunghezza d'onda tale da essere visibili ad altri pesci. I fotorecettori di questo pesce non hanno un pigmento sensibile alla luce rossa, ma possiedono un particolare fotopigmento, che, attraverso una sorta di "fluorescenza invertita", cattura l'energia emessa dalla luce rossa e la trasfrisce ai pigmenti sensibili alla luce blu-verde. Curiosamente, la struttura di questo pigmento secondario è molto simile a quella della clorofilla. La capacità di produrre luce rossa offre un notevole vantaggio al pesce drago perchè esso riesce a vedere e catturare le prede che, non avendo fotopigmenti per il rosso, non possono vederlo. In definitiva, il pesce drago usa la luce rossa per se stesso e la luce blu-verde per mettere in guardia i predatori.

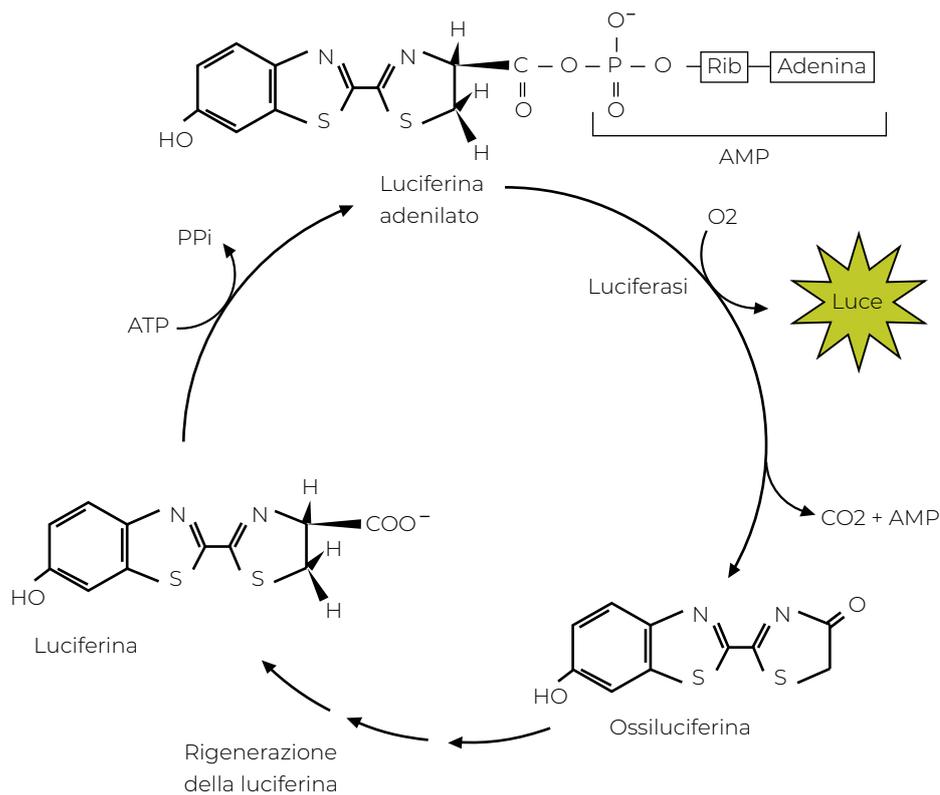


Figura 1.

Sebbene la maggior parte degli organismi bioluminescenti sia confinata nelle profondità oceaniche, il meccanismo d'azione di produzione di luce è in genere simile a quello utilizzato dalla comune lucciola (*lampyrus Nocticula*). La luciferina subisce una scissione ad opera dell'ATP formando un composto intermedio che, in presenza di O₂ e dell'enzima luciferasi, viene convertito in ossiluciferina. Il processo è accompagnato da emissione di luce, la cui lunghezza d'onda nelle varie specie può essere diversa.

6.2 - “Allegato n. 2” - Struttura di un fotoforo

Fotoforo

Gli organi luminosi o fotofori sono stati scoperti dal messinese Anastasio Cocco nel 1838 nel corso dei propri studi su pesci di profondità riportati in superficie dalle correnti ascensionali dello Stretto di Messina. Egli li descrisse come punti luminosi o brillanti, senza precisare le loro specifiche funzioni fisiologiche.

I fotofori sono veri e propri organi di natura ghiandola che variano per forma e dimensione a seconda della specie alla quale appartengono e possono rappresentare il 12% della superficie del pesce e fino al 15% del volume (Anctil, 1972; Harvey, 1957; Baguet, 1977; Herring, 1977, 1987, 2007; Whitehead et al., 1984).

Alcuni, di forma sferoidale, sono dislocati tra le scaglie come in quelli del genere *Hygophum* altri hanno, invece, forma di piccoli otri come nel genere *Vinciguerra*.

Anche il numero, la forma e la disposizione variano da specie a specie ed in alcuni casi, i fotofori sono riuniti ed i fotociti raggruppati in una camera comune come avviene nella famiglia degli *Sternoptychidae* oppure nel genere *Cyclothone* in cui tutta la parte ventrale del corpo è costellata da una doppia fila di fotofori.

Dal punto di vista macroscopico i fotofori si presentano, nelle diverse specie, con morfologia differente. A livello microscopico si può notare invece una organizzazione piuttosto simile.

