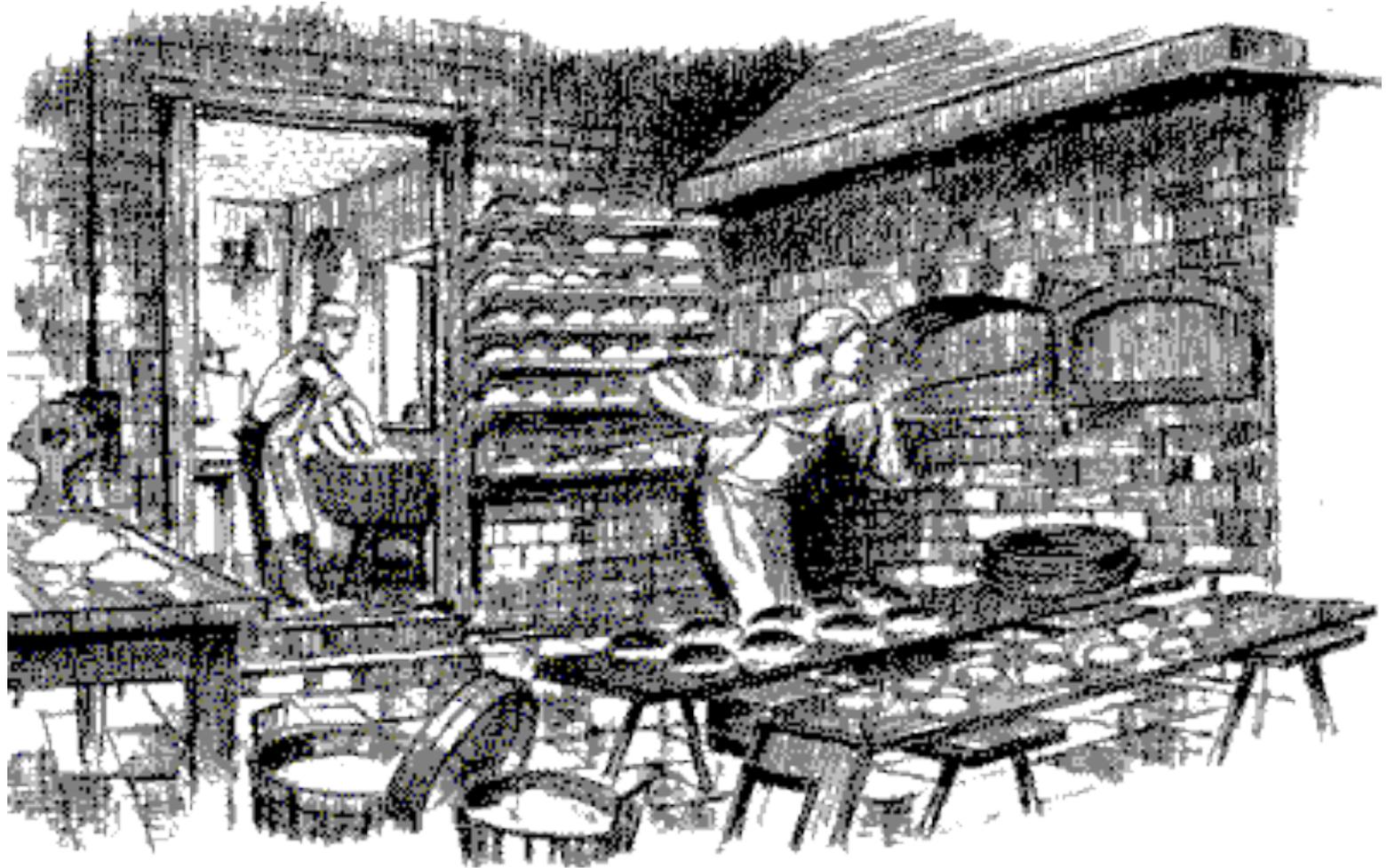


# La cottura



# Cottura

Con la cottura l'impasto assume una forma stabile, acquista le caratteristiche organolettiche tipiche e diventa digeribile.

La cottura viene condotta generalmente nel forno.

La temperatura e la durata della cottura variano a seconda della pezzatura e del tipo di pane.

