



FEDERCHIMICA

AVISA

GRUPPO INCHIOSTRI DA STAMPA

INCHIOSTRI DA STAMPA PER IMBALLAGGIO FLESSIBILE

Indice

INCHIOSTRI PER PACKAGING

- Introduzione 3
- Processi di stampa 4
- Tipologie di inchiostri, componenti e formulazioni 11
- Differenze tra inchiostri all'acqua e a solvente 24
- Inchiostri a indurimento: UV e EB 31
- La stampa digitale 34
- Criteri di scelta e formulazione dell'inchiostro 37
- Inchiostri per imballaggi alimentari: quali inchiostri e vernici? 38
- Sicurezza dei materiali a contatto con gli alimenti 40
- L'impegno delle imprese 45
- La sostenibilità 46



Inchiostri da stampa: semplicemente indispensabili

Vi siete mai chiesti come sarebbero i prodotti che troviamo sugli scaffali del supermercato senza gli inchiostri da stampa? Senza di essi non avremmo scritte e disegni stampati su tutti gli oggetti che acquistiamo.

Non esisterebbero i libri, i quotidiani, i periodici, la pubblicità, per non parlare delle banconote. Che mondo sarebbe, senza parole e senza colore? Come faremmo a distinguere la nostra bibita preferita, a leggere le scritte sui prodotti alimentari o ad ammirare le stampe sulle magliette? Gli inchiostri da stampa fanno parte della nostra vita quotidiana più di quanto si possa pensare. Vogliamo introdurvi in questo mondo per spiegarvene la complessità e la funzionalità.



FLESSOGRAFIA

Il **processo flessografico (flexo)** consiste in un sistema di cilindri che trasferisce l'inchiostro sul substrato.

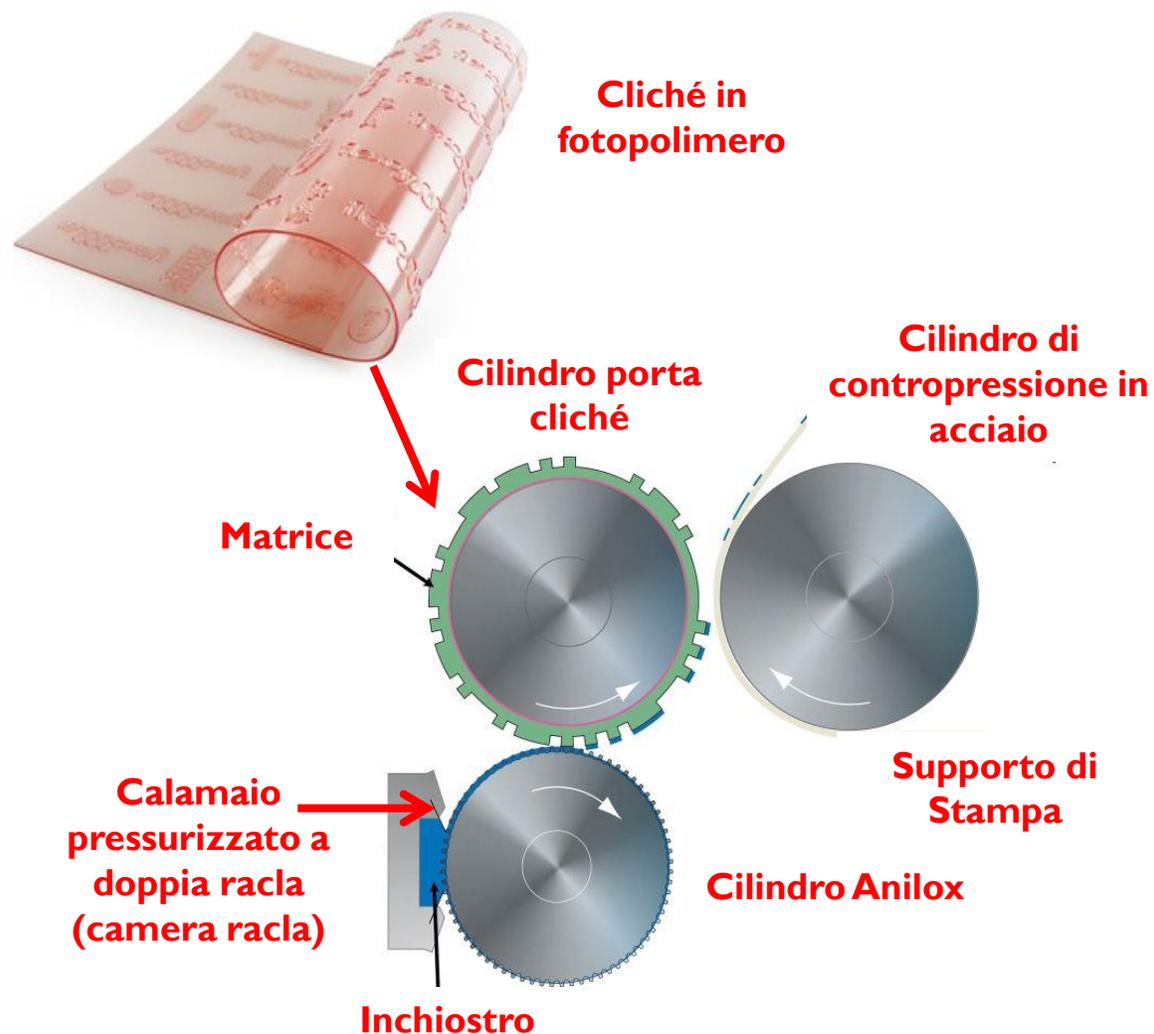
Il **cilindro anilox** 'pesca' l'inchiostro dal calamaio e lo trasferisce su una lastra in fotopolimero, chiamata **cliché** dove è incisa, in rilievo, l'immagine da stampare.

L'anilox è fabbricato in ceramica o in acciaio ed è costituito in superficie da **micro-celle**.

Il numero, la dimensione e la geometria delle celle determinano la quantità di inchiostro che l'anilox trasporta sul cliché.

La **racla** è una lama posizionata sulla camera che contiene l'inchiostro, che asporta l'inchiostro in eccesso dal cilindro anilox, rendendo omogenea la distribuzione dell'inchiostro sulla lastra e sul supporto.

PROCESSI DI STAMPA



Il cilindro, girando, sfrega sulla racla e fa sì che l'inchiostro rimanga soltanto all'interno delle celle. **Queste celle**, proprio come dei cucchiaini, **portano l'inchiostro sul cliché**, sul fotopolimero, andando a macchiare, quindi a trasferire l'inchiostro liquido, soltanto nelle zone in rilievo del grafismo.

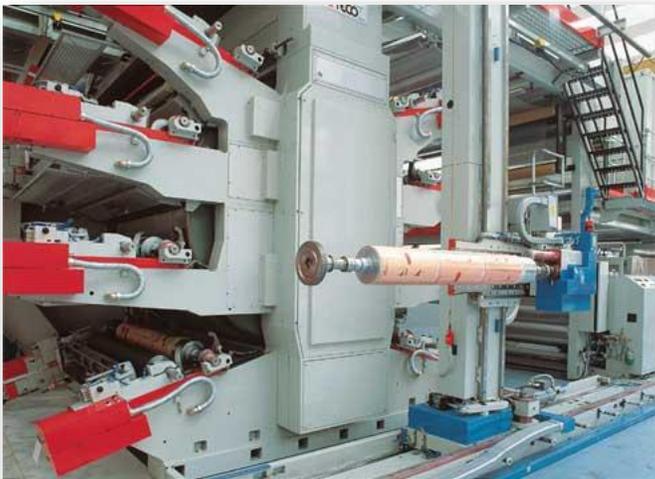
A questo punto, proprio come accade con un timbro, le zone in rilievo vengono trasferite sul materiale sul quale devono essere stampate (substrato).

Questo processo avviene anche grazie al **cilindro di contropressione** in acciaio che agisce, appunto, in contropressione al cliché e permette di trasferire l'inchiostro sul materiale proprio come un timbro.

È così che avviene il processo di stampa. Nell'immagine della pagina precedente sono presenti tre cilindri, questo processo è chiamato anche **STAMPA INDIRETTA**.

'Indiretta' perché il cilindro che pesca l'inchiostro non trasferisce direttamente l'inchiostro sul materiale, ma passa prima attraverso un altro cilindro che è, appunto, il cliché.





FLEXP A TAMBURO CENTRALE

Macchina alta 4 m e
lunga 10 m.
Presenta otto colori -
quattro da un lato della
macchina e quattro
dall'altro.
Il 95% delle macchine
attualmente in uso
appartiene a questa
categoria



FLEXP STACK

Macchina più datata.
Presenta sei colori,
ogni gruppo stampa
un colore

Per stampare in flexo, ad esempio un imballaggio flessibile, vengono usate le macchine rotative (dove la stampa viene fatta su una bobina di materiale, non foglio per foglio come potrebbe accadere in una fotocopiatrice, per questo motivo la stampa risulta essere consecutiva) **che sono di due tipi:**

1) a tamburo centrale

con un unico cilindro centrale di pressione.

Per la stampa del film flessibile si usa sempre quello a tamburo centrale e questo perché permette al film di stendersi bene e di avere la tensione giusta lungo tutta la macchina e per tutti i gruppi.

Un esempio: il sacchetto di polietilene del supermercato sul quale si vuole stampare qualcosa, se non è steso bene la stampa non riesce bene. Tanto più il film è fine, più è difficile che rimanga steso per tutto il tempo necessario. Ciò diventa possibile con queste macchine che hanno una velocità di stampa di 500-600m al minuto.