I fotociti si trovano, in genere, allocati all'interno di un compartimento che per alcune specie è denominato “camera fotogena”, alla periferia della quale solitamente è localizzata una struttura, detta lente, la cui funzione è quella di concentrare le emissioni luminose verso l'esterno. L'intera camera fotogena, ed in alcuni casi la lente, sono circondate da uno strato di cellule, denominato riflettore, che possiede funzioni diottriche con il compito di impedire la dispersione dell'emissione luminosa convogliando i raggi, appunto, verso la lente.

Gli organi luminosi presentano articolata vascolarizzazione, che assicura il trofismo dell'organo, ed il loro controllo funzionale è garantito da complesse terminazioni nervose.

La caratteristica comune degli organi luminosi è rappresentata dalla loro natura ghiandola e le cellule fotogene, dette fotociti, sono deputate alla produzione del substrato chimico precursore delle reazioni luminose. Tali cellule possono avere morfologia e struttura differente con nuclei spesso confinati in una zona ialina del citoplasma. Presentano un ergastoplasma molto sviluppato e granuli di secrezione con caratteristiche istochimiche (glicoproteine) diverse da specie a specie.

Embriologicamente i fotofori derivano dall'ectoderma e si formano esattamente come le ghiandole epidermiche, affossandosi secondariamente all'interno del derma.

Tra le strutture annesse si distinguono: una lente-filtro di natura ectodermica, come le cellule fotogene, uno strato gelatinoso di natura mesodermica, il riflettore, che racchiude le camere fotogene e la lente-filtro. L'organo è rivestito, nella maggior parte dei casi, dallo strato pigmentato ricco di granuli di melanina. Il riflettore in alcune specie è ricco di cristalli di guanina immersi in una matrice amorfa.

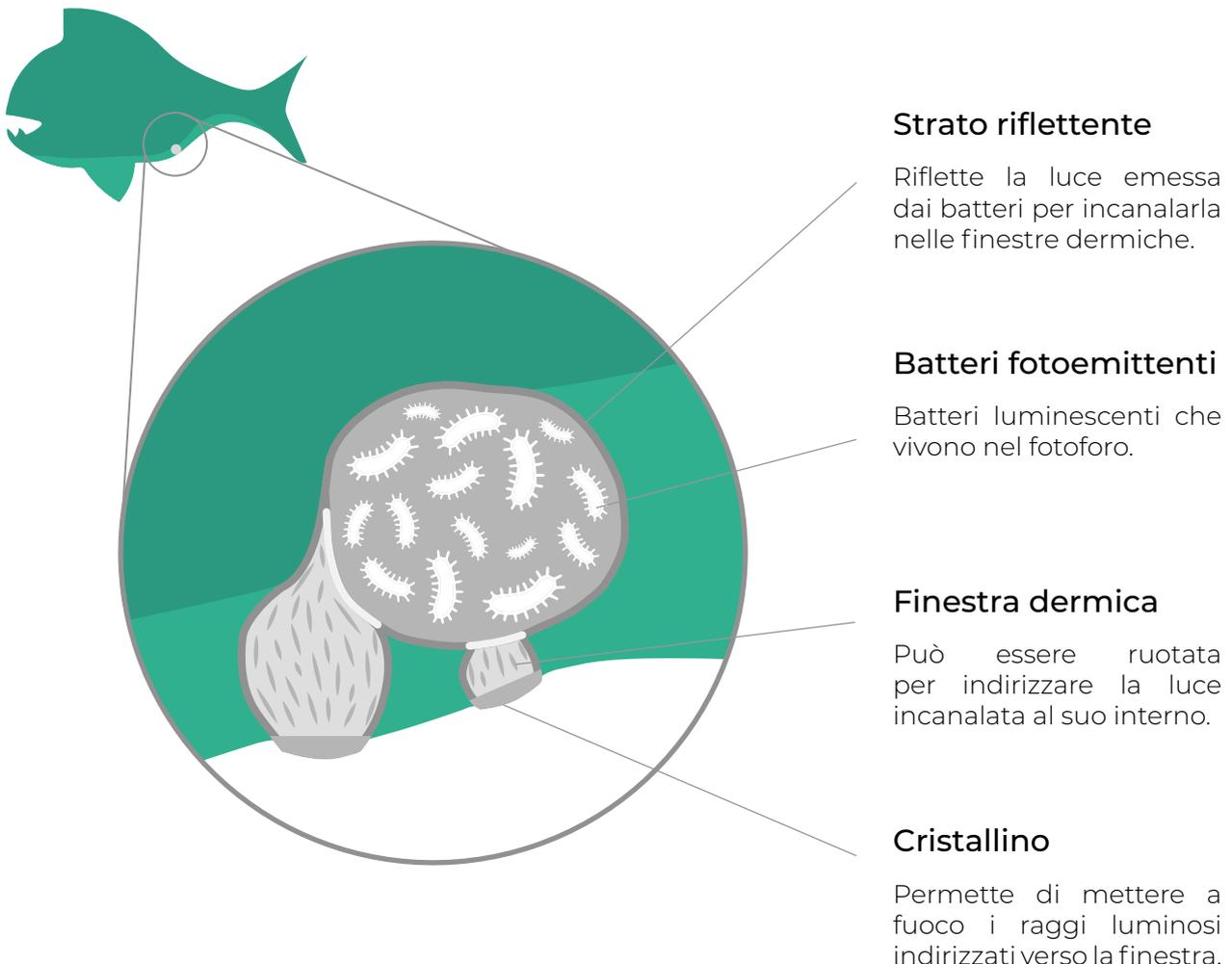
Le cellule fotogene e quelle della lente si differenziano tardivamente ed in alcune specie tale differenziazione è minima, mentre in altre appare piuttosto marcata. Nella famiglia dei *Myctofidae* non sussiste un differenziamento della lente e tale deficit è colmato dal foglietto mesodermico che provvede a ricoprire l'organo a spese di una scaglia modificata.