Temperatura tra i 220 e 275 °C

Tempo 45 – 50 min (pani da 2000 g)

30 – 40 min (pani da 900 g)

20 – 30 min (pani da 500g)

13 – 18 min (pani di piccola pezzatura)

# Fasi di cottura

- I fase:

Gradiente di ca. 100 °C tra interno e esterno, evaporazione superficiale, migrazione dell' acqua dal centro alla superficie.

- II fase:

Diminuisce il gradiente, aumenta la temperatura interna, aumento di volume delle bolle di gas, aumenta la temperatura esterna (evaporazione + veloce diffusione).

- III fase:

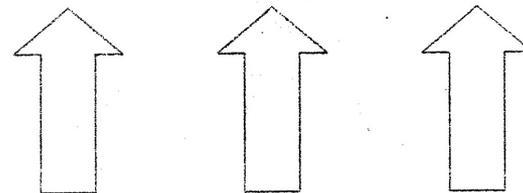
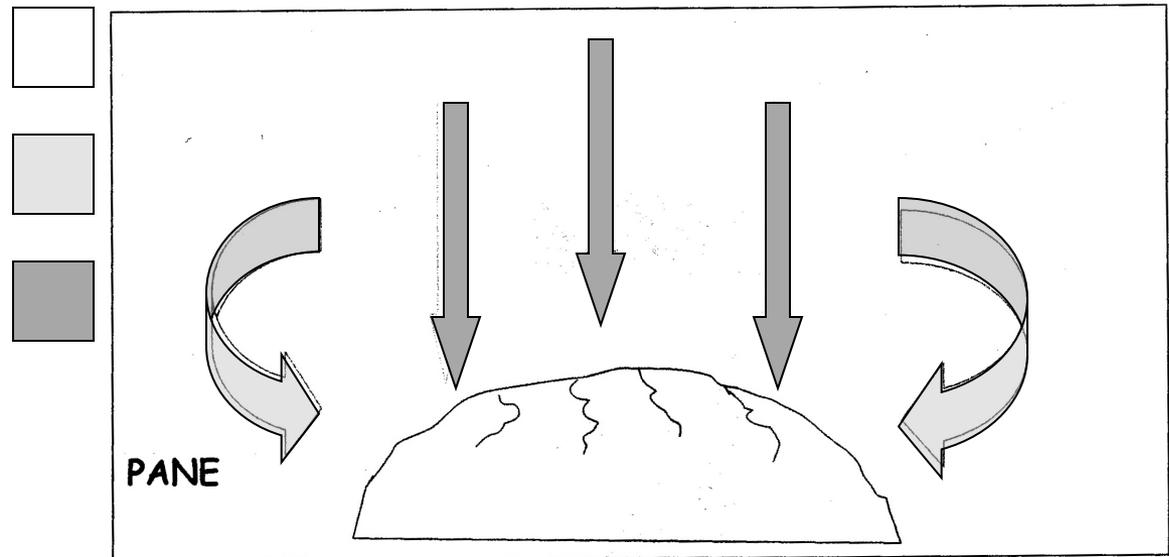
Gelatinizzazione interna (bolle non si sviluppano ulteriormente) e formazione della crosta (dopo gelatinizzazione l' amido trattiene acqua che non migra ulteriormente e la parte esterna comincia ad essiccarsi.

Bassa  $a_w$  ed alta temperatura determinano l' innesco della reazione di Maillard con successivo imbrunimento della crosta.

# Trasmissione del calore

Nel forno il calore viene trasmesso per:

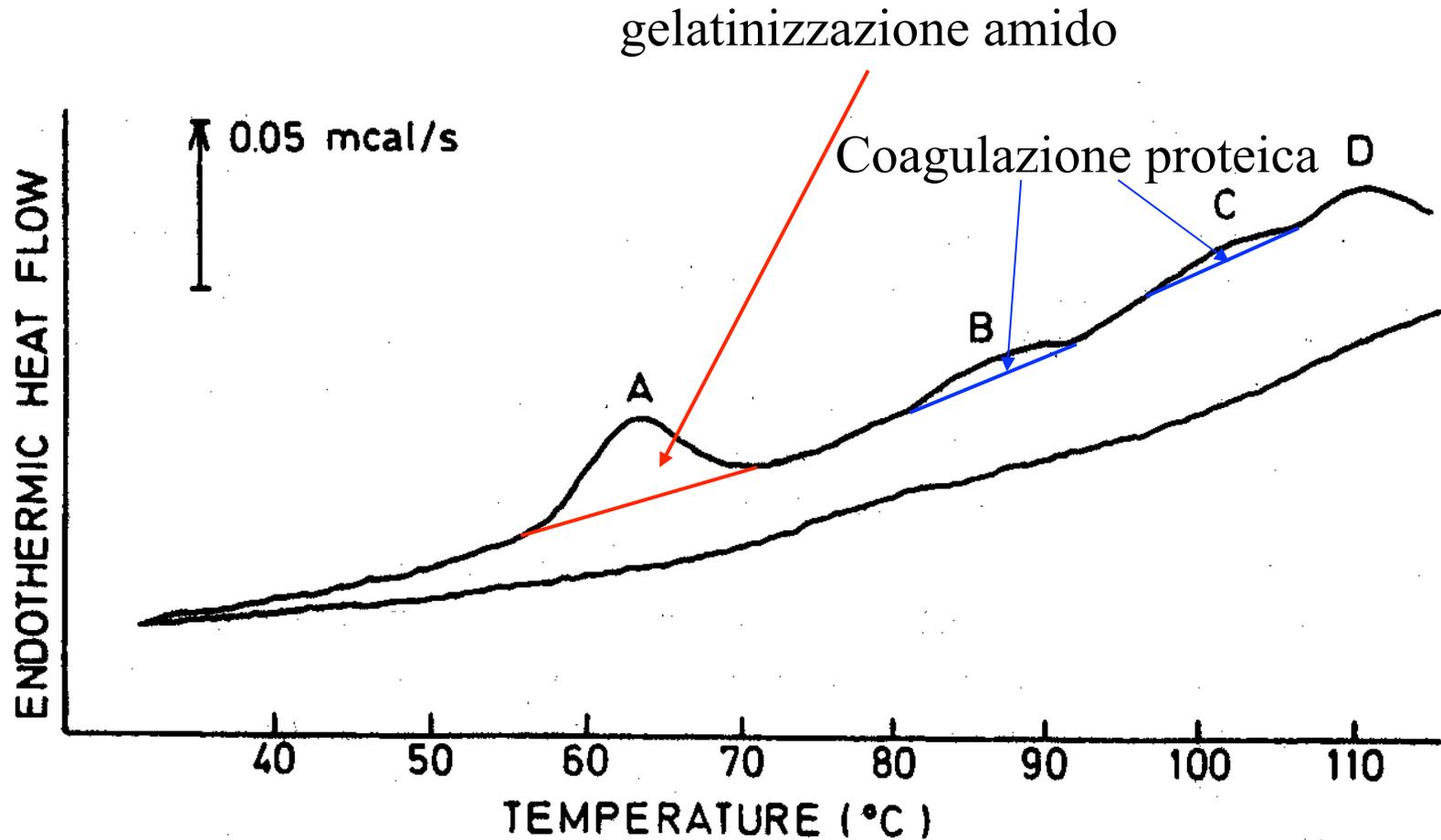
- Conduzione
- Convezione
- Irraggiamento



