

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

Facultad De Ciencias Aplicadas  
EAP de Ingeniería Agroindustrial

## OPERACIONES UNITARIAS II



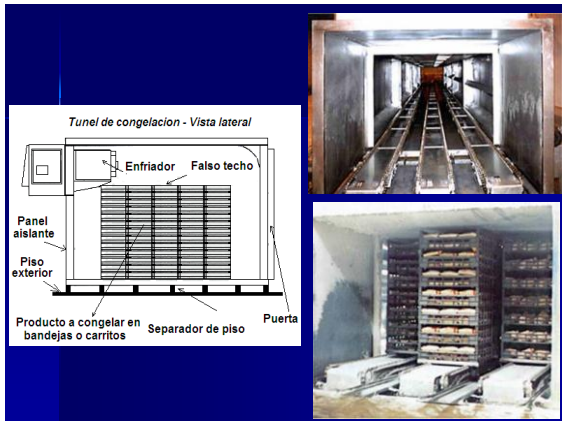
### CONGELACION DE ALIMENTOS

FACILITADOR : MSc. Miguel Angel QUISPE SOLANO

TARMA - PERÚ

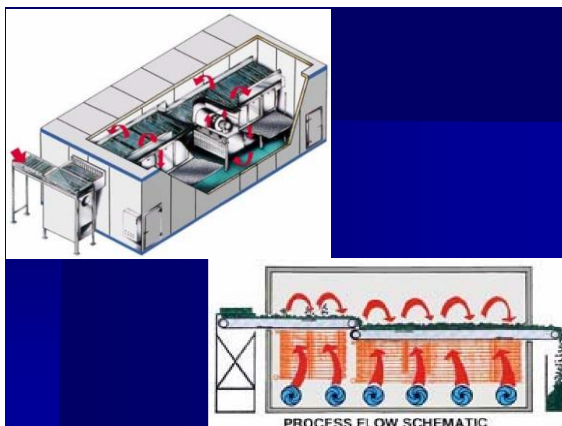


**Congeladores de tunel**



### C. Congeladores de cinta

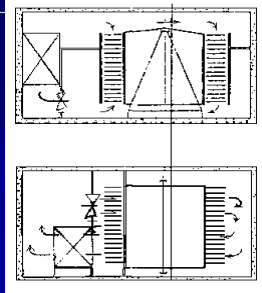
1. Congeladores de banda transportadora
  - Congeladores continuos
  - Banda de enrejado metálico
  - En la mayoría el movimiento del aire es vertical



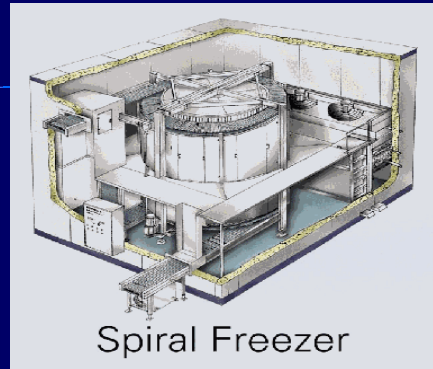
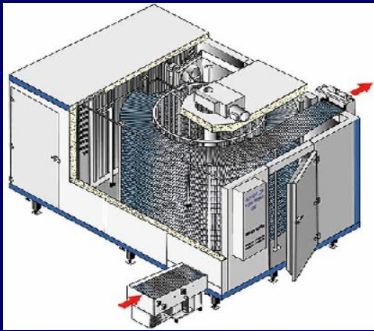
## 2. Congeladores en espiral

- Cinta transportadora metálica flexible y apilable que se enrolla en un tambor en espiral
- El aire puede fluir horizontal o verticalmente
- Movimiento horizontal para alimentos empacados para evitar que el aire choque con la superficie superior en el fondo zona muerta
- Movimiento en contracorriente: la diferencia de temperatura y humedad existente entre el aire y el alimento se reducen por lo que hay menos pérdidas
- Importante distribución uniforme del producto para el congelamiento efectivo, ya que el aire evita los lugares de mayor concentración donde en consecuencia no se enfría adecuadamente.

