



HELADO FÁCIL

GUÍA PRÁCTICA PARA ENTENDER,
OPERAR Y SOLUCIONAR PROBLEMAS EN
UNA PLANTA DE HELADOS



*Una mirada a la industria del helado
desde la experiencia*

EXPERIENCIA • PRÁCTICA • RESULTADOS



ENTENDER



OPERAR



SOLUCIONAR



MEJORAR



José Fernando Piedrahita Ocampo

HELADO FÁCIL.

**Guía práctica para entender, operar y
solucionar problemas en una planta de
producción de helados.**

JOSÉ FERNANDO PIEDRAHITA OCAMPO

Una mirada a la industria del helado desde la experiencia.

HELADO FÁCIL

Guía práctica para entender, operar y solucionar problemas en una planta de helados

Una mirada a la industria del helado desde la experiencia.

Introducción

Al conocer una planta de producción de helados, la primera impresión es que muestra una complejidad muy grande: Tanques, bombas, intercambiadores de calor, homogeneizadores, freezers, compresores, válvulas, sensores, PLC, llenadoras y empacadoras y un sinfín de tuberías de diferentes materiales y diámetros que forman un conjunto en el que intervienen simultáneamente procesos mecánicos, térmicos, eléctricos y de automatización.

Sin embargo, detrás de esa aparente complejidad existe una secuencia bastante lógica:

La mezcla se prepara, se pasteuriza, se homogeneiza y se enfría. La producción empieza a temperaturas entre 65°C y 85°C y finaliza bajo 0°, alcanzando -40°C en los túneles de congelamiento. Este delta de temperatura requiere un alto consumo de energía y conservar la forma y calidad del producto es un reto mayor.

Posteriormente llega al freezer, donde se incorpora aire mientras parte del agua se congela y el producto adquiere progresivamente las características que reconocemos como helado. Finalmente, el producto se dosifica, moldea o extruye, se endurece y se empaca.

HELADO FÁCIL nace de muchos años de trabajo con equipos y plantas de producción de helados y, especialmente, de las preguntas y problemas encontrados en ellas.

No pretende ser un tratado de ingeniería, refrigeración o tecnología de alimentos. Tampoco pretende reemplazar los manuales de los fabricantes. Su propósito es diferente: **ayudar a quienes trabajan diariamente con estos equipos a entender qué está ocurriendo en el proceso y por qué.**

¿Por qué cambia el overrun?

¿Por qué aumenta la presión dentro de un freezer?

¿Qué significa realmente el porcentaje de viscosidad que aparece en una pantalla?

¿Por qué un helado puede salir demasiado blando aun cuando aparentemente los parámetros de la máquina son correctos?

¿Qué relación existe entre las bombas de entrada y salida, el caudal, la presión y el tiempo de permanencia del producto?

¿Qué ocurre con el refrigerante alrededor del cilindro?

¿Y por dónde comenzar cuando una máquina que ayer funcionaba correctamente hoy no lo hace?

Por eso, a lo largo de este libro intentaremos seguir una regla sencilla:

Saber cómo funciona permite operar; entender por qué funciona permite decidir.

Por ejemplo, no basta con saber que existe un flujómetro. Es más importante comprender **qué estamos midiendo, por qué necesitamos medirlo y qué efecto tendrá sobre el producto si ese valor cambia y que cambia al interior del equipo si su valor cambia**. Lo mismo sucede con la presión al interior del cilindro, las temperaturas de la mezcla y del producto final y la viscosidad, o en términos más amistosos, la dureza del helado. El operador dispone, cada vez en esa interfase, de más información en las pantallas de las máquinas e interactúa con ellas, pero una lectura solamente resulta útil cuando se comprende el fenómeno físico que representa y como afecta la totalidad del proceso.

Y existe otra fuente de información todavía más importante: **el propio helado**: ¿cómo se ve? cuál es su textura? su firmeza? ¿se ve “seco”? ¿el volumen de llenado y el peso se corresponden con los estándares del producto? etc.