In passato si è cercato di fornire un inquadramento strutturale sistematico degli organi luminosi presenti nei teleostei e per primo Bassot ha fornito il quadro più esaustivo sull'argomento. Ha descritto infatti tre classi differenti: i fotofori di tipo Alfa, di tipo Beta e di tipo Gamma.

Il tipo Alfa è tipico della famiglia Sternoptychidae nei generi mediterranei quali *Argyrops* e *Maurolicus* non trattati nel presente studio; il tipo Beta è tipico della famiglia Gonostomatidae nei generi mediterranei quali *Gonostoma* e *Cyclothone*; il tipo Gamma è presente nella famiglia dei Phosichthyidae nei generi mediterranei quali *Vinciguerra* e *Ichthyococcus* ed è presente anche nella famiglia degli Stomiidae nei generi mediterranei quali *Chauliodus* e *Stomias*. I fotofori presenti invece nelle specie appartenenti alla famiglia dei Mictophidae non rientrano in questa peculiare classificazione a causa della loro struttura tipica e della loro caratteristica organizzazione. Tale catalogazione ancor oggi viene utilizzata per una sorta di inquadramento sistematico e per fornire la descrizione topografica delle varie componenti funzionali.

In linea generale la distribuzione topografica dei fotofori sul corpo dei pesci trova ancor oggi valida esplicazione negli schemi proposti da Harold (1994) per l'ordine Stomiiformes e da Paxton (1972) per l'ordine dei Mictophiformes.

Struttura di un fotoforo.



6.3 - “Allegato n. 3” - La Chemiluminescenza

La chemiluminescenza, è l'emissione di radiazione elettromagnetica, in particolare nel visibile e nel vicino infrarosso, che può accompagnare una reazione chimica.

Può essere definita anche come:
la riproduzione chimica della bioluminescenza, o meglio ancora, la produzione di luce a partire da una reazione chimica.

Sono poche le reazioni chimiche che producono chemiluminescenza:

Un esperimento basato sulla chemiluminescenza si basa sulla misurazione della variazione di intensità dell'emissione luminosa nel tempo. Vari ioni metallici catalizzano la reazione del luminolo con perossido di idrogeno facendo variare il picco di intensità, è così possibile rivelare vari ioni presenti in soluzione.

Sfruttando questa attività catalitica, è possibile rivelare tracce di sangue in quanto anche il ferro contenuto nell'emoglobina catalizza la reazione del luminolo.

GlowStick (Figura 1)

I componenti chimici principali di un lightstick sono acqua ossigenata, difenil ossalato (un estere dell'acido ossalico) e un pigmento fluorescente da cui dipende il colore.

Per accendere la luce è sufficiente piegare la bacchetta rompendo in questo modo la fiala contenuta al suo interno. Ciò fa mescolare i composti chimici e dà avvio alla reazione luminescente.

Considerazioni

- La reazione è esotermica, ovvero rilascia una piccola quantità di calore;
- La temperatura influisce considerevolmente su questa reazione e sull'intensità luminosa, più è bassa più riduce le prestazioni;
- Una volta avviata non può essere interrotta.

Luminolo (Figura 2)

Per esibire la sua luminescenza, il Luminolo deve prima essere attivato con un ossidante. Solitamente una soluzione di perossido di idrogeno ed un sale basico in acqua sono usati come attivatori. In presenza di catalizzatori come i composti del ferro, il perossido di idrogeno si decompone in acqua e ossigeno. Gli scienziati forensi usano la reazione del luminolo per rilevare la presenza di sangue.

Considerazioni

- Leghe contenenti rame, detersivi come la candeggina, l'urina e persino il rafano possono catalizzare la reazione del Luminolo.