## Sistema de Circulación de aire en un congelador de cinta en espiral



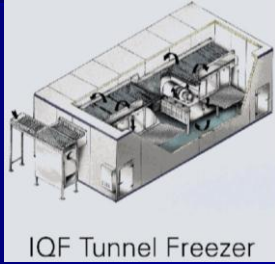
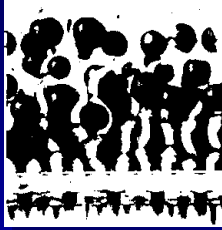
- En vertical a la superficie de la cinta.
- Paralelo a la superficie de la cinta



## D. Congeladores de Lecho fluidizado

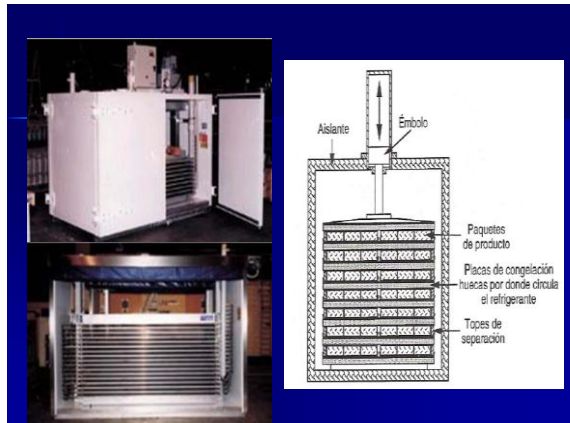
- Para productos que pueden flotar por acción de una corriente de aire inyectada en sentido vertical.
- Cada partícula es congelada de manera individual.
- La velocidad del aire equilibra el peso de los productos.
- Producto que retiene las características de flujo libre
- Deshidratación baja por la gran velocidad de congelación
- Velocidad de congelación de 5-10 cm/hr
- El coeficiente de transferencia calórico desde el aire frío al producto está limitado por la velocidad del gas que debe ser la adecuada para fluidizar, por lo que la única manera de incrementarla es bajando la temperatura
- -25 a -35°C 2 a 5 m/S

## Principio de fluidización

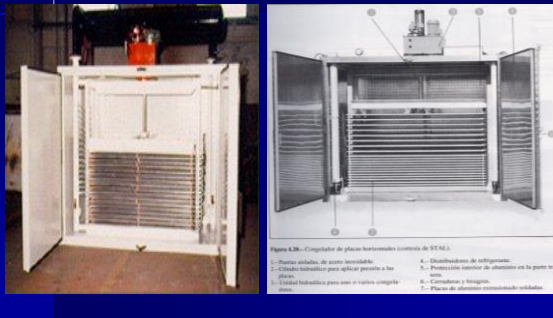


## 2. SISTEMAS QUE UTILIZAN EL CONTACTO CON PLACAS METALICAS

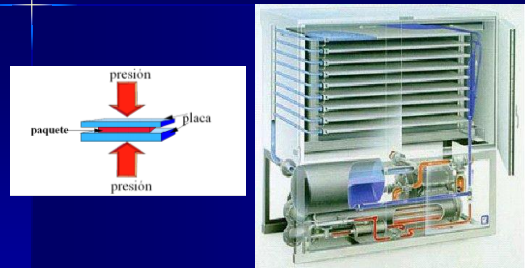
- Serie de placas planas huecas dispuestas en vertical u horizontalmente por donde circula el refrigerante (-40°C)
- Funcionamiento continuo, discontinuo, semicontinuo
- Se adapta a alimentos de formas plana, dispuestos en capa única luego un sistema hidráulico las aproxima presionando suavemente logrando un buen contacto.
- Recomendable para alimentos de consistencia firme para que resistan sin daño la compresión.
- Calor extraído por conducción
- Efectividad depende del grado de contacto entre placa y alimento.
- Deshidratación mínima