Los procedimientos de operación utilizados en planta muestran precisamente la importancia de comprobar esas condiciones y ajustar el proceso cuando sea necesario. Los equipos industriales operan a capacidades altas y un defecto o desajuste en cualquier variable genera una gran cantidad de desperdicios o material para reprocesar, con su respectivo impacto en el costo del producto y la eficiencia de la planta.

Como concepto básico de operación, debemos tener en cuenta que:

La pantalla informa; el producto confirma.

CAPÍTULO 1. La Mezcla.

La mezcla, (base del helado, Mix, etc.) puede ser o bien “Láctea” o bien “Agua”. La Mezcla puede definirse como:

La mezcla base de un helado es la combinación líquida y homogénea de todos los ingredientes esenciales que, al batirse y congelarse, se transforman en helado. Es el cimiento de la receta y contiene el agua, las grasas, los azúcares y los sólidos lácteos perfectamente equilibrados antes de añadir los sabores finales o coberturas.

Hay que tener en cuenta que, en la elaboración de la mezcla, las matemáticas juegan un papel determinante. Varias variables deben ser consideradas y controladas para lograr un producto de calidad y a un costo razonable.

Empecemos por el tanque de preparación de mezclas, considerando la relación diámetro/altura que es importante, y al respecto digamos:

La relación entre el diámetro del tanque (D) y la altura del líquido (H) es importante porque influye directamente en la forma como circula la mezcla dentro del tanque. Una relación adecuada facilita que la grasa, los azúcares, los sólidos lácteos y los estabilizantes se distribuyan uniformemente y que la temperatura de la mezcla sea homogénea en todo el volumen.

Acá empiezan a jugar las matemáticas, que como es bien sabido es una ciencia exacta y que permite validar y anticipar comportamientos de los equipos.

Introduzcamos ahora el concepto de “Velocidad Periférica del Impulsor”:

Velocidad periférica del impulsor

La velocidad periférica corresponde a la velocidad lineal que alcanza el extremo del impulsor y se calcula mediante:

$$v = (\pi \times D \times N) / 60$$

Donde:

v = velocidad periférica del impulsor (m/s)

D = diámetro del impulsor (m)

N = velocidad de rotación (rpm)

$\pi = 3,1416$

CAPÍTULO 3. EL FREEZER



NOTA

REFERENCIA DEL FREEZER

La referencia numérica del **FREEZER** indica la capacidad de producción de helado en **LITROS/HORA** o **GALONES/HORA**, considerando las siguientes condiciones:



OVERRUN:

100%



MEZCLA:

Estándar con **36%** de sólidos totales



TEMPERATURA DE ENTRADA:

+4 °C



TEMPERATURA DE SALIDA:

hasta -6 °C

FIGURA 13. REFERENCIA DEL FREEZER.

El freezer (batidora, continua, nevadora, etc. según el país o región) es el equipo donde la mezcla madurada, se convierte en helado. En su interior suceden varios procesos, que juntos le dan al producto su propia estructura característica: enfriamiento, congelamiento parcial, incorporación de aire, agitación y presión al interior del cilindro.

El freezer no trabaja solo: recibe el resultado de todo lo que ocurrió antes y entrega el producto sobre el cual trabajará todo lo que viene después. De esa manera, el freezer depende de las etapas anteriores del proceso y condiciona los siguientes.

Todo lo anterior prepara la mezcla para que llegue en las condiciones correctas; todo lo posterior conserva, da forma, empaca y termina el producto que salió del freezer.

Varios estudios y autores muestran que el porcentaje de congelamiento del agua contenida en la mezcla una vez que sale del freezer se sitúa alrededor del 50%.

CAPITULO 5. OVERRUN.

El Overrun, sobre aumento o incorporación de aire es el aumento de volumen que experimenta la mezcla de helado debido al aire que se adiciona durante el proceso de congelación y batido.

Fórmula del overrun.