2) stack

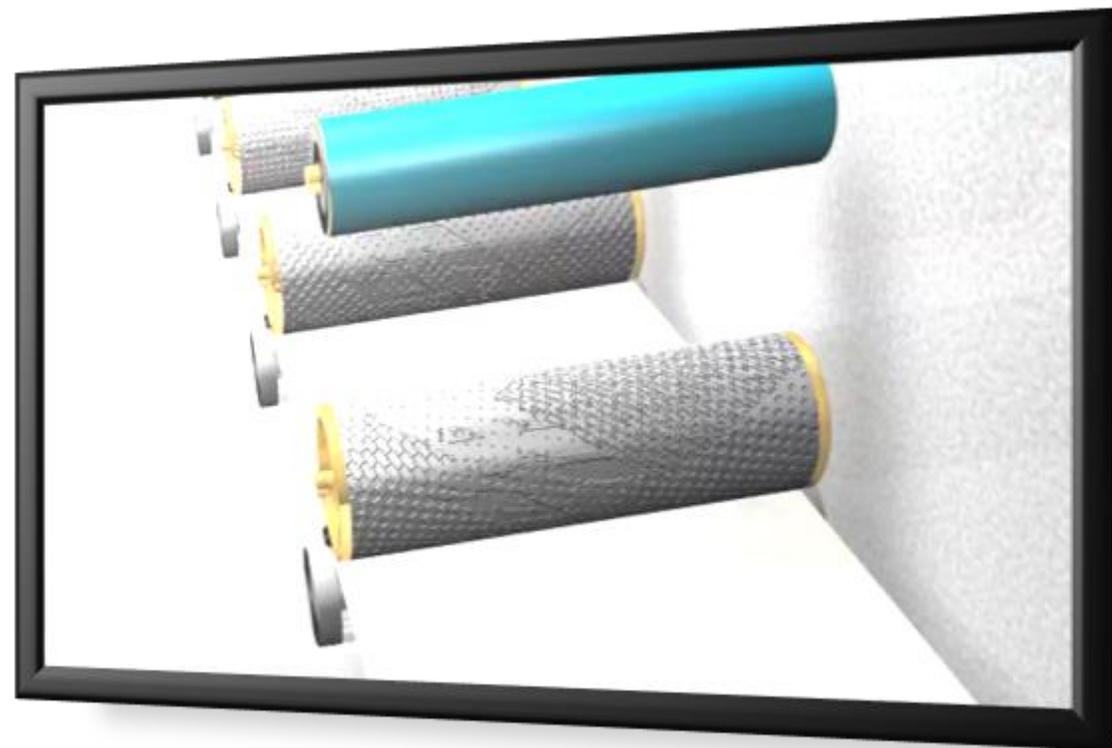
con un cilindro per ogni unità di stampa, questa macchina si usa per la stampa della carta.

Nel video è possibile osservare tutto il processo di stampa.

Sono chiaramente visibili tutti e tre i cilindri:

1. il **cilindro anilox**
2. il cilindro con il grafismo (**cliché**)
3. il cilindro di **contropressione**, che si trova al di sotto del materiale da stampare

Il video permette di comprendere il concetto di stampa in **quadricromia**, con i quattro colori (giallo, magenta, ciano e nero), l'unione dei quali permette di ottenere la fotografia/l'effetto della stampa finale chiaramente visibile alla fine del filmato.





In questo video possiamo vedere molto bene la macchina che stampa e, in particolar modo, il **gruppo stampa**.

Nello specifico, il tamburo prende tutta la grandezza della macchina, diversamente dal cilindro, è ovvio che il tamburo è anche un cilindro, ma un cilindro enorme!

In questo video il tamburo ha un diametro di 2 metri. Mentre i cilindri anilox (di colore nero) e porta cliché (di colore giallo ocra), sono cilindri ben visibili e riconoscibili, con un diametro di circa 20 cm.



ROTOCALCO

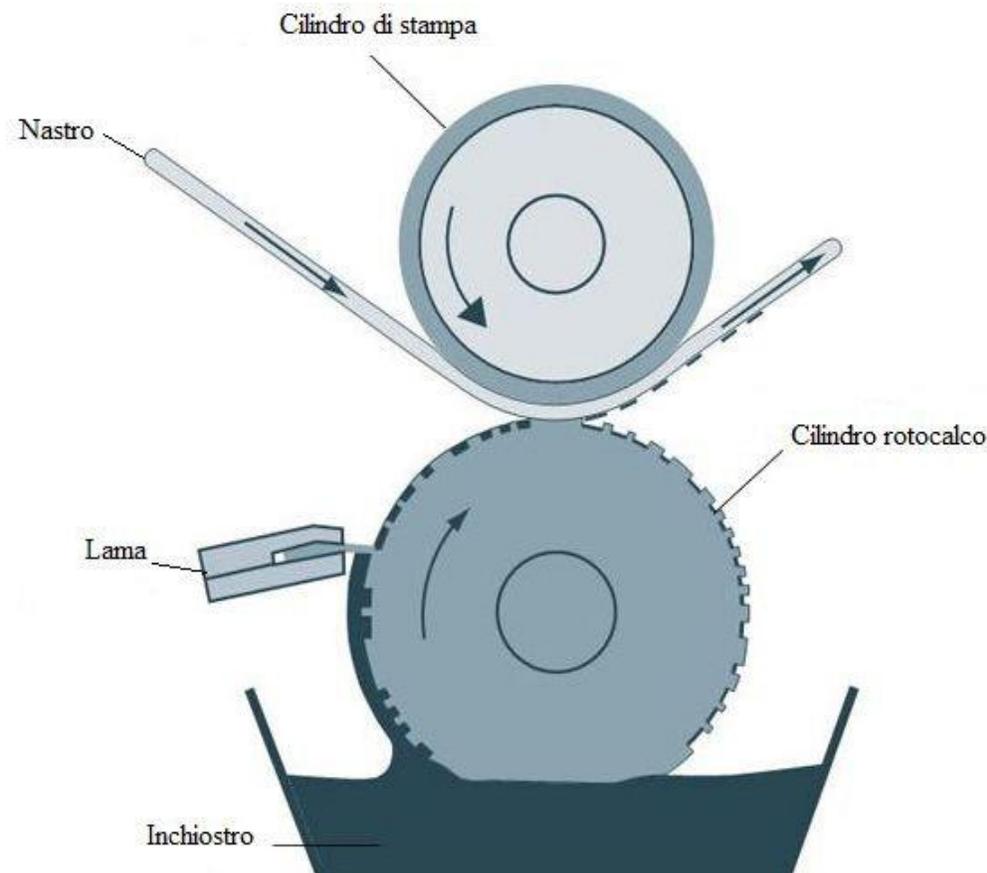
Nel processo rotocalco non viene usata la matrice. L'immagine è incisa direttamente sul **cilindro** che trasferisce l'inchiostro sul substrato. Nella stampa a rotocalco troviamo un cilindro inciso che pesca l'inchiostro e una racla che asporta l'inchiostro in eccesso.

In questo caso nel cilindro che pesca l'inchiostro sono presenti delle celle incise a profondità e dimensioni diverse a seconda della quantità di inchiostro che si intende trasferire. Quindi, ci saranno celle abbastanza profonde e grandi se si intende trasferire tanto inchiostro (una macchia grande), ci saranno celle piccole e poco profonde se si intende trasferire un puntino.

Si tratta di **STAMPA DIRETTA**, perché il cilindro che pesca l'inchiostro è lo stesso che lo trasferisce sul substrato.

Anche in questo caso è presente un cilindro di contropressione.

Importante: i cilindri devono essere sempre alternati **GOMMA-METALLO** affinché ci possa essere la giusta pressione e l'inchiostro possa essere trasferito. Quindi, mentre prima il tamburo centrale o il cilindro di contropressione era in metallo in quanto il cliché era in gomma, in questo caso, visto che il cilindro che si occupa di grafismo è in metallo, il cilindro di contropressione sarà in gomma.

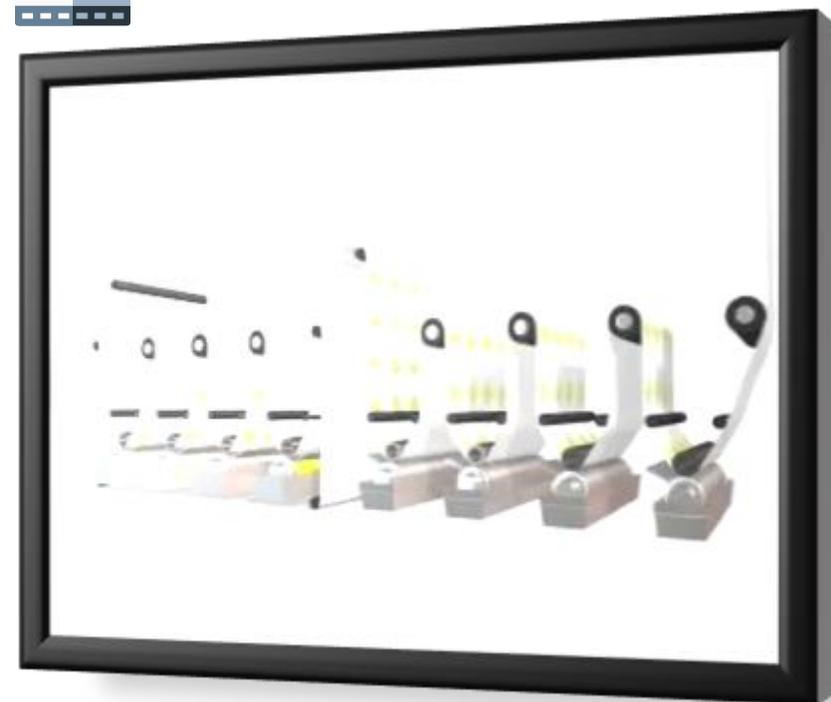


Perché usare l'alternanza gomma/metallo?