# Temperatura interna

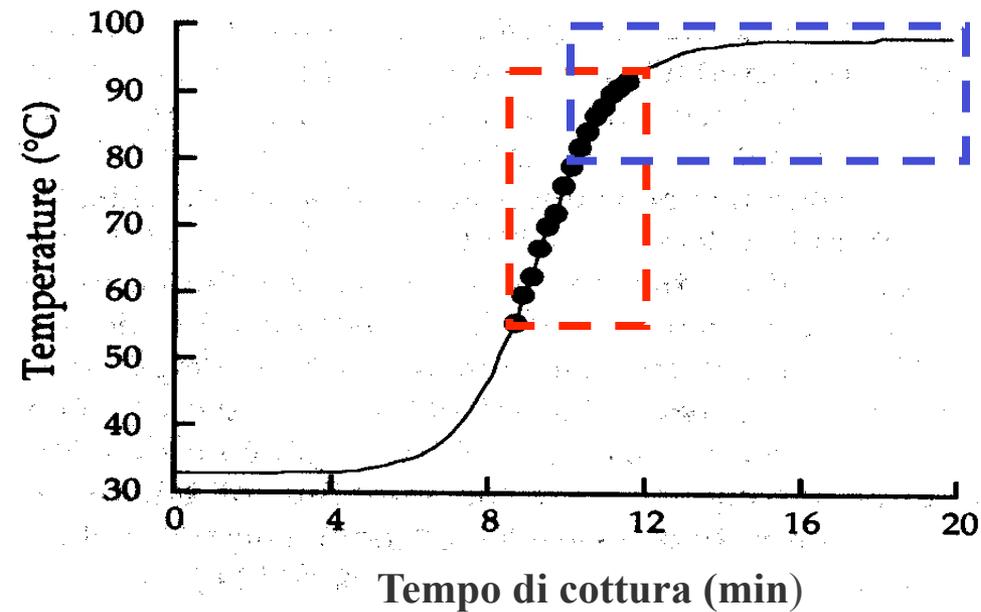
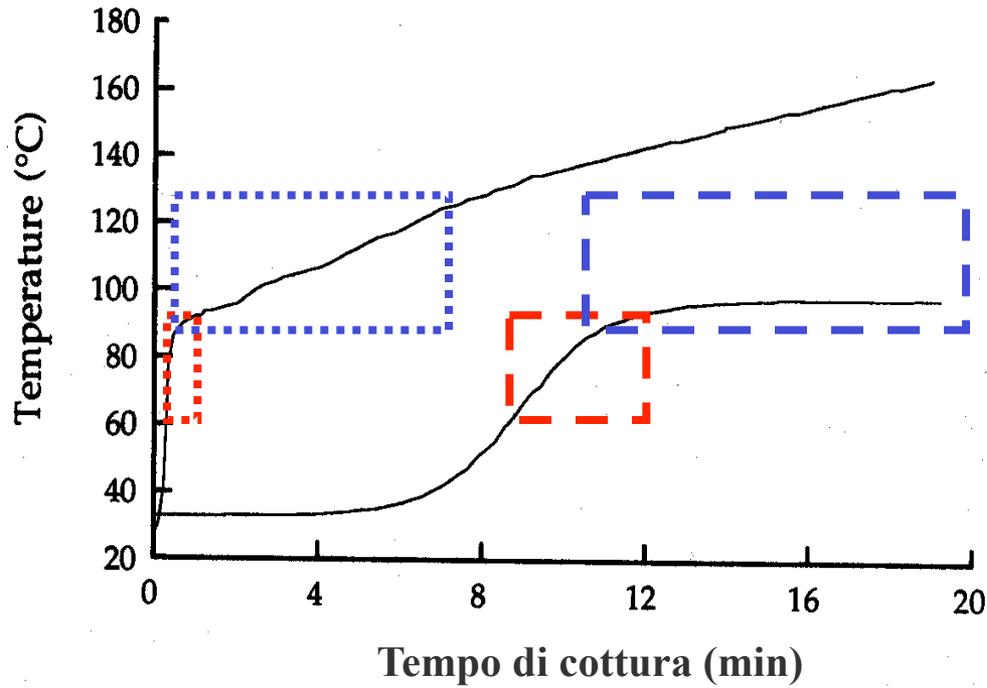
- La temperatura raggiungibile all'interno del prodotto è inferiore a  $100^{\circ}\text{C}$  e dipende dalla pezzatura e dalla durata della cottura.
- All'interno di un pane non si superano mai i  $98^{\circ}\text{C}$  e solo per pezzature di 2 kg si possono raggiungere i  $100^{\circ}\text{C}$ .
- La temperatura della crosta non supera mai i  $140^{\circ}\text{C}$  altrimenti si avrebbe colore troppo scuro e sapore amarognolo.