Figura 1

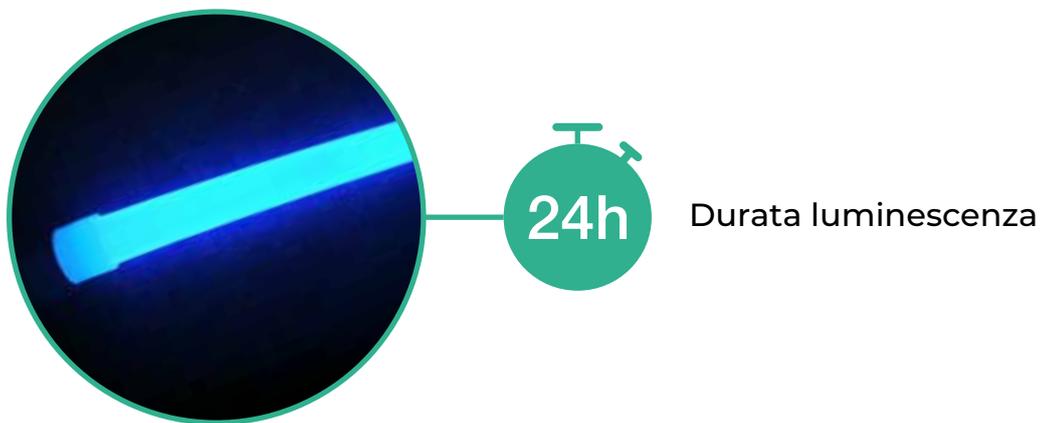
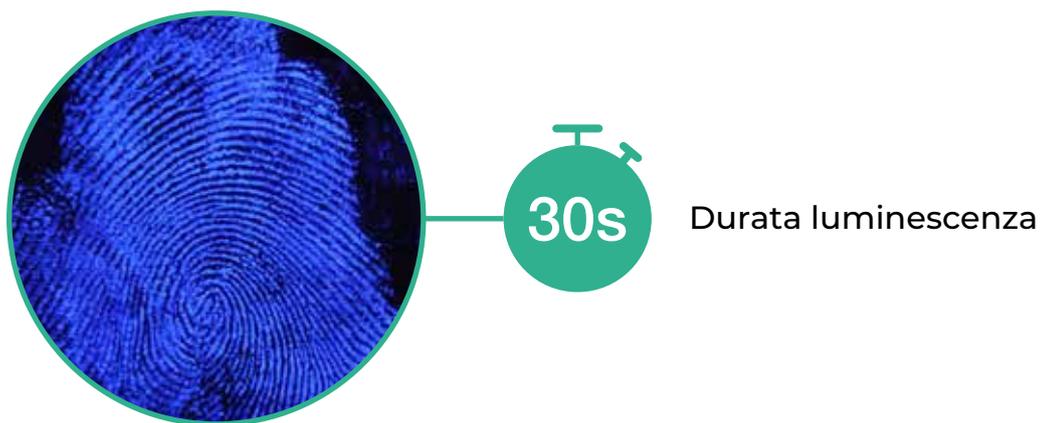


Figura 2



6.4 - "Allegato n. 4" - Specie bioluminescenti analizzate

Specie di mare:

Prestazioni

Calamaro / Seppia / Polpo:

- Abralia Veranyi (calamaro) — — — — — ● - contro-illuminazione
- Euprymna Scolopi (calamaro) — — — — — ● - contro-illuminazione
- Lycoteuthis (calamaro) — — — — — ● - contro-illuminazione
- Watasenia Scintillans (calamaro) — — — — — ● - contro-illuminazione
- Symplectoteuthis Luminosa (polpo) — — — — — ● - emette flash
- Stauroteuthis Syrtensis (calamaro) — — — — — ● - flash per spaventare o attrarre prede

Gamberetto / Crostaceo:

- Krill (gamberetto) — — — — — ● - contro-illuminazione / accoppiamento
- Acanthephyta purpurea (gamberetto) — — — — — ● - distrazione (melma)
- Sergestes Similis (gamberetto) — — — — — ● - contro-illuminazione
- Metridia Lucens (crostaceo) — — — — — ● - stimolazione meccanica
- Vargula Hilgendorfi (crostaceo) — — — — — ● - comunicazione intraspecifica

Medusa > Idromedusa / Scifomedusa:

- Aequorea Victoria (idromedusa) — — — — — ● - stimolazione meccanica
- Atolla Wyvillei (scifomedusa) — — — — — ● - anti furto
- Pelagia Noctricula — — — — — ● - stimolazione meccanica
- Periphylla (scifomedusa) — — — — — ● - stimolazione meccanica / flash per spaventare
- Poralia Rufescens (scifomedusa) — — — — — ● - flash per spaventare

Stella marina:

- Amphipholis Squamata — — — — — ● - distrazione (arto)
- Ophiopsila Californica — — — — — ● - distrazione (arto)

Batterio:

- Photobacterium Leiognathi — — — — — ● - simbiosi
- Vibrio Vischeri — — — — — ● - comunicazione intraspecifica / flash per spaventare / flash per attrarre prede

Invertebrato marino / Verme marino:

- Beroe Cucumis (invertebrato marino) — — — — — ● - /
- Beroe Ovata (invertebrato marino) — — — — — ● - /
- Mnemiopsis Leidy (invertebrato marino) — — — — — ● - stimolazione meccanica
- Swima Bombiviridis (verme marino) — — — — — ● - distrazione (melma)

Cetriolo di mare / Lumaca di mare / Mollusco:

- Enypniastes (cetriolo di mare) — — — — — ● - anti furto
- Hinea Brasiliana (lumaca di mare) — — — — — ● - flash per spaventare
- Pholas Dactylus (mollusco) — — — — — ● - /
- Latia Neritoides (lumaca di mare) — — — — — ● - distrazione (melma)

Corallo:

- Ptilosarcus Gurneyi — — — — — ● - flash per spaventare

Anemone:

- Renilla Reniformis — — — — — ● - stimolazione meccanica

Colori della luce emessa

Rosso ●	Alternanza blu / verde ●	Alternanza rosso / verde / blu ●
Giallo ●	Alternanza rosso / verde ●	Riflesione amplificando la luce ●
Verde ●	Alternanza giallo / verde ●	Riflesione specchiando tutti i colori ○
Blu ●	Alternanza rosso / verde / giallo ●	Sconosciuto ●

Specie di mare

Prestazioni

Squalo / Pesci:

- Etmopterus Spinax (squalo)	— — — — —	●	- flash per spaventare / comunicazione intraspecifica
- Hatchetfish (pesce)	— — — — —	●	- contro-illuminazione
- Chauliodus sloani (pesce)	— — — — —	●	- contro-illuminazione / comunic. / spaventare / attrarre
- Malacosteus Niger (pesce)	— — — — —	●	- flash per attrarre prede
- Malanocetus Johnsoniirana (pesce)	— — —	●	- accoppiamento
- Melanostomias Bartonbeani (pesce)	— — —	●	- /
- Spookfish (pesce)	— — — — —	●	- riflessione
- Sternoptychidae (pesce)	— — — — —	●	- contro-illuminazione
- Diaphus Holti (pesce)	— — — — —	●	- /
- Argyropelecus Hemigymnus (pesce)	— — —	●	- /
- Porichthis Notatus (pesce)	— — — — —	●	- flash per spaventare / contro-illuminazione / accopp.
- Photoblepharon Palpebratus (pesce)	— — —	●	- flash per spaventare / comunicazione intraspecifica
- Parapriacanthus Beryciformes (pesce)	— —	●	- /

Protisti:

- Nocticula Scintillans	— — — — —	●	- flash per spaventare / anti furto
- Lingulodinium Polyedrum	— — — — —	●	- /
- Collozoum Inerme	— — — — —	●	- stimolazione meccanica

Tunicati:

- Pirosomi	— — — — —	○	- comunicazione intraspecifica
- Praya Dubia	— — — — —	●	- flash per attrarre prede
- Erenna Spp.	— — — — —	●	- flash per attrarre prede
- Forskalia Edwardsi	— — — — —	●	- /
- Physophora Hydrostatica	— — — — —	●	- /
- Stephanomia Spp.	— — — — —	●	- /
- Marrus Orthocanna	— — — — —	●	- /

Specie di terra

Lucciola:

- Arachnocampa Luminosa	— — — — —	●	- flash per attrarre prede
- Lampyris Nucticola	— — — — —	●	- accoppiamento
- Lateralis Motschulsky	— — — — —	●	- accoppiamento
- Photuris	— — — — —	●	- accoppiamento
- Luciola Cruciata	— — — — —	●	- accoppiamento / comunicazione intraspecifica

Lombrico / Verme / Millepiedi:

- Chaetopterus Variopedatus (verme)	— — —	●	- stimolazione meccanica / distrazione (melma)
- Harmothoe Lunulata (verme)	— — — — —	●	- /
- Diplocardia Longa (lombrico)	— — — — —	●	- distrazione (melma)
- Ptychodera Flava (verme)	— — — — —	●	- /
- Motyxia Sequoiae (millepiedi)	— — — — —	●	- flash per spaventare
- Phrixothrix Hirtus (millepiedi)	— — — — —	●	- flash per spaventare
- Orphanaeus Brevilabiatus (millepiedi)	— — —	●	- distrazione (melma)

Fungo:

- Neonothopanus Gradneri	— — — — —	●	- riproduzione
- Omphalotus Nidiformis	— — — — —	●	- riproduzione
- Mycena Mitricolor	— — — — —	●	- riproduzione
- Armillaria Mellea	— — — — —	●	- riproduzione
- Panellus Stipticus	— — — — —	●	- riproduzione

Sitografia

<https://asknature.org/>
https://ocean.si.edu/search?f%5B0%5D=op_generated_tags%3A17439
http://www.nationalgeographic.it/dal-giornale/2015/03/02/foto/vite_luminose-2508977/1/#media
<https://www.greenme.it/abitare/accessori-e-decorazioni/lampade-alghe/>
<https://il13mocavaliere.wordpress.com/2017/04/09/gli-spettri-blu-dellabisso-di-europa/>
<https://www.allumen.dk/en/start-page/>
<https://www.architetturaecosostenibile.it/materiali/innovativi/efficienza-naturale-luciole-lanterne-151>
<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2010.2203>
<http://blogs.evergreen.edu/pim-group6/deep-sea-diversity-bioluminescence-in-action/>
https://www.microchemicals.com/products/photoresists/az_9245.html
https://www.mediasetplay.mediaset.it/video/planetearth/il-verme-della-ferrovia_F307214702002C18
<http://filmatidimare.altervista.org/calamaro-vampiro-vampire-squid/>
<http://www.myfoodsniffer.com/product.html>
<https://www.worldfoodinnovations.com/innovation/pasteur-sensor-tag-predicts-the-actual-shelf-life-of-chilled-foods>
<https://dansensor.it/blog/the-easy-way-to-keep-your-food-product-fresh-for-a-longer-time>
<https://www.modifiedatmospherepackaging.com/>
<https://www.dimensionepulito.it/2014/07/08/gli-alimenti-freschi-3/>
http://www.benessere.com/dietetica/arg00/ph_alimenti.htm
https://blog.nxp.com/innovation/how-new-wireless-sensor-technologies-eliminate-global-waste-in-perishable-goods-nxp?lang=en&lang_cd=en
<http://www.infinity-id.com/rfid-label/>
<https://www.rfid-soluzioni.com/>
<http://ilnasodelvino.com/cultura/formaggio-odori-aromi-e-loro-precursori/>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6210272/>
<http://www.vita.it/it/article/2019/01/21/spreco-domestico-ogni-anno-36->