Prendiamo l'esempio di un timbro per trasferire la stampa su un foglio di carta, se si mette il foglio su una scrivania il timbro viene bene, se si mette il foglio sopra un letto, e quindi sopra ad un supporto morbido, il timbro non riesce bene. Quindi, ci deve essere sempre la contrapposizione morbido-duro per il trasferimento dell'inchiostro.

L'immagine è prettamente incisa nel cilindro e anche in questo caso vi sarà un cilindro per ogni colore che devo stampare e la macchina invece che lavorare in verticale, come nel caso della flexografia, lavora in orizzontale.

In tal caso si è in presenza di un gruppo stampa conseguente all'altro, formato da un cilindro che pesca nell'inchiostro, un cilindro che stampa e un cilindro di contropressione. In questo caso si può arrivare fino a dodici colori di stampa e anche la grandezza è totalmente differente (25-30 metri di lunghezza).



Nel video si vede il funzionamento della racla che elimina l'eccesso di inchiostro, e del grafismo, con focus sul gruppo stampa

Nelle tecniche di stampa dei **processi flexo e roto** vengono utilizzate due tipologie di inchiostri liquidi:

1) gli inchiostri ad evaporazione

asciugano per evaporazione del solvente:
asciugamento fisico.

Anche questi si suddividono a loro volta in inchiostri a base acqua e inchiostri a base solvente.

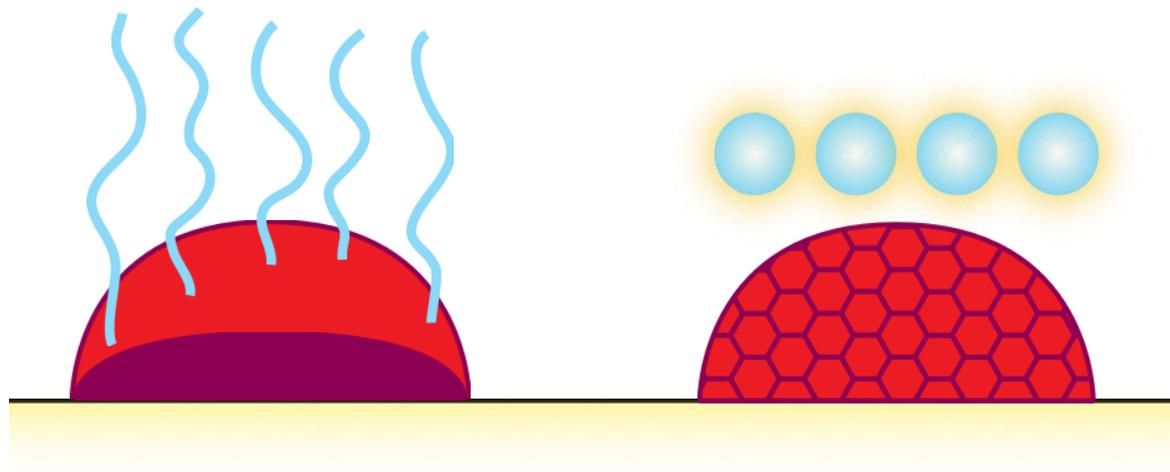
2) gli inchiostri ad indurimento

asciugano tramite una reazione di reticolazione tra l'inchiostro e il substrato:

asciugamento chimico per polimerizzazione.

L'emissione di raggi ultravioletti (UV) o il fascio di elettroni (EB) catalizza la reazione.

TIPOLOGIE DI INCHIOSTRI



- **Inchiostri a evaporazione**

- **Base Acqua**
- **Base Solvente**

- **Inchiostri a indurimento**

- **UV**
- **EB**

L'inchiostro ad evaporazione è formato da diverse componenti.

Il **VEICOLO** è un insieme di **resine**, **additivi**, e **componenti evaporanti** che permette di trasferire il **PIGMENTO**, che è la componente colorante, su un substrato.

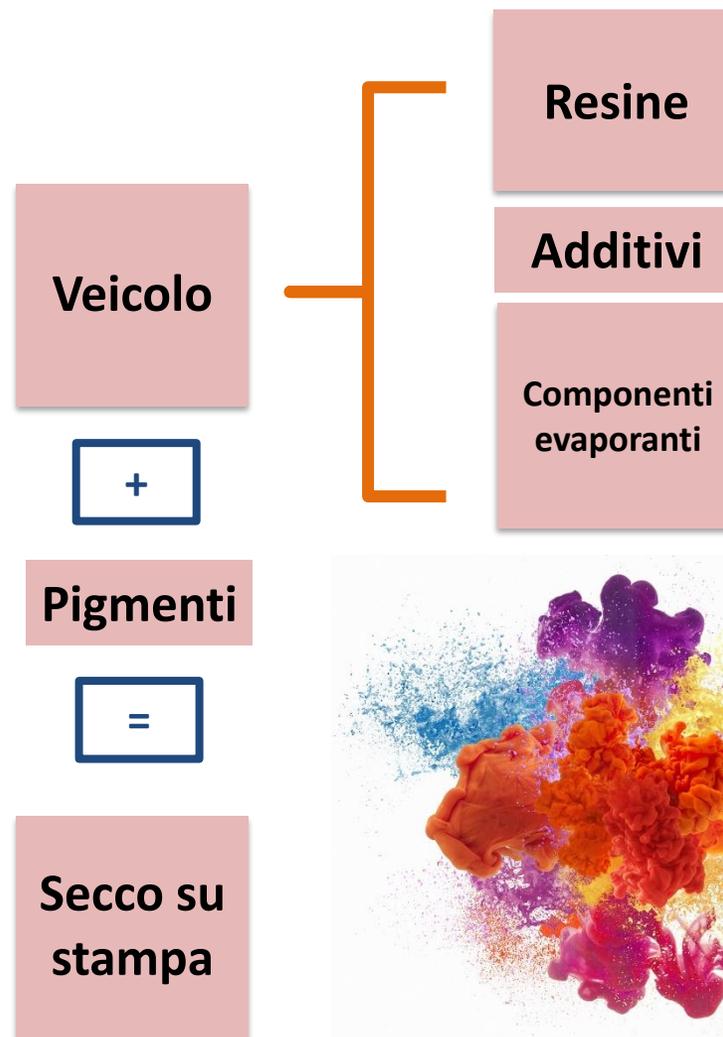
Se si volesse colorare un foglio di carta sovrapponendo solo del colore (per esempio la polverina delle matite colorate) si otterrebbe semplicemente una macchia di colore, non un disegno.

Per trasferire un grafismo vero e proprio, è necessario un 'veicolo' che contenga il pigmento.

Il veicolo, quindi, permette di trasferire il colore sul foglio di stampa.

In questo caso si parla di **SECCO SU STAMPA**: il veicolo più il pigmento formano la stampa sul substrato. Una volta stampato, il componente evaporante svanisce e sulla stampa rimangono solo resine, additivi e pigmenti.

I COMPONENTI DELL'INCHIOSTRO A EVAPORAZIONE



I **PIGMENTI** sono sostanze che forniscono il colore, donano effetti particolari (es. metallizzato) e proprietà di resistenza, ad esempio ad acqua o a detersivi

- i pigmenti sono dispersi e macinati nel veicolo come **particelle** finemente suddivise
- possono essere di **natura organica**, quelli maggiormente utilizzati negli inchiostri, e **inorganica**
- ogni pigmento è caratterizzato da una **struttura chimica** che determina la sua **tonalità** e le sue **resistenze chimico-fisiche**
- a ciascun pigmento viene associato un **numero identificativo** che si chiama Colour Index

Colour Index International: indice internazionale dei coloranti.
È un registro di riferimento per le sostanze coloranti e viene usato, da produttori e utilizzatori, come riferimento per i preparati in commercio

PIGMENTI: COMPONENTI COLORANTI



La proprietà più evidente dei pigmenti è quella di colorare, ma presentano anche **resistenze specifiche** a: esposizione alla luce, temperatura, alcali e saponi, olii e grassi, agenti chimici.

Non è l'inchiostro a fornire la resistenza alla luce, ma il pigmento.

Ad esempio:

- se devo stampare un imballo per una mozzarella deve essere resistente all'acido lattico
- se lo devo fare per una saponetta deve essere resistente ad alcali e saponi
- se mi serve un imballaggio per un terriccio da giardino, dovrà essere resistente alla luce.

Quindi, è fondamentale conoscere tutte queste informazioni nel momento in cui si dovrà scegliere il tipo di inchiostro/pigmento/colore da introdurre. Lo stesso colore lo posso ottenere con un pigmento ad alta resistenza e con uno a bassa resistenza, a seconda di ciò che devo fare.

All'interno dell'inchiostro possono esserci pigmenti con resistenza alla luce di tipo 1 e pigmenti con resistenza alla luce di tipo 2 e ulteriori.

Le due scale di resistenza sono identificate nella **Scala delle Lane dei Blu** e nella **Scala dei Grigi**.

PROPRIETÀ DEI PIGMENTI

La scelta del pigmento è fondamentale in base alle caratteristiche e alle necessità di uso del prodotto finito

Le resistenze sono valutate in base a due scale di resistenza:

Scala delle Lane dei Blu → 1- 8 esposizione alla luce

Scala dei Grigi → 1- 5 altre resistenze



Scopri come, grazie alla chimica, è stato possibile ottenere un nuovo, bellissimo blu [link](#)

PIGMENTI USATI NEGLI INCHIOSTRI PER IMBALLAGGIO

La tabella mostra una **lista dei principali pigmenti** usati negli inchiostri per imballaggio flessibile.