# Termogramma acqua-farina



Rapporto farina - acqua 1:1

# Temperatura in cottura



-  Gelatinizzazione amido
-  Coagulazione proteine
-  Mollica
-  Crosta

# Forni

## Le parti del forno

- camera di cottura, con un cielo (lato superiore) e una platea (base inferiore), dove si pone il cibo da cuocere
- generatore di calore a legna, a gas o corrente elettrica, che riscalda la camera di cottura
- sistema di trasporto del calore alla camera di cottura
- sportello d'apertura della camera (assente in alcuni tipi di forni a legna) con oblò di cristallo temperato
- camini per i fumi (assente in alcuni tipi di forni domestici)

I forni che si trovano oggi sul mercato sono inoltre dotati di numerose altre funzionalità e accessori:

ventole di convezione, boiler per il vapore, pannelli di controllo computerizzati, termostati a sonda, griglie, carrelli carico e scarico, ecc.

# Classificazione dei forni

## In funzione della platea

- Platea fissa
- Platea uscente
- Platea rotante o carrelli rotanti (rotary rack oven)
- A bilancelle
- A tunnel

## In funzione del riscaldamento

- A legna
- A gas
- Termociclici
- Elettrici
- Misto (con insufflazione vapore)

# A platea fissa

## Forno statico

A legna gas o elettrico, ventilato o non, con eventuale sonda termica

Riscaldamento diretto della platea o indiretto

Ripartizione del calore non uniforme

Gran parte del calore viene trasmesso per conduzione



# A platea uscente

Forno a platea fissa a riscaldamento indiretto

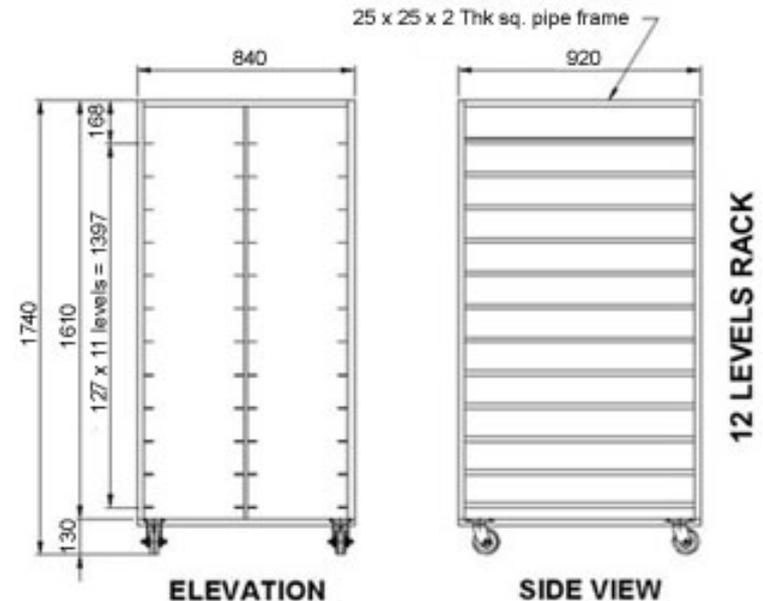
La platea si trova su carrelli estraibili che permettono il carico e lo scarico diretto



# A platea rotante

All'interno del forno il carrello di carico (carrello estraibile su ruote) è agganciato ad una barra rotante (situata nel cielo del forno) che imprime il movimento rotatorio.

La ripartizione del calore è molto più omogenea rispetto ad un forno a platea uscente.



# A bilancelle

Platee multiple agganciate ad un supporto che permette la rotazione in senso verticale.

Particolarmente adatto per pasticceria.



# A tunnel

Per linee continue di lavoro.

Gli impasti vengono mossi da una catena di trascinamento meccanico senza fine.

Lunghi da 6 a 46 metri (in alcuni casi anche 92 metri).

Particolarmente utilizzati per biscotti e prodotti secchi.



# Forno a legna

## Forno statico

Usato presso alcuni ristoranti e pizzerie tradizionali per cuocere pizze e pane



Forno per pizzeria



Forno per pane

# Caratteristiche tecniche

- Volta in refrattario prefabbricato ad alta resistenza. La sua forma è stata studiata per ottenere una distribuzione di calore uniforme, con un minimo consumo di legno.
- Piano cottura in lastre di refrattario pressate e cotte, con elevata resistenza termica e all'abrasione causata dagli attrezzi. Il piano può essere sostituito, dopo anni di continuo lavoro, dall'interno lasciando intatta la volta refrattaria.
- Cavo d'acciaio che mantiene unite le parti prefabbricate del forno durante la normale dilatazione termica.
- Portina in refrattario a chiusura stagna per evitare dispersioni di calore. Cappetta in refrattario per convogliare i fumi della combustione nella canna fumaria.
- Coibentazione costituita da materiali isolanti (vermiculite-argilla espansa e lana di roccia) crea un utile volano termico per la cottura ed evita dispersioni termiche.