## Congelador de placas



## Detalle de la ubicación y la ejercida por las placas





### 3. CONGELACION POR INMERSION

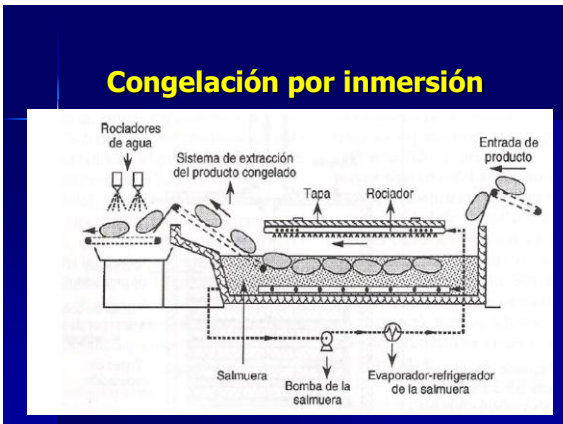
- Alimento circula por una cinta sin fin, atraviesa un tanque que contiene un líquido (propilenglicol, etilenglicol, salmuera)
- El líquido no cambia de fase
- Una aplicación es la pre congelación rápida de aves envasadas a vacío.
- Condición de los refrigerantes: no tóxicos, puros, limpios, ausencia de olores y sabores extraños, baja penetración en el alimento, baja viscosidad, baja corrosividad.

### DESVENTAJAS

- Mucho tiempo de exposición pierde su aspecto v puede adquirir sabores
- La sal provoca corrosión y deteriora instalaciones
- Prescripciones higiénicas

### VENTAJAS

- Contacto íntimo, reduce la resistencia
- Unidades sueltas de formas regulares e irregulares pueden congelarse individualmente

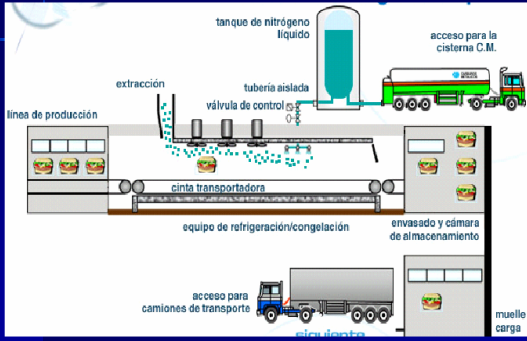


### 4. CONGELACION CON FLUIDOS CRIOGENICOS

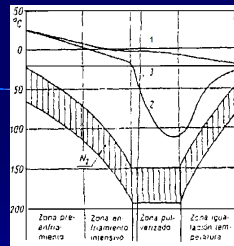
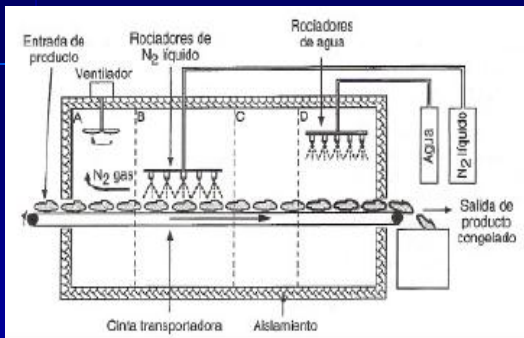
- El refrigerante cambia de estado a merced del calor que absorbe del producto, entra en contacto íntimo con el alimento
- Principal desventaja: costo relativamente elevado de refrigerante
- Se reserva a casos muy específicos, productos de alto valor añadido, estacionales.