Per ciascuno sono riportati:

- il Colour Index
- la tonalità
- i valori delle resistenze specifiche

Colori simili tra loro hanno resistenze differenti in base alla struttura che si deve creare e al prodotto che si deve inserire.

Tonalità	C.I.	H ₂ O	Alcali	Saponi	Ac.Lattico	Burro	Temp.	Luce
BIANCO	P.W. 6	5	5	5	5	5	5	8
GIALLO M.	P.Y. 13	5	5	5	5	5	5	5
GIALLO F.	P.Y. 17	5	5	5	5	5	5	5-6
GIALLO F.	P.Y.74	5	5	4-5	5	4	3-4	6-7
GIALLO C.	P.Y. 83	5	5	5	5	5	5	6
ARANCIO	P.O. 34	5	5	5	5	5	5	6
ROSSO G.	P.R.48:1	5	4	4	3	5	5	4
ROSSO G.	P.R.53:1	3	3	3	4	5	4	3
ROSSO M.	P.R.48:2	5	4-5	3-4	3-4	4-5	4	5-6
ROSSO V.	P.R. 57:1	4	3	3	3	4-5	4-5	4-5
ROSSO	P.R.122	5	5	5	5	5	4	8
ROSSO	P.R.146	5	5	5	4-5	5	5	6
ROSSO	P.R.166	5	5	5	5	5	5	7-8
SOLFERINO	P.R. 81	4	4	3-4	3	4-5	4	5
VIOLA	P.V. 3	5	3	3	3	3-4	4-5	5
VIOLA	P.V. 23	5	5	5	5	5	4	7
MAGENTA	P.V. 32	5	5	5	5	5	5	6-7
BLUE	P.B.15:4	5	4-5	5	5	5	4-5	8
VERDE	P.G. 7	5	5	5	5	5	4-5	7-8
NERO	P.BI. 7	5	5	5	5	5	5	7-8

Le resine sono:

- di **origine sintetica (la maggioranza)**
- **o naturale**

e sono fornite al produttore di inchiostri
allo **stato solido o liquido**

Caratteristiche chimico-fisiche delle resine:

- bagnabilità e trasferimento del pigmento sul substrato
- adesione al substrato
- formazione del film (il pigmento è una polvere e per diventare uno strato ha bisogno di qualcosa che lo tenga insieme, come le resine)
- rilascio del solvente
- asciugamento
- resistenza meccanica (all'abrasione esterna)
- resistenza termica (ad esempio nei fogli che devono essere saldati per fare un pacchetto di patatine, la saldatura può andare sopra alle scritte)
- flessibilità

La combinazione di resine morbide e resine dure, danno le caratteristiche finali di un inchiostro.

RESINE: LA LORO FUNZIONE NELL'INCHIOSTRO



Il formulatore sfrutta la combinazione
di resine per regolare
le proprietà dell'inchiostro

Gli **additivi** regolano le proprietà dell'inchiostro e devono essere utilizzati 'in piccole quantità per conferire grandi proprietà'. Sono tre le fasi in cui vengono utilizzati gli additivi:

- **Prima:** nella produzione di inchiostro e nel suo stoccaggio, per evitare la moltiplicazione di colonie batteriche
- **Durante:** la stampa, aiutano a distendere il film e a ritardare l'asciugatura
- **Dopo:** sul prodotto finito stampato

ADDITIVI USATI NEGLI INCHIOSTRI

- **Prima:** bagnanti e disperdenti, antiossidanti
Solo per inchiostri all'acqua: alcalinizzanti, biocidi
- **Durante:** antischiuma, distendenti, ritardanti di asciugatura
- **Dopo:** antiblocking, antigraffio, catalizzatori, plastificanti, promotori di adesione, scivolanti

Molti additivi agiscono sulla superficie del film di inchiostro stampato. Occorre usarli in quantità ridotta poiché un dosaggio eccessivo potrebbe compromettere il risultato finale dello stampato.

GLI ADDITIVI



LE CARATTERISTICHE DEI SOLVENTI PIÙ COMUNI: LA COMPONENTE EVAPORANTE

Solvente	Punto di ebollizione	Tempo di evaporazione
Etere	35 °C	1
Etilacetato	77 °C	2.9
Etanolo	78 °C	8.3
Cicloesano	81 °C	3.5
iso-Propanolo	82 °C	11.0
iso- Propilacetato	88 °C	4.0
n-Propanolo	97 °C	16.0
n-Propilacetato	102 °C	5
Metossi propanolo	123 °C	22
Etossi propanolo	134 °C	33

RAPIDI

* L'**ETERE** non è un solvente degli inchiostri, è stato inserito nella tabella per il suo tempo di evaporazione 1. L'etere è un solvente con un tempo di evaporazione molto rapido, quindi è stato inserito come metro di paragone per gli altri tempi di evaporazione.

I solventi organici o l'acqua

- Dissolvono/disperdono le resine
- Definiscono lo stato fisico dell'inchiostro
- Determinano la velocità di asciugatura
- Regolano la viscosità di stampa

LENTI

Solvente	Punto di ebollizione	Tempo di evaporazione
Etere	35 °C	1
Etilacetato	77 °C	2.9
Etanolo	78 °C	8.3
Cicloesano	81 °C	3.5
iso-Propanolo	82 °C	11.0
iso- Propilacetato	88 °C	4.0
n-Propanolo	97 °C	16.0
n-Propilacetato	102 °C	5
Metossi propanolo	123 °C	22
Etossi propanolo	134 °C	33

Attenzione all'**ETILACETATO** e all'**ETANOLO** che hanno punti di ebollizione molto vicini, ma tempo di evaporazione molto diverso. Uno è quasi il triplo dell'altro. Questo significa maggior rapidità nell'evaporazione o maggior lentezza. **L'etanolo sarà quindi più lento nell'evaporare e questa caratteristica sarà fondamentale nel momento della stampa**, questo perché il solvente deve mantenersi all'interno dell'inchiostro fino a che l'inchiostro non è stato trasferito sul substrato. Se evapora troppo rapidamente, l'inchiostro arriva secco sul substrato e non trasferisce nulla. Esempio: se lascio seccare il timbro, questo non trasferisce più il grafismo.

Al contrario, se appena è stato trasferito sul substrato non evapora rapidamente c'è il rischio che l'inchiostro resti appiccicoso e macchi il lato opposto del supporto stampato. Anche in questo caso **il bilanciamento dei solventi è legato alla tecnologia di stampa, alle velocità e alla quantità di inchiostro utilizzato.**

La formulazione dell'inchiostro è sempre un compromesso e un mix preciso di resine, additivi e solventi o componente evaporante

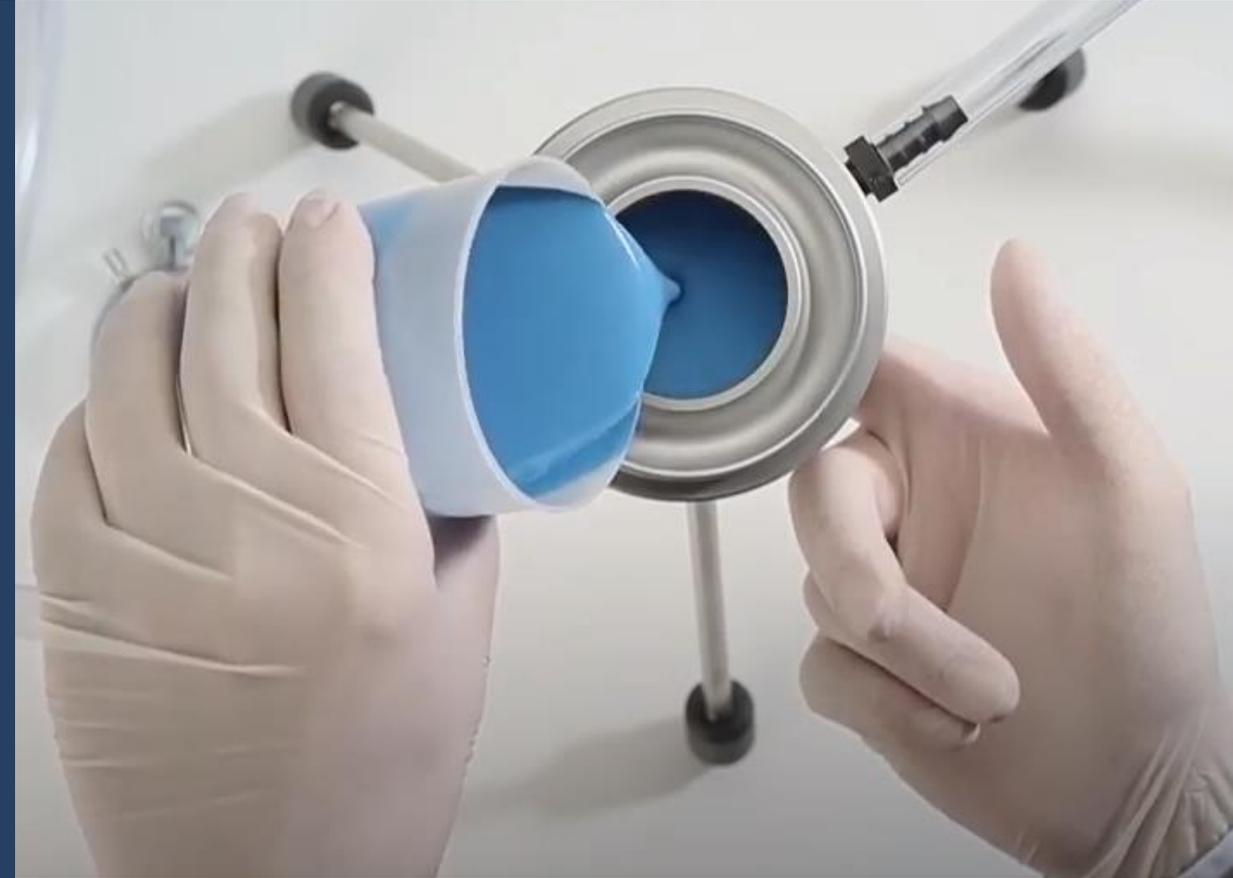
La viscosità è un parametro molto importante per lo stampatore:

- l'inchiostro è diluito con acqua/solvente per ottenere la **viscosità di stampa**, misurata con una “tazza di deflusso”
- il valore di viscosità indica **il tempo di svuotamento della tazza** dopo che è stata riempita completamente con l'inchiostro
- il tempo viene misurato **in secondi** con un cronometro



Varie tipologie di tazze di viscosità

MISURA DELLA VISCOSITÀ



La tazza di viscosità, detta anche ‘tazza di deflusso’ o ‘coppa per viscosità’ è un semplice strumento per gravità che misura il flusso cronometrato di un volume di liquido noto, attraverso un ugello situato al fondo di una tazza con una certa forma.

In condizioni ideali, questa viscosità di deflusso sarebbe proporzionata alla viscosità cinematica che dipende dal peso specifico del liquido.

INCHIOSTRO

=

PASTA COLORATA

(pigmento, resine, additivi e componente evaporante)
porta in fase liquida il pigmento e conferisce la tonalità

+

VERNICE TECNOLOGICA

(veicolo formato da altre resine, additivi
e componente evaporante)
conferisce le proprietà finali all'inchiostro

La miscela delle paste colorate
determina la tonalità,
la vernice tecnologica conferisce
le proprietà all'inchiostro

LA FORMULA DELL'INCHIOSTRO



LE CARATTERISTICHE DELL'INCHIOSTRO

Una volta formulato, l'inchiostro dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- reologia e fluidità (viscosità)
- stampabilità
- adesione al substrato
- adeguata rapidità di essiccazione (non troppo rapida, ma neanche troppo lenta)
- stabilità nel tempo
- tonalità (uno dei parametri principali)
- flessibilità applicativa (quanto più un inchiostro è adattabile a un processo di stampa, o a un substrato, piuttosto che ad un altro).



LA FORMULAZIONE IN LABORATORIO



Nel video è possibile osservare tutto il processo di preparazione di un inchiostro in laboratorio. Una volta definito il prodotto dal laboratorio si passa alla produzione su scala industriale.



Le principali differenze tra inchiostri all'acqua e inchiostri a solvente sono:

- **la solubilità delle resine**
- **la velocità di evaporazione tra acqua e solventi organici**
- **la tensione superficiale dell'inchiostro**

DIFFERENZE TRA INCHIOSTRI ALL'ACQUA E A SOLVENTE



Composizione
inchiostro



DIVERSA STRUTTURA DEGLI INCHIOSTRI A EVAPORAZIONE

In un inchiostro a base solvente la resina è in soluzione, il solvente scioglie la resina, mentre il pigmento crea una dispersione all'interno della soluzione resina + solvente.

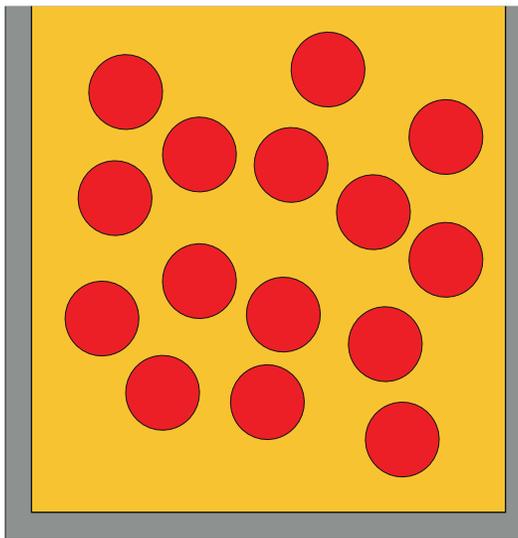
Nell'acqua invece le resine sono disperse. L'acqua infatti non è solvente delle resine negli inchiostri ad acqua, ma le tiene in dispersione e in semi-soluzione. Nella figura le particelle rosse sono il pigmento, mentre le particelle gialle la resina che, in questo caso, è in dispersione nell'acqua che è celeste. Quindi l'inchiostro ad acqua è molto meno stabile di un inchiostro a solvente.

Ciò che rende stabile il solvente ad acqua è il pH.

Essendo una soluzione regolata da una reazione acido-base, il pH rende più o meno stabile l'inchiostro a solvente.

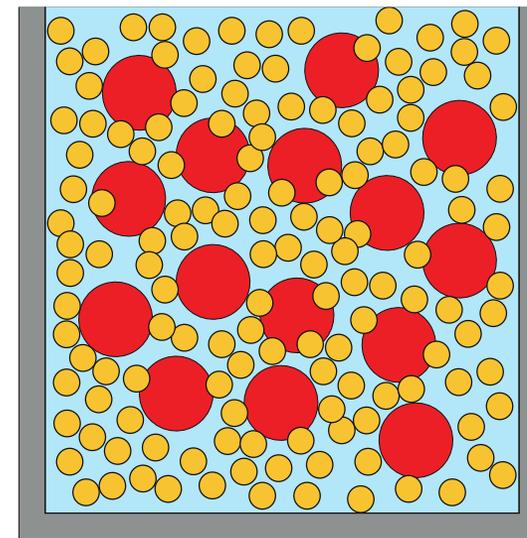
Solvente

- **Resina in totale soluzione**
- **Pigmento in dispersione**



Acqua

- **Resina in dispersione e in soluzione (*saponificazione-reazione acido-base*)**
- **Pigmento in dispersione**



IL PH NEGLI INCHIOSTRI ALL'ACQUA

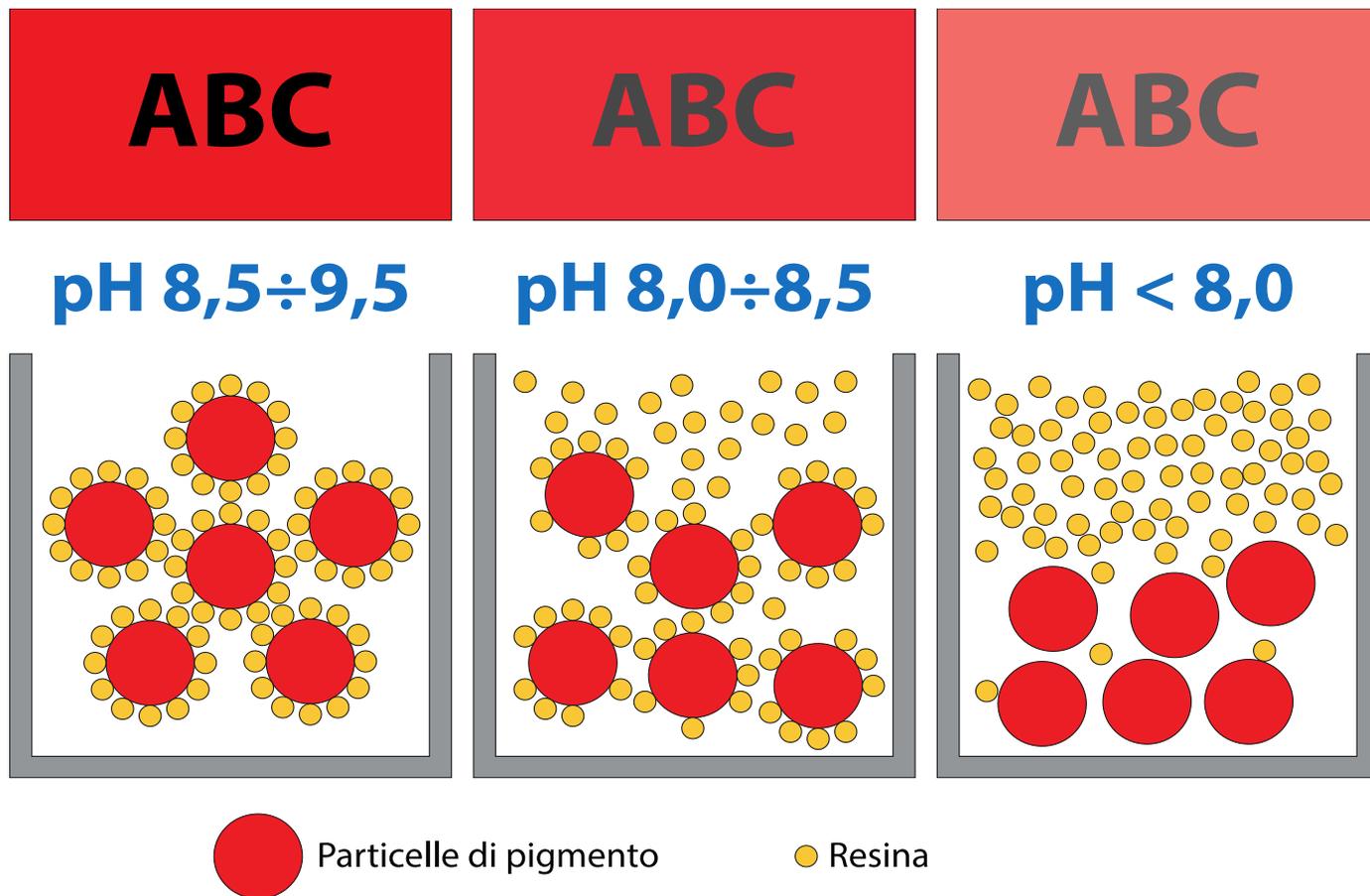
Dalla figura è possibile notare come a pH più alto la dispersione sia completa, il pigmento è infatti completamente avvolto dalla resina, il pH ha un valore intorno a 8,5-9,5.