# Normativa per forni a legna

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (8-3-2002) articolo 6, comma 6, prevede che i forni a legna di mense, e altri pubblici esercizi destinati alla ristorazione non devono sporcare l'aria e sono obbligati a rispettare determinati livelli di emissioni di ossidi di azoto, di carbonio, composti clorurati e altri.

- I limiti di emissione sono fissati a seconda della potenza complessiva dell'impianto e vanno da 150 a 100 mg/m<sup>3</sup> per l'ossido di carbonio; da 300 a 200 per gli ossidi di azoto; da 30 a 20 per il carbonio organico totale; 30 per i composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapori.

- Ristoranti e pizzerie che non dispongono di forni a legna "ecologici" dovranno rinunciare al loro uso.

- Entro marzo 2006 i forni a legna dovranno essere adeguati a severi "requisiti tecnici e costruttivi". Dal 1 settembre 2006 saranno vietati i forni a carbone e carbonella, ma non è chiaro se questi combustibili potranno continuare a essere usati nelle grigliate dei camini di ristoranti e altri esercizi pubblici o mense collettive.

# Forno a gas

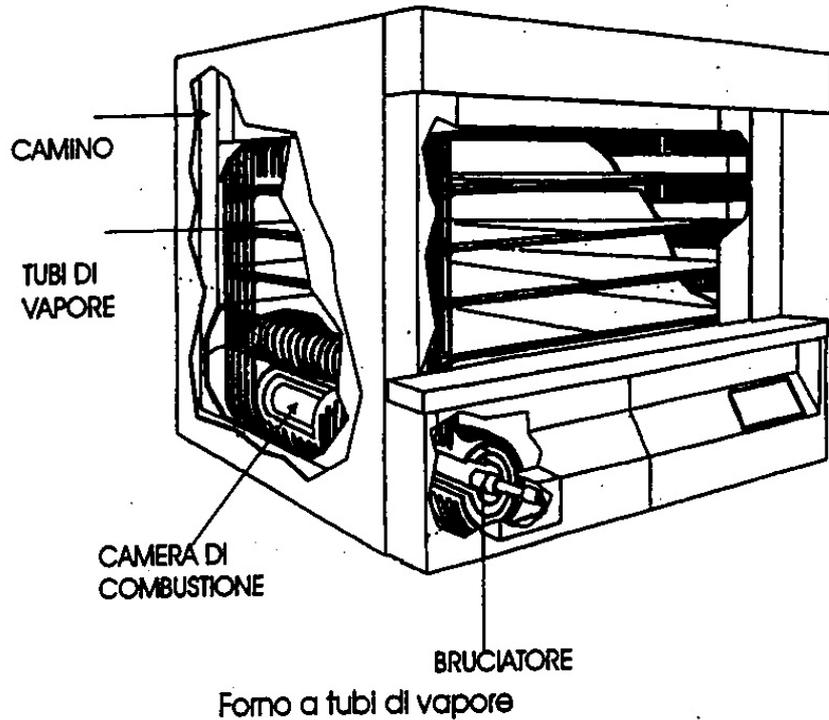
Dotato di un bruciatore che brucia gas o olio (USA) generando un focolaio confinato in una camera di combustione che riscalda un intercapedine che circonda la camera di cottura.