<http://www.amblav.it/news/>
<https://www.minambiente.it/comunicati/spreco-alimentare-al-la-sesta-campagna-europea-di-sensibilizzazione>
<http://www.fao.org/news/story/it/item/1152472/icode/>
<http://www.fao.org/news/story/it/item/1197075/icode/>
http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_3_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=dossier&p=dadossier&id=8
<https://www.epicentro.iss.it/ben/2007/dicembre/1>
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)30041-8/fulltext#seccestitle10](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)30041-8/fulltext#seccestitle10)

Bibliografia

Biologia molecolare della cellula, Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter, zenichelli, 2016

Fisiologia degli animali marini, Alessandro Poli, Elena Fabbri, 2012

Biologia marina, biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini, Roberto Danovaro, 2013

Food packaging. Materiali, tecnologie e qualità degli alimenti, Luciano Piergiovanni, Sara Limbo, E. Montesi, 2010

LA RICERCA

OBIETTIVI DELLA RICERCA

Analisi degli sprechi alimentari e i rischi per la salute dovuti a cattive abitudini, ricercando una soluzione progettuale nell'imitazione del processo naturale della bioluminescenza

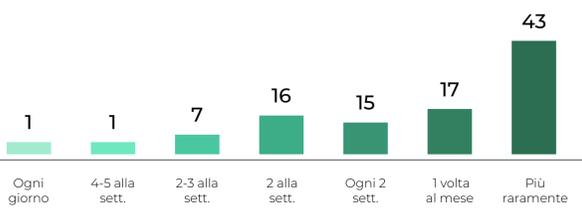
Frequenza dello spreco

QUANTO SPESSO SPRECHIAMO?

Lo spreco alimentare costa ogni anno **1.000 miliardi di dollari**. Una cifra, che sale a 2.600 miliardi se si considerano i costi «nascosti» legati all'acqua e all'impatto ambientale. Ogni anno l'UE getta 90 milioni di tonnellate di cibo e ogni giorno in Europa si spreca 720 Kcal di cibo a persona.



Quanto spesso le capita di buttare avanzi o cibo che non considera più buono?

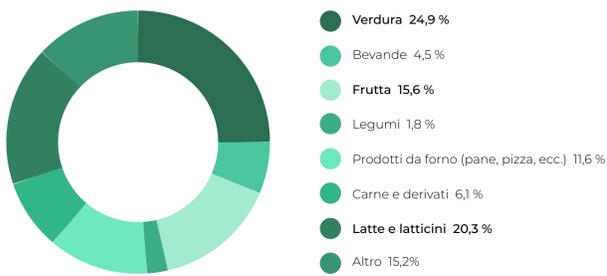


Osservatorio Waste Watcher di Last Minute Market / Swg, 2018
La frequenza dello spreco alimentare in un range di persone intervistate

Cosa sprechiamo?

LO SPRECO DEI CIBI IN ITALIA

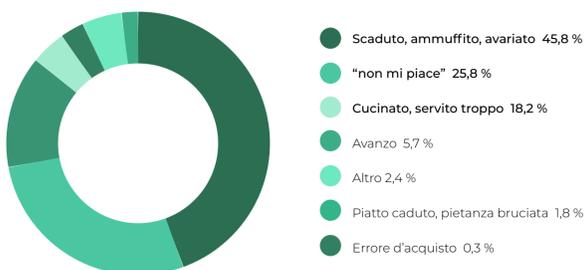
In Italia, si spreca, in media, 1,5 kg di cibo ogni settimana e il pasto incriminato è la cena, durante la quale si butta via, in media, 1 volta e 1/2 più cibo che a pranzo.



Motivazioni dello spreco

LO SPRECO DEI CIBI IN ITALIA

Lo spreco di cibo domestico in Italia ammonta all'anno a circa **9 miliardi di €**. Le motivazioni di questi sprechi sono molteplici.



Rischi per la salute

UNA CORRETTA CONSERVAZIONE

Non bisogna sottovalutare la gestione casalinga degli alimenti (igiene dell'ambiente domestico, preparazione e conservazione dei cibi) perché, dal momento dell'acquisto, **la sicurezza alimentare dipende da noi, cioè dalla corretta gestione in ambito domestico degli alimenti.**



Contaminazioni alimentari

Il rischio di contaminazioni può essere ridotto mediante idonee pratiche di conservazione, preparazione e cottura da parte del consumatore finale. In realtà, i dati evidenziano che la massima percentuale di casi di tossinfezione alimentare, **oltre il 40%**, sono provocati da comportamenti inidonei presso gli ambienti domestici.

Si riportano dati ottenuti su informazioni autoriferite di comportamenti alimentari a rischio, quali:

- L'assunzione di cibi crudi o poco cotti
- Carne cruda o poco cotta
- Salsiccia fresca
- Pesce crudo o poco cotto
- Frutti di mare crudi
- Uova crude
- Le modalità di scongelamento dei surgelati
- L'attenzione all'etichettatura dei prodotti alimentari

Risultati analisi



L'indagine condotta ha permesso di rilevare come siano assai diffusi nella popolazione comportamenti alimentari a rischio, (**quasi 2 persone su 3**) come il consumo di cibi crudi e poco cotti, e per contro come sia scarsa la consapevolezza riguardo la gestione casalinga degli alimenti.