ABC, nelle varie gradazioni, rappresenta un trasferimento dell'inchiostro rosso e dell'inchiostro nero.

Nella soluzione con pH 8,5-9,5 il colore è netto. Ma quando si abbassa il pH, si ha una separazione tra pigmento e resina, quindi la resina non trasferisce più il pigmento, e di conseguenza, il grafismo sul substrato, ottenendo quindi un abbassamento del colore, sia del rosso sia del nero, fino a perdere quasi completamente la colorazione con un pH sotto all'8.

In un inchiostro all'acqua è quindi fondamentale il pH dell'acqua.

Non c'è trasferimento di colore non per mancanza di pigmento, ma a causa del pH basso.



SOLUBILITÀ DELLE RESINE

- **Inchiostro a solvente:**
resine **disciolte** in soluzione =
maggiore risolubilità dell'inchiostro
- **Inchiostro all'acqua:**
resine **disperse** in acqua come
emulsioni, resine **disperse** in acqua con
reazione di saponificazione
(reazione parte acida + ammoniaca = sale
solubile/insolubile) =
minore risolubilità dell'inchiostro

NB: per pulire un inchiostro ad acqua devo utilizzare una soluzione alcalina

VELOCITÀ DI EVAPORAZIONE DEI SOLVENTI

- I **tempi di evaporazione dei solventi organici** sono decisamente inferiori a quelli dell'acqua:

Acetato di etile $t = 1$

Alcool etilico $t = 2,5$

Acqua $t = 6$

- L'inchiostro all'acqua **si asciuga più lentamente** rispetto all'inchiostro a solvente

La **tensione superficiale** è una proprietà fisica definibile come la forza coesiva che si sviluppa tra le molecole che costituiscono lo strato più superficiale di un liquido (nel nostro caso l'inchiostro).

Rispetto a quelle degli strati più interni, le molecole presenti sulla superficie sono, infatti, soggette a forze attrattive con prevalente direzione laterale.

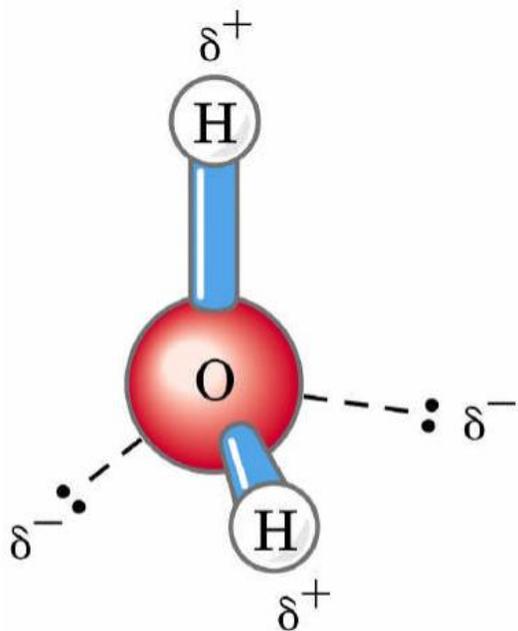
Tali forze rendono queste molecole meno libere di muoversi reciprocamente, creando una sorta di strato superficiale.

La **tensione superficiale di un inchiostro rappresenta, pertanto, la forza coesiva che deve essere vinta per far sì che l'inchiostro bagni adeguatamente la superficie su cui viene depositato.**

L'unità di misura della tensione superficiale è il milliNewton/metro

TENSIONE SUPERFICIALE DELL'INCHIOSTRO





La tensione superficiale dell'acetato di etile è più bassa rispetto a quella dell'acqua e quindi una sua goccia si stende meglio su un supporto di plastica rispetto a una goccia di acqua che rimarrà come nell'immagine nella pagina precedente (v. dettaglio).



L'inchiostro all'acqua richiede l'aggiunta di tensioattivi per diminuire la tensione superficiale e per consentire un'adeguata bagnabilità del supporto.

L'acqua è una molecola altamente polare e questo fa sì che bagni difficilmente un supporto plastico.

Mentre la stampa su carta assorbe e si stende bene, a differenza della stampa su un supporto plastico.

Di conseguenza, per una buona stesura della stampa su un supporto plastico dovrò fare ricorso ai **tensioattivi** che abbassano la tensione superficiale dell'acqua e aiutano la bagnabilità del substrato plastico.

Tali additivi sono aggiunti nell'inchiostro all'acqua.

La tensione superficiale dell'acqua è elevata:

- **Acetato di etile** 24 mN/m
- **Acqua** 73 mN/m

SOLVENTE E ACQUA EVAPORANO IN TEMPI DIVERSI!

Dall'immagine è visibile come, solvente e acqua evaporino in tempi diversi.

In un uguale intervallo di tempo, la resina a base solvente è già asciutta a differenza della resina a base acqua che invece cola lungo il supporto.



*Alone di
resina secca*

Resina a base solvente

Resina a base acqua



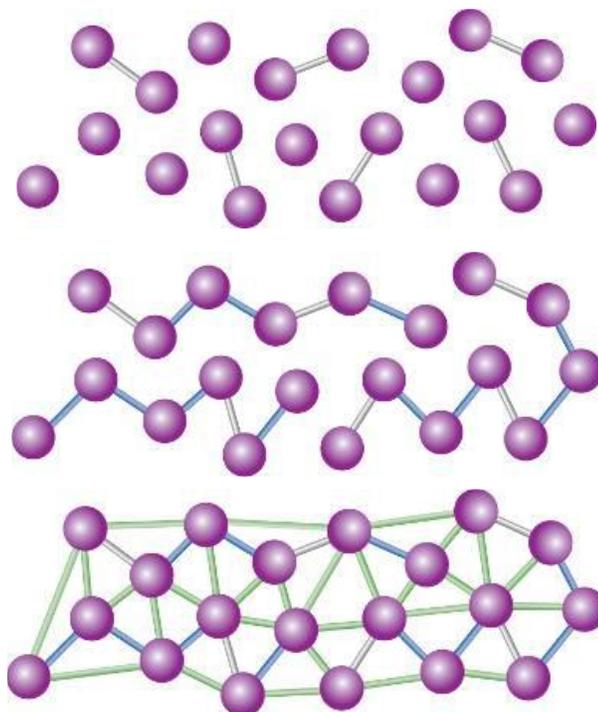
Questi inchiostri contengono dei **MONOMERI** (componenti dei polimeri) e degli **OLIGOMERI** che polimerizzano dopo essere stati attivati da una **radiazione**.

Modifica della struttura molecolare durante il processo di asciugamento

Attraverso una radiazione ultravioletta o un fascio di elettroni, si ha una modifica della struttura molecolare dando origine a dei polimeri reticolati (inchiostri).

L'indurimento avviene perché cambia la struttura molecolare, attraverso la polimerizzazione.

Le immagini a sinistra rappresentano la struttura molecolare dei monomeri, dei polimeri a catena lunga e dei polimeri reticolati.



Monomeri singoli
e oligomeri
a catena corta

Polimeri a catena lunga

Polimeri reticolati

CARATTERISTICHE DEGLI INCHIOSTRI A INDURIMENTO

- Alta quantità di secco (cfr pag 12) depositata sul substrato. L'inchiostro UV è esente da solvente (100% secco)
- Elevate resistenze del film stampato e alta qualità grafica
- **Asciugamento UV:** presenza di fotoiniziatori nell'inchiostro + radiazione UV dopo ogni gruppo stampa (nella stampa UV tutto quello che si stampa deve essere polimerizzato)
- **Asciugamento EB:** assenza di fotoiniziatori, stampa in sovrapposizione 'umido su umido'
- Fascio di elettroni alla fine del processo di stampa (in questo caso vengono stampati tutti i colori, e, alla fine della stampa, interviene un **cannone elettronico** che irraggia di elettroni la stampa e ne permette la reticolazione)