## **Forno statico**

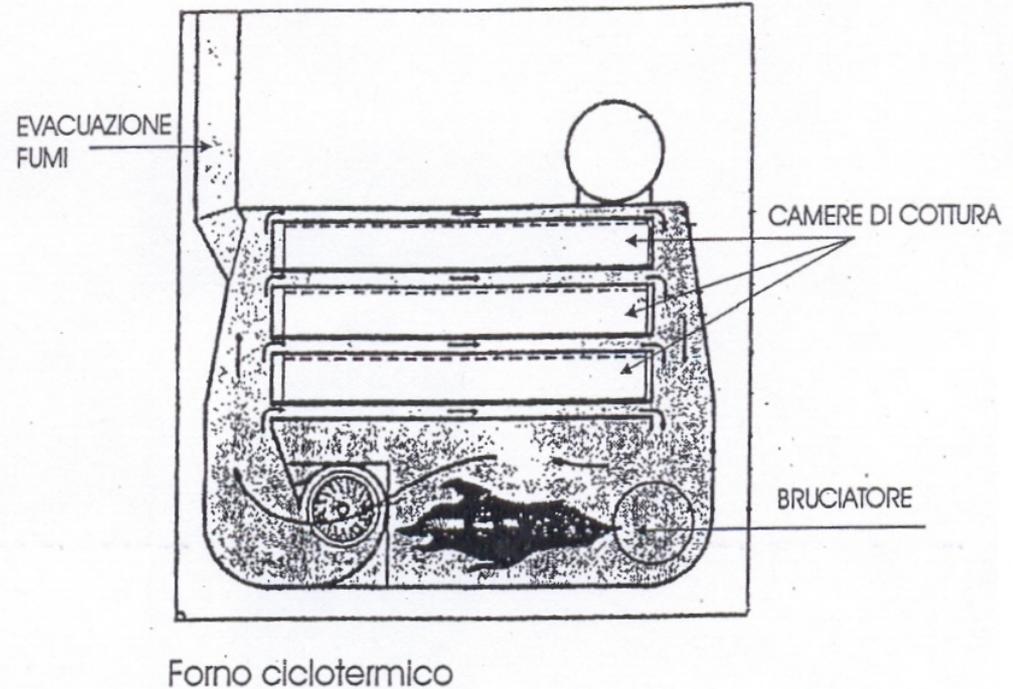
## **Forno a termoconvezione**

Ventola situata nella camera di cottura che ridistribuisce l'aria in modo da avvolgere completamente l'impasto.

# Sistemi di trasporto del calore



Sistema di trasporto del calore alla camera di cottura costituito da tubi contenenti acqua.

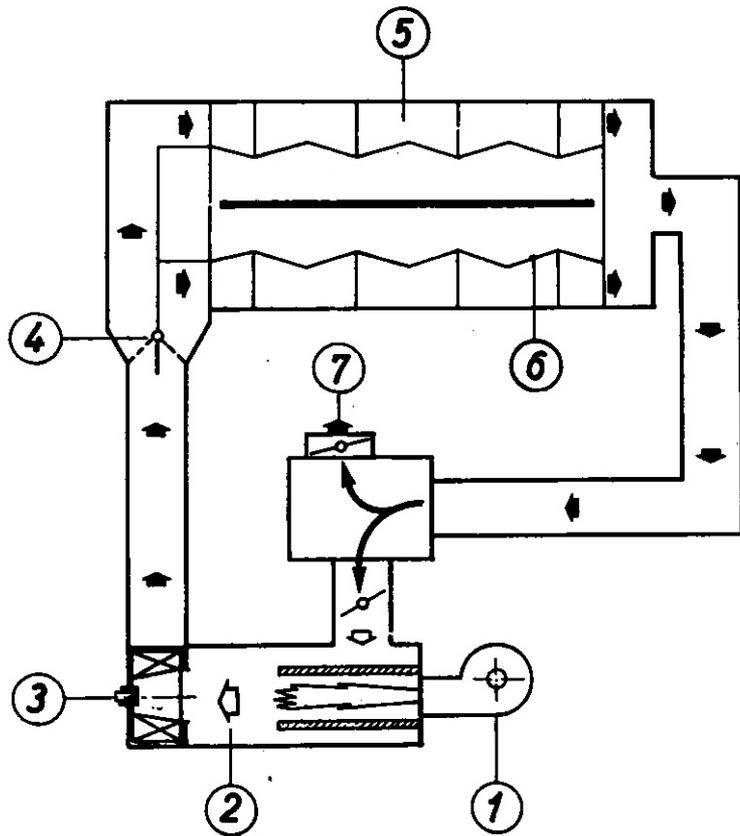


Circolazione di gas surriscaldato a grande velocità mediante ventola.