Trend futuri

La prima Giornata Mondiale ONU della Salubrità Alimentare, celebrata a livello globale il 7 giugno, mira a potenziare gli sforzi per garantire che il cibo che mangiamo sia sicuro.

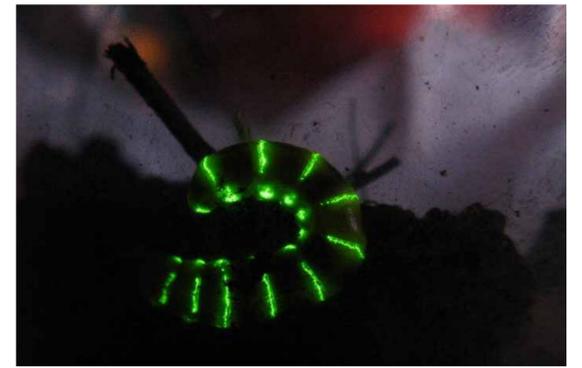
L'ONU ha incaricato due delle sue agenzie, l'Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) e l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) di gestire gli sforzi per promuovere la salubrità alimentare in tutto il mondo.



La Bioluminescenza

COS'È LA BIOLUMINESCENZA

In chimica la bioluminescenza è un fenomeno per cui organismi viventi emettono luce attraverso particolari reazioni chimiche, nel corso delle quali l'energia chimica viene convertita in energia luminosa.



Elemento ispiratorio

È stato illuminante un percorso di studi attraverso il mondo della Biomimesi.

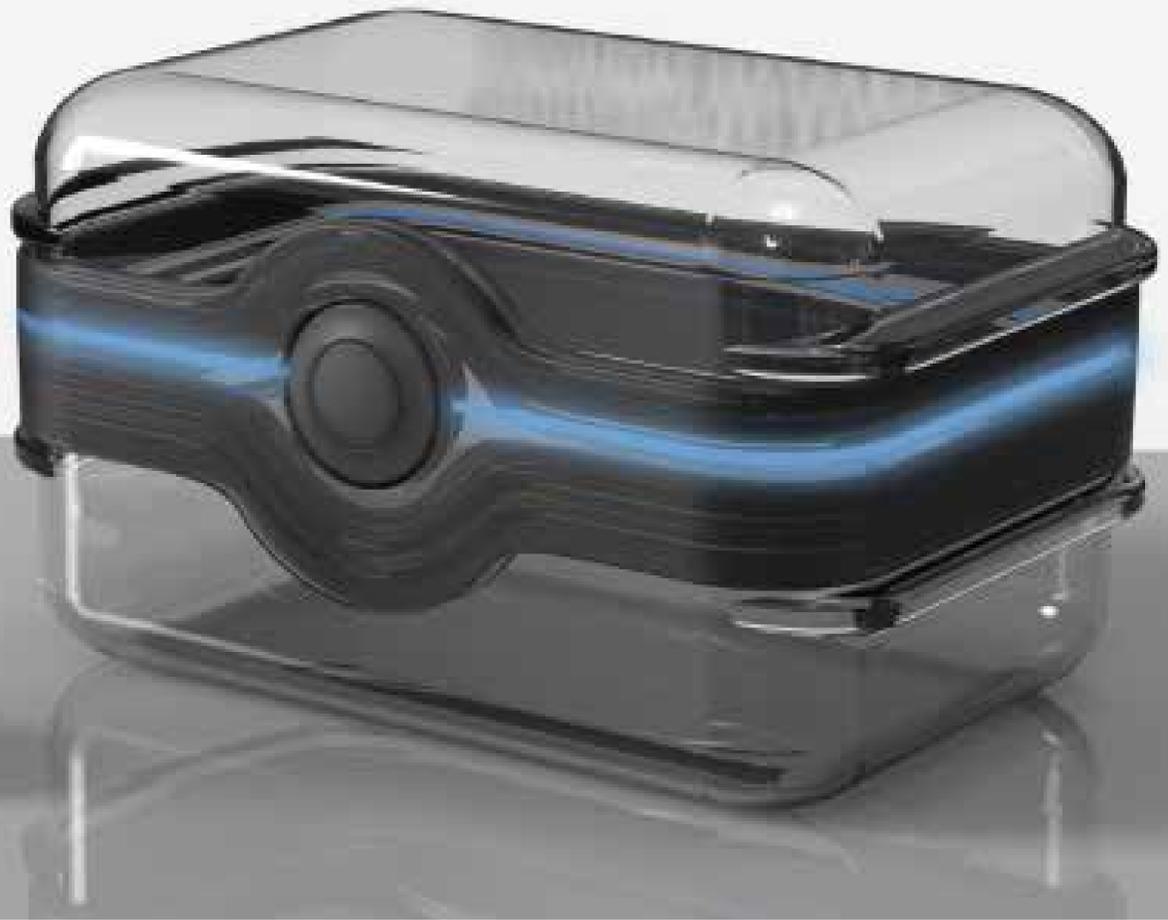
Capire la natura è stato il primo passo.

In particolare viene affrontato il tema della **segnalazione**, nello specifico si vuole studiare il fenomeno della Bioluminescenza. Il mondo della Bioluminescenza è un sistema vasto e complicato di interazione intraspecifica e non. Sia specie di mare che di terra ed aria, utilizzano questa strategia mimetica per sopravvivere, cacciare e riprodursi.