Stampa
EB
Qualità grafica
migliore

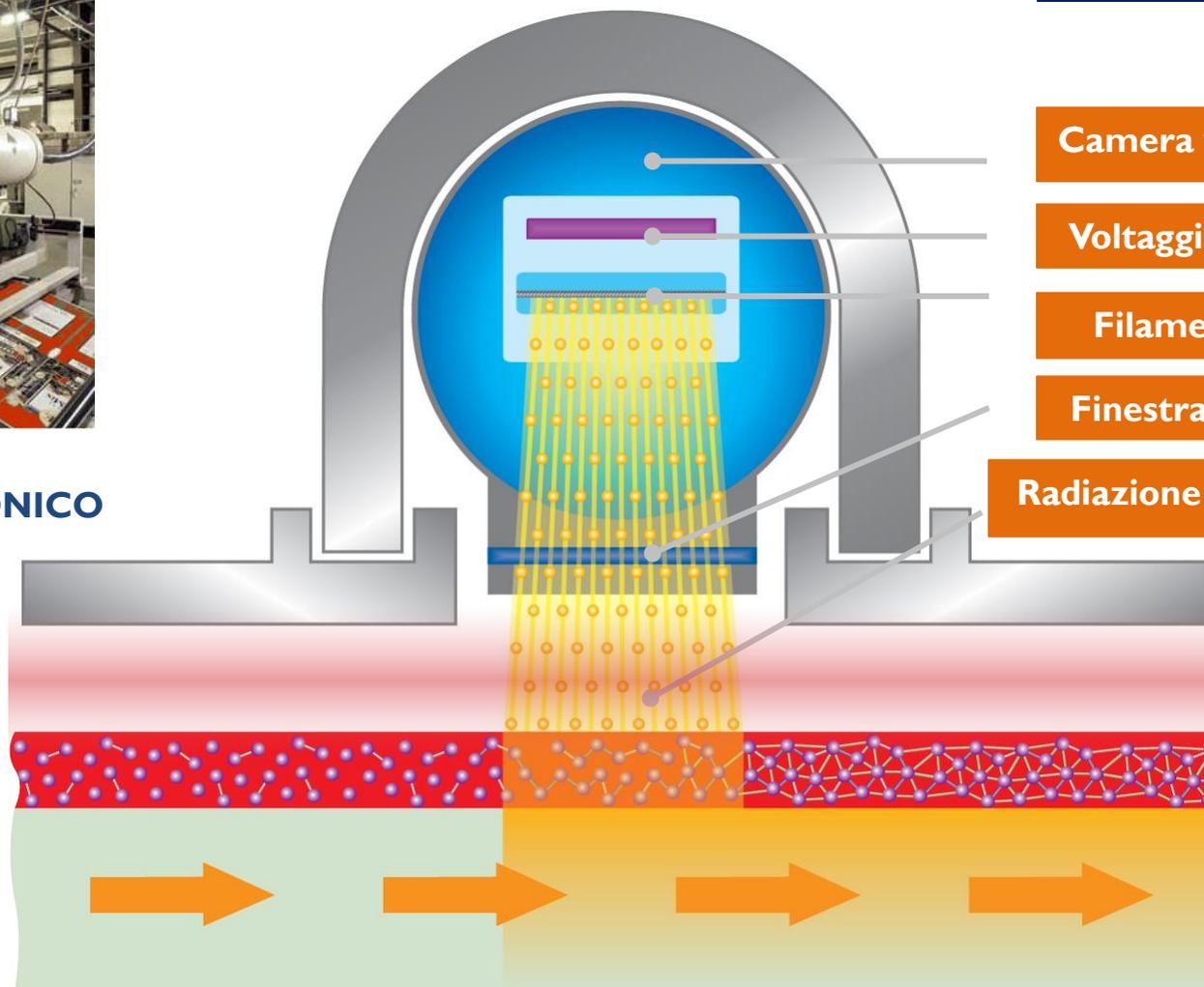


Stampa
Solvente

FASCIO DI ELETTRONI (EB)



Nella foto:
CANNONE ELETTRONICO



Camera vuoto

Vtaggio (80-125 kV fino a 300 Kv)

Filamento

Finestra di Titanio

Radiazione di elettroni (dose=25-30 kGy)

Atmosfera inerte

Inchiostro

Substrato

La stampa entra
nel cannone con
i monomeri,
il fascio di elettroni
reticola ed esce
polimerizzata

Oggi si parla molto di **STAMPA DIGITALE**.

La **tecnologia** è **elettronica** (inkJet) a differenza della classica che è meccanica, ha testine che ‘sparano gocce di inchiostro’ più o meno grandi e più o meno performanti.

Tutto funziona mediante un software che stabilisce dove indirizzare il rilascio di inchiostro.

Il concetto di stampa è totalmente diverso!

La stampa inkJet non può sostituire la stampa rotocalco o flessografica, perché questi tipi di stampa garantiscono una produzione di elevate quantità in tempi rapidi che la stampa inkJet non può garantire. Le differenze di processo determinano la scelta della tecnologia di stampa più adeguata.

La stampa a inkJet viene usata come stampa promozionale e nel marketing o come test.

Ad esempio quando si vogliono personalizzare i prodotti con nomi differenti, il miglior metodo di stampa è quello digitale perché permette di fare tirature di stampa molto basse.

Oggi va molto di moda perché è una stampa rapida, flessibile e si ottiene con una macchina che per dimensioni può stare in un ufficio.

Toner in polvere – EP – Xeikon



Toner liquido – EP – HP Indigo



InkJet – Processo non a contatto
e Landa – inkJet ma con un
elemento offset





PACKAGING MARKET – VANTAGGI DELLA STAMPA DIGITALE

Nuovi sviluppi di mercato:

- Il Packaging come elemento promozionale / personalizzazione
- Event Marketing
- Test Marketing

Flessibilità operativa:

- Vantaggi economici per le tirature ridotte
- Tempi minori di allestimento
- Controllo del numero dei pezzi prodotti (no overstock)

RIASSUMIAMO

- Oltre alla tecnologia di stampa, il principale criterio di scelta della natura degli inchiostri è legato al **tipo di supporto**
- Ogni “sistema” inchiostro è in grado di fornire **prestazioni** ottime su uno o più supporti, prestazioni accettabili su alcuni altri ma anche non essere assolutamente idoneo in altri casi ancora
- La **scelta del tipo di inchiostro** sarà pertanto funzione o della ricerca di condizioni di stampa ottimali o di prestazioni di compromesso che privilegiano gli **aspetti economici** e di **semplicità gestionale** dei prodotti



CRITERI DI FORMULAZIONE DELL'INCHIOSTRO

RIASSUMIAMO

- Supporto
- Tipo di imballo e applicazione del prodotto finito
- Tipologia e condizioni di stampa
- Resistenze chimico-fisiche necessarie per lo stampato

L'inchiostro viene formulato in funzione della fase di stampa e dell'uso dell'imballo



INCHIOSTRI PER IMBALLAGGI ALIMENTARI QUALI INCHIOSTRI E VERNICI?

No Food Packaging



Regolamento
1935/2004
riguardante
materiali e oggetti
destinati a venire
a contatto
con i prodotti
alimentari

Decreto
Ministeriale
21/03/73
disciplina
igienica
imballaggi
a contatto
con alimenti

FCM*: Inchiostri/vernici
*Food Contact Material

Food Packaging

DFCM*: Vernici termosaldanti
Vernici antifog
*Direct Food Contact Material



Substance
List

Regolamento
10/2011
Riguardante
materiali e oggetti
di materia plastica
destinati
al contatto
alimentare

Definizione:
Vernice: sempre trasparente
Inchiostri: sempre colorati.
L'inchiostro contiene pigmento
mentre la vernice no

Le **vernici termosaldanti** sono utilizzate, ad esempio, nei coperchi degli **yogurt** per saldarli ai contenitori in polistirolo o PVC.

Nei **blister farmaceutici** è presente una vernice che salda l'alluminio alla parte in PVC o polipropilene.

Vernici antifog: sono utilizzate, ad esempio, nelle buste dell'**insalata** già pronta all'uso. La loro funzione è impedire all'umidità dell'insalata di formare quella nebbiolina, impedendo la vista di ciò che c'è all'interno del sacchetto. In questo caso il prodotto verniciante è a diretto contatto con l'alimento.

La legislazione distingue tra prodotti che vanno a contatto diretto o indiretto con l'alimento, stabilendo norme per la tutela della sicurezza alimentare.

INCHIOSTRI PER IMBALLAGGI ALIMENTARI QUALI INCHIOSTRI E VERNICI?



Definizione da parte della Comunità Europea (FCMs)

Materiali ed articoli devono essere realizzati in modo tale che, nelle normali e prevedibili condizioni d'uso, **non trasferiscano all'alimento** i loro costituenti in quantità tali che possano:

- **Arrecare danni** alla salute umana
- Portare ad un **inaccettabile cambiamento** nella composizione dell'alimento
- Portare ad un **deterioramento** delle caratteristiche organolettiche dell'alimento

SICUREZZA DEI MATERIALI A CONTATTO CON GLI ALIMENTI

FCM Framework Regulation
EC No 1935/2004, Articolo 3



Avendo introdotto il termine **migrazione** diventa fondamentale definire cosa si intende per migrazione in un imballo alimentare.