# Forni termociclici

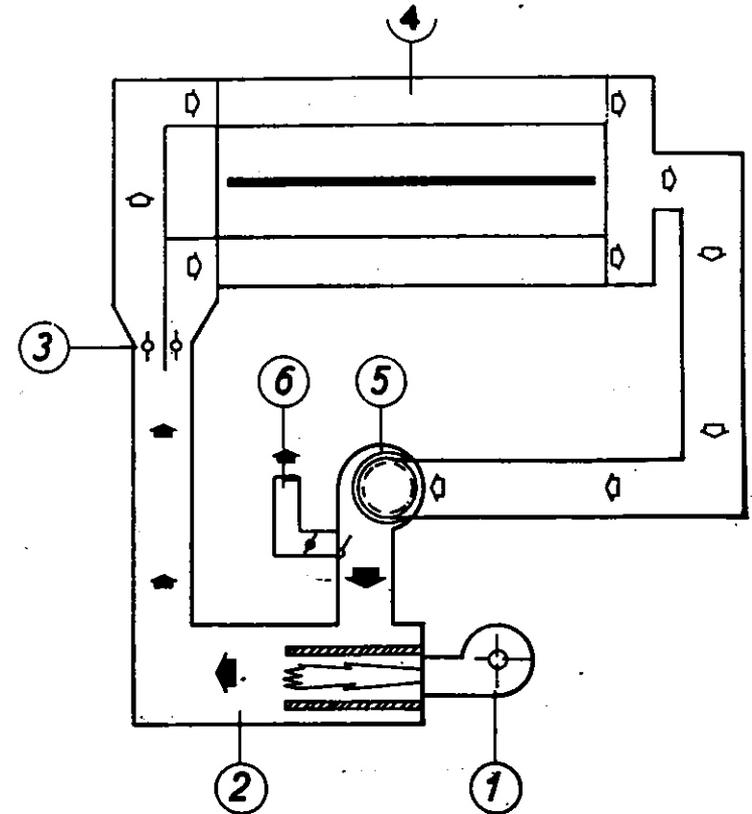
- Migliorano la resa calorica
- 30% più economici
- Calore distribuito più uniformemente
- Migliore omogeneità di cottura del prodotto

# Sistema di circolazione del calore



 GAS IN PRESSIONE  
 GAS IN DEPRESSIONE

1) bruciatore – 2) focolaio in depressione – 3) ventilatore – 4) valvole di ripartizione – 5) condotti di circolazione – 6) lamiera ondulata – 7) uscita fumi



 GAS IN PRESSIONE  
 GAS IN DEPRESSIONE

1) bruciatore – 2) focolaio in pressione – 3) ventilatore – 4) valvole di ripartizione – 5) condotti di circolazione – 6) lamiera ondulata – 7) uscita fumi

# Forni misti o combinati

Combina vapore e termoconvezione

- Riduce disidratazione del prodotto
- Riduce formazione della crosta superficiale
- Calore distribuito più uniformemente
- Migliore omogeneità di cottura del prodotto

# Forni dielettrici

Dipoli (acqua) si orientano in continuazione in un campo elettrico oscillatorio indotto da radiazioni elettromagnetiche.

In funzione della frequenza il dipolo può muoversi contemporaneamente al campo od in modo sfasato.

Sfasatura rispetto al campo determina dissipazione di energia in calore.

La facilità di orientamento delle molecole dipende anche dalla viscosità del mezzo, dall'attività dell'acqua e dalla densità della nube elettronica.

Acqua libera frequenze GHz (microonde)

Acqua legata frequenze MHz (microonde corte)

Ghiaccio KHz (microonde lunghe)

## **Forno a microonde**

Forno elettrico con generatore di onde elettromagnetiche (magnetron) ad altissima frequenza ed agitatore-stirrer che distribuisce le onde in modo uniforme.

Le microonde penetrano a circa 1-2 centimetri all'interno dell'alimento ed eccitano le molecole che lo compongono.

Utilizzati soprattutto per la cottura di biscotti

# Forni innovativi

- IR
- Induzione
- Combinati

Micronde – irraggiamento

Microonde – IR

Microonde – induzione