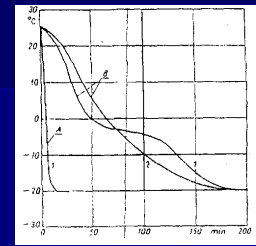
## Congelación por nitrógeno líquido



## Enfriamiento por pulverización con fluidos criogénicos



Curso típico de la temperatura en un aparato de congelación  
1. Centro  
2. Superficie  
3. Temperatura media final



Curso típico de congelación en la congelación con nitrógeno

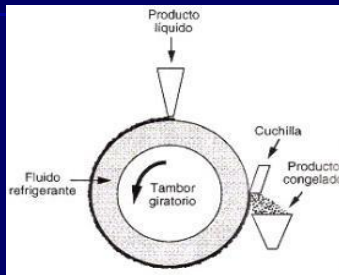
## 5. CONGELADORES DE SUPERFICIE DE RASCADA

- Alimentos líquidos y semipastosos (HELADO)
- El rotor giratorio desprende la mezcla de la superficie e incorpora aire

## 6. CONGELADORES DE TAMBOR

- Alimentos líquidos y semipastosos
- Tambor que gira sobre un eje horizontal cuya parte inferior pasa por un depósito que contiene el producto a congelar. Un cuchillo raspador permite recoger el alimento congelado  
Ejm: pulpas de frutas, jugos, purés.

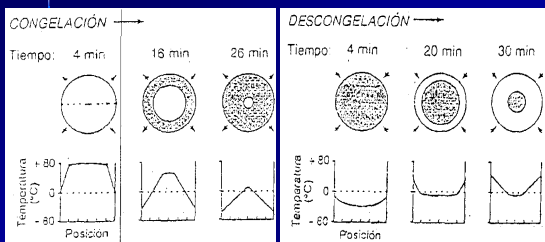
## CONGELADORES DE TAMBOR



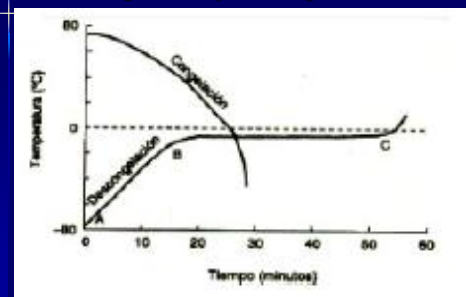
## DESCONGELAMIENTO

- Por múltiples razones la descongelación es una etapa crítica desde el punto de vista microbiológico. El exudado compuesto por agua y sustancias nutritivas aparece en primer lugar en la superficie del producto en la zona en que la temperatura es menos fría y donde la contaminación inicial es más elevada.

## Secuencia de la congelación y descongelación de latas conteniendo geles de almidón



## Evolución de la Temperatura en el centro geométrico de geles de almidón durante su congelación y descongelamiento



- La descongelación debe estar diseñada de manera de minimizar los siguientes fenómenos: crecimiento microbiano, pérdida de líquido, pérdida por evaporación y reacciones de deterioro.
- La descongelación requiere tiempos más largos que la congelación en situaciones comparables de fuerza impulsora ya que la transferencia calórica se produce a través del alimento descongelado cuya conductividad y difusividad térmica son mucho menores que las correspondientes al congelado.

- Resulta desfavorable el mantenimiento prolongado a una temperatura ligeramente inferior a 0°, por tres motivos:
  - El producto queda expuesto a concentraciones relativamente altas de solutos
  - Los cristales de hielo se agrandan.
  - Se favorece el desarrollo de los microorganismos psicrófilos, debido a que el exudado se enriquece en compuestos nutritivos.

- En alimentos con estructura tisular, la magnitud de la pérdida del jugo es el índice más importante de la reversibilidad del tratamiento congelador. La salida de jugo se considera como una manifestación externa de la desnaturalización de las proteínas aún cuando no pueda estimarse esta última como la causa directa y única de aquel fenómeno.
- El componente principal del jugo es agua que no vuelve a ser adsorbida por el tejido. La salida de jugo puede motivar considerable pérdidas de sustancias solubles (vitaminas, enzimas, sales minerales, aminoácidos libres, proteínas del sarcoplasma).