La migrazione, fenomeno di trasporto di massa, è un **processo di diffusione** principalmente governato:

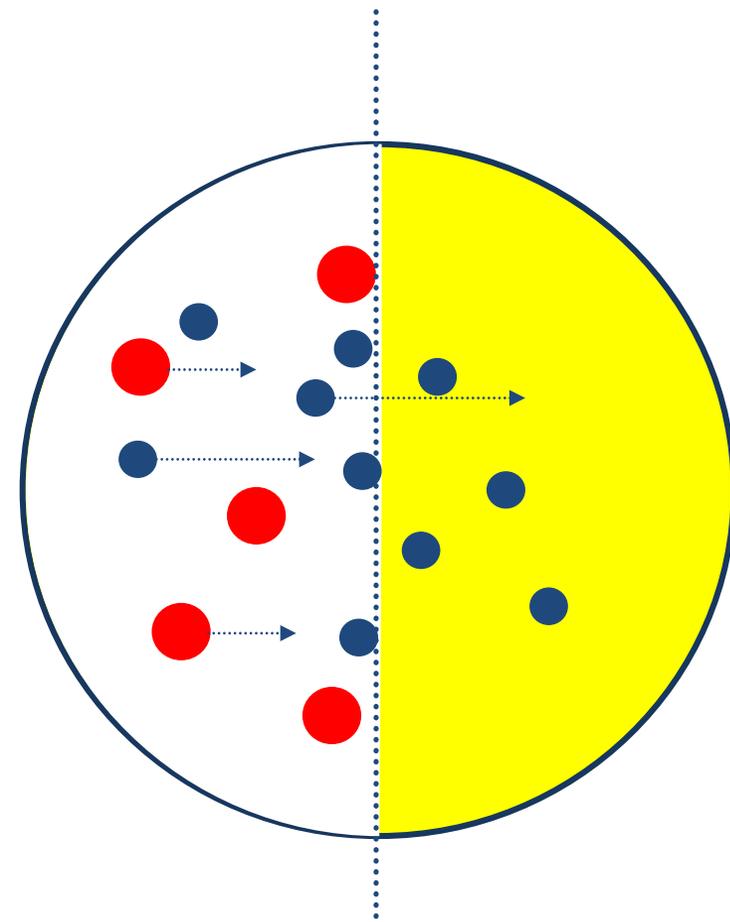
- dalla **mobilità** e **permeabilità** del polimero/substrato
- dalla **dimensione** del migrante (PM < 1000 dalton), una sostanza che ha una dimensione inferiore può migrare attraverso il materiale
- dalla **temperatura**

È il **trasferimento** di sostanze chimiche dall'imballaggio ai prodotti alimentari confezionati. Spesso queste sostanze non si riescono ad individuare tramite test organolettici (di odore e di sapore) o durante il consumo, ma la loro presenza può essere individuata da **specifiche analisi chimiche**.

È fondamentale la scelta delle diverse sostanze quando si va a formulare un inchiostro. Se si scelgono sostanze con PM superiori ai 1000 dalton sicuramente non si avrà migrazione.

Si definisce barriera funzionale assoluta vetro o metallo più spessi di 6micron

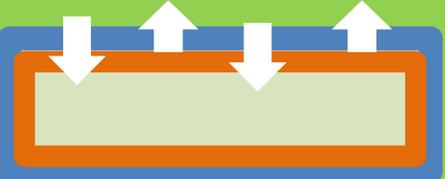
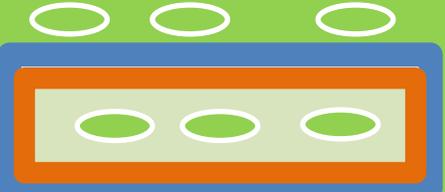
MIGRAZIONE, COME FENOMENO FISICO



Movimento dei costituenti dell'inchiostro/vernice nel contesto dell'imballaggio stampato/verniciato

I MECCANISMI DELLA MIGRAZIONE: LE DIFFERENTI VIE

COME AVVIENE LA MIGRAZIONE

1.	MIGRAZIONE FISICA	MIGRAZIONE PER PENETRAZIONE: migrazione attraverso il supporto dal lato stampato a quello non stampato.	 <p>PENETRAZIONE ATTRAVERSO IL SUPPORTO</p>
2.		MIGRAZIONE PER CONTATTO: migrazione dal lato stampato a quello non stampato di un altro foglio in una pila o in una bobina (in genere chiamato Set-off o Controstampa).	 <p>TRASFERIMENTO PER MIGRAZIONE SUL LATO OPPOSTO NELLA PILA</p>
3.	MIGRAZIONE IN FASE GASSOSA	MIGRAZIONE PER EVAPORAZIONE: migrazione dovuta all'evaporazione di materiali volatili tramite riscaldamento (per esempio: cottura, cottura in forno, bollitura di prodotti surgelati nei loro imballi originali).	 <p>TRASFERIMENTO IN FASE GASSOSA</p>
4.		MIGRAZIONE PER CONDENSAZIONE: migrazione attraverso la distillazione in fase vapore durante la cottura, cottura in forno e sterilizzazione.	 <p>ESTRAZIONE PER CONDENSAZIONE</p>

La diffusione di componenti dell'inchiostro attraverso il substrato avviene dalla regione a concentrazione superiore alla regione a concentrazione minore

L'EFSA, l'**Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare**, valuta e definisce gli effetti delle sostanze sulla salute umana, per tutte le sostanze dove ha valutato un grado di tossicità.

Art.3 Reg. 1935/2004

PRINCIPIO DI MASSIMA PRUDENZA

Definisce un **Limite di Migrazione Specifico (SML)**, ossia la massima concentrazione che può essere presente in 1 kg di alimento consumato in 1 giorno da una persona di 60Kg.

Questi valori sono comunque soggetti a **continua revisione ed aggiornamento**.

Per tutte quelle sostanze in cui la non completa informazione sui dati tossicologici non consente di stabilire un SML, esso è fissato a **10ppb**.

ppm = parti per milione
ppb = parti per bilione (=miliardo)

Verificare gli effetti delle sostanze sulla salute umana



Tossicità di una sostanza



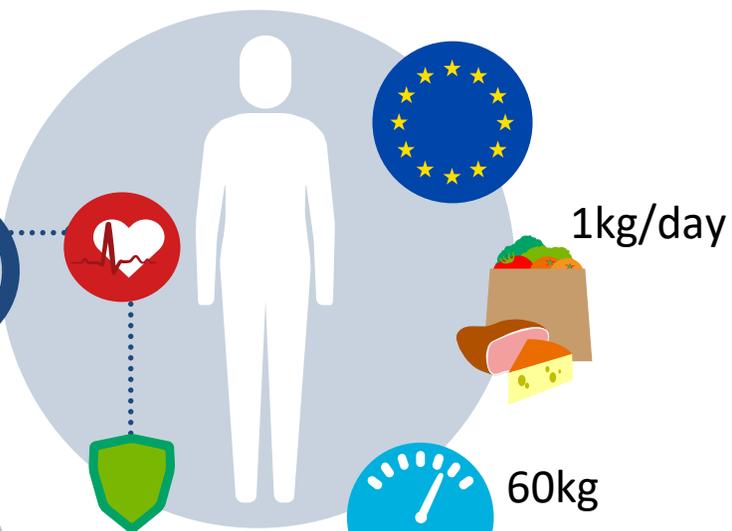
Limite Migrazione Specifico



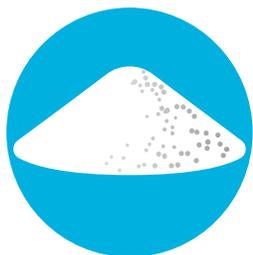
ppm (mg per kg alimento) o
ppb (μg per kg alimento)

Dati tossicologici incompleti
= SML fissato a 10 ppb (= 0.01 ppm)

Massima concentrazione nell'alimento



ESEMPI



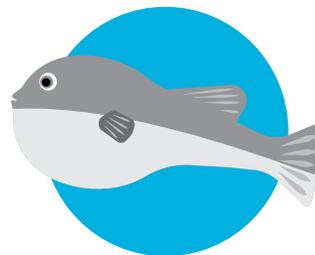
6g di sale da cucina
la massima quantità
giornaliera raccomandata



in 1 kg di cibo
è pari allo 0.6% = **6000 ppm**



170 mg di Cianuro di Potassio (KCN)
sono letali per una persona di 60 kg.
170 mg in 1 kg di cibo = **170 ppm**



1 mg Tetrodotossina
(dose letale del veleno del pesce palla
per un adulto) in 1 kg di cibo = **1 ppm**

Ricordare che:

Il valore standard del Limite di Migrazione Specifico(SML) in caso di dati tossicologici non completi è: 0.01 ppm (10 ppb)
Limite di Migrazione Globale: 60 ppm

I valori ammessi dalla legge
per la migrazione alimentare
sono ben al di sotto
della tossicità acuta!

fatti,
non
fake!

Scopriamo di più
sulla dose massima



Le aziende produttrici di inchiostri in Europa si sono unite in una Associazione che si chiama **EuPIA** (l'Associazione europea degli inchiostri da stampa).

EuPIA ha deciso di definire una politica di esclusione di materie prime pericolose classificate come cancerogene, mutagene o genotossiche (**EuPIA Exclusion Policy**) e norme di buona pratica di fabbricazione (GMP), per consentire al produttore di imballi di ottemperare ai dettami di legge.

Tutte le sostanze usate nelle formulazioni di inchiostri/vernici sono conformi alla Exclusion Policy di EuPIA e gli inchiostri/vernici sono prodotti in conformità ai requisiti delle GMP (Good Manufacturing Practices)*.

Queste sostanze non entrano proprio in stabilimento!

*Le Norme di Buona Fabbricazione (**Good Manufacturing Practices**) stabiliscono le condizioni operative e i requisiti necessari per garantire la sicurezza in tutta la catena alimentare.



A sector of CEPE aisbl

L'industria degli inchiostri da stampa è impegnata costantemente in attività di ricerca e sviluppo, per raggiungere l'obiettivo di prodotti a minor impatto ambientale.

In questo impegno in materia di sostenibilità, un esempio concreto è la partecipazione delle imprese associate ad Avisa* al **Programma Responsible Care**.

Responsible Care è il Programma volontario di promozione dello Sviluppo Sostenibile dell'industria chimica mondiale, secondo valori e comportamenti orientati alla Sicurezza, alla Salute e all'Ambiente, nell'ambito più generale della Responsabilità Sociale delle imprese.

*Avisa è l'Associazione nazionale Pitture e Vernici, Inchiostri, Sigillanti e Adesivi e fa parte di Federchimica, la Federazione Nazionale dell'Industria Chimica. Per saperne di più visita il sito di [Avisa](#)

LA SOSTENIBILITÀ



Responsible Care®
OUR COMMITMENT TO SUSTAINABILITY



Scopri di più sull'impegno dell'industria chimica per lo sviluppo sostenibile