Si vuole, quindi, trasferire questa strategia, al sistema di contenitori progettato, utilizzando come elemento segnaletico il colore e la luce.

IL VERO PROBLEMA





FASI DI ATTIVAZIONE



1. FASE

Si attiva il contenitore o la molletta

2. FASE

Questi si collegheranno al modem

3. FASE

Si avrà quindi il collegamento con l'app

APP

Il collegamento diretto con l'app ci permetterà di settare ogni contenitore ed ogni molletta, da noi attivati, per stabilire quali alimenti il nostro sistema dovrà monitorare

FEEDBACK

Avremo dei feedback costanti sullo stato dei nostri alimenti e l'app ci indicherà i vari stadi di conservazione che raggiungerà ogni singolo prodotto



FEEDBACK LUMINOSI



1 - FEEDBACK VERDE

La prima fase vuole indicare uno stato di conservazione ancora inalterato



2 - FEEDBACK GIALLO

La seconda, entra in gioco quando il livello di freschezza dell'alimento è variato, suggerisce quindi di cucinarlo o mangiarlo



3 - FEEDBACK AZZURRO

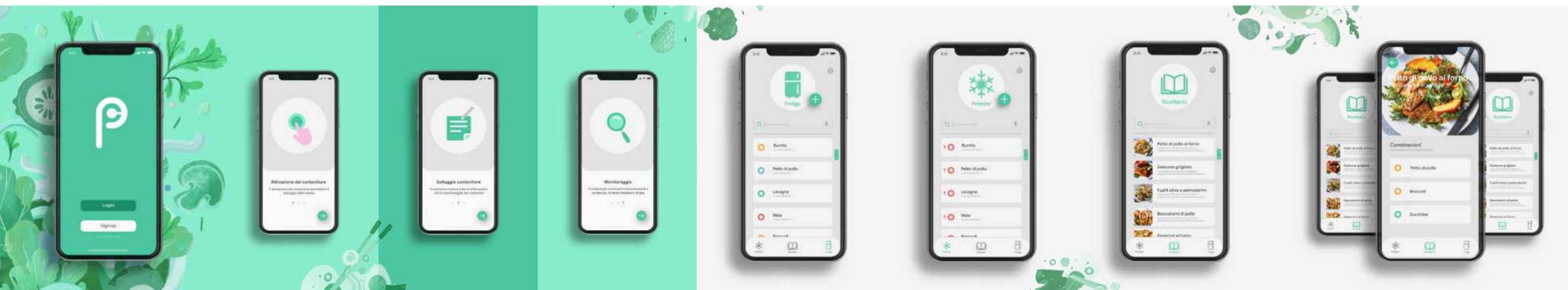
Questa fase, vuole consigliare una soluzione di conservazione inserendo il contenuto in freezer, non avendolo mangiato o cucinato



4 - FEEDBACK ROSSO

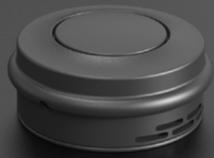
La terza ed ultima fase ci indica che l'alimento non è più sicuro, essendo entrati in gioco gas, scaturiti dal deterioramento del contenuto

APP





COME FUNZIONA?



1. IL CIBO EMETTE GAS
Durante le fasi di invecchiamento il cibo rilascia alcuni gas



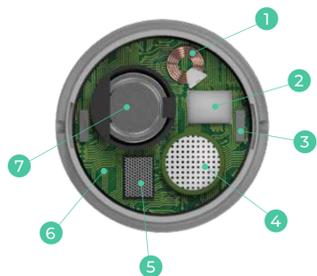
2. IL SENSORE LO RILEVA
I sensori all'interno della scatola rilevano Etilene e Idrogeno Solforato



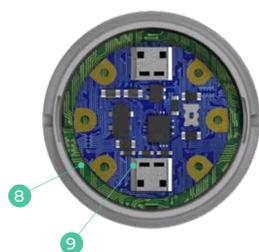
3. INVIO DEI FEEDBACK
Il sensore, comunica con l'utente inviando feedback luminosi e non

SCATOLA - MOLLETTA: COMPONENTI

Scatola:
Parte superiore



Scatola:
Parte superiore



Molletta



1 - BOBINA PER LA RICARICA WIRELESS

2 - MODULO WI FI
Mette in comunicazione il contenitore con il modem

3 - 2 LED (3,3 V)
Per illuminare la fibra ottica

4 - SENSORE DI GAS (ETILENE)
Rileva l'Etilene emesso dalla frutta e dalla verdura

5 - SENSORE DI GAS (IDROGENO SOLFORATO)
Rileva l'Idrogeno Solforato emesso dalla carne

6 - SCHEDA ELETTRONICA

7 - 2 BATTERIE RICARICABILI (3,3 V)
Permettono all'utente di utilizzare un pad di ricarica per la scatola

8 - SCHEDA ELETTRONICA

9 - PIATTAFORMA HARDWARE ARDUINO
Piattaforma che permette la comunicazione tra le componenti

10 - BATTERIA (3,3 V)

11 - PIATTAFORMA HARDWARE ARDUINO
Piattaforma che permette la comunicazione tra le componenti

12 - SENSORE DI TEMPERATURA
Rileva la temperatura dell'ambiente in cui è situata

13 - MODULO WI FI
Mette in comunicazione il contenitore con il modem

14 - SCHEDA ELETTRONICA

SISTEMA DI CONTENITORI