En condiciones normales de la operación de las plantas productoras de helados, existen patrones volumétricos que calculan el overrun según el peso de ese patrón. Es un buen sistema, rápido y práctico, pero conviene saber el origen de ese dato. Para saberlo, usemos la fórmula del Overrun:

FÓRMULA HF **CÁLCULO DEL OVERRUN**

 El **overrun** es el aumento de volumen que experimenta la mezcla debido al aire incorporado.

$$\% \text{OVERRUN} = \left(\frac{\text{PESO DE LA MEZCLA} - \text{PESO DEL HELADO}}{\text{PESO DEL HELADO}} \right) \times 100$$

 **IMPORTANTE:** Para obtener un resultado correcto:

- Use el **mismo recipiente** y el **mismo volumen** de producto para la mezcla y para el helado.

FIGURA 33. FÓRMULA DEL OVERRUN.

¿Como hacerlo?

Veamos como calcular el flujo de helado a partir del flujo de mezcla + el porcentaje de overrun. El overrun se expresa en porcentaje, porque es **una relación**, no una cantidad absoluta. Compara **cuánto aumentó el volumen del helado** respecto al volumen de mezcla con el que comenzamos. Acá estamos hablando de **VOLUMEN**, no de **MASA (PESO)**

CAPÍTULO 7. REFRIGERACIÓN.

Decir que la refrigeración es la parte fundamental de la máquina no es del todo cierto: debemos entender que para producir helados se entrelazan como un sistema muchas partes, fluidos, equipos de servicio, el conocimiento y la experiencia de las personas, los procesos de limpieza, etc.

Partamos de un principio muy sencillo: cuando un líquido hierve y se convierte en vapor, necesita absorber calor. En un sistema de refrigeración aprovechamos deliberadamente este fenómeno: hacemos que el refrigerante hierva a baja temperatura para que absorba calor del producto que queremos enfriar.

EL REFRIGERANTE NO “PRODUCE FRÍO”; ABSORBE CALOR.

TENDEMOS A PENSAR QUE LA ÚNICA FORMA DE HACER HERVIR UN LÍQUIDO ES CALENTARLO HASTA ALCANZAR SU TEMPERATURA DE EBULLICIÓN. SIN EMBARGO, TAMBIÉN PODEMOS LOGRAR QUE HIERVA DISMINUYENDO LA PRESIÓN A LA QUE ESTÁ SOMETIDO: ESTO OCURRE PORQUE LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DE UN LÍQUIDO DEPENDE DE LA PRESIÓN: AL DISMINUIR LA PRESIÓN, DISMINUYE TAMBIÉN SU TEMPERATURA DE EBULLICIÓN.

TODO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, INDEPENDIENTEMENTE DE SU TAMAÑO O COMPLEJIDAD, PUEDE ENTENDERSE INICIALMENTE A PARTIR DE CUATRO ELEMENTOS FUNDAMENTALES: COMPRESOR, CONDENSADOR, DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN Y EVAPORADOR. ESTOS CUATRO ELEMENTOS CONFORMAN LO QUE LLAMAREMOS EL ESQUEMA BÁSICO DE REFRIGERACIÓN.

EL REFRIGERANTE CIRCULA CONTINUAMENTE ENTRE ELLOS, CAMBIANDO SUS CONDICIONES DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y ESTADO, PARA TRANSPORTAR CALOR DESDE EL LUGAR QUE QUEREMOS ENFRIAR HASTA EL LUGAR DONDE PODEMOS LIBERARLO.

EL ACEITE ES PARTE VITAL DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN.

EL RECORRIDO DEL ACEITE, SIMPLIFICÁNDOLO, SERÍA:

COMPRESOR → REFRIGERANTE + ALGO DE ACEITE → CONDENSADOR → LÍNEA DE LÍQUIDO → EVAPORADOR → LÍNEA DE SUCCIÓN → RETORNO AL COMPRESOR

EL ACEITE LUBRICA EL COMPRESOR, NO REFRIGERA.

CAPÍTULO 10. C. I. P.

CIP (Cleaning In Place) es el sistema utilizado para limpiar internamente equipos y tuberías haciendo circular agua y soluciones de limpieza, sin necesidad de desmontarlos.

Presentamos a continuación “El Círculo de Sinner”, químico alemán quien formuló el modelo en 1959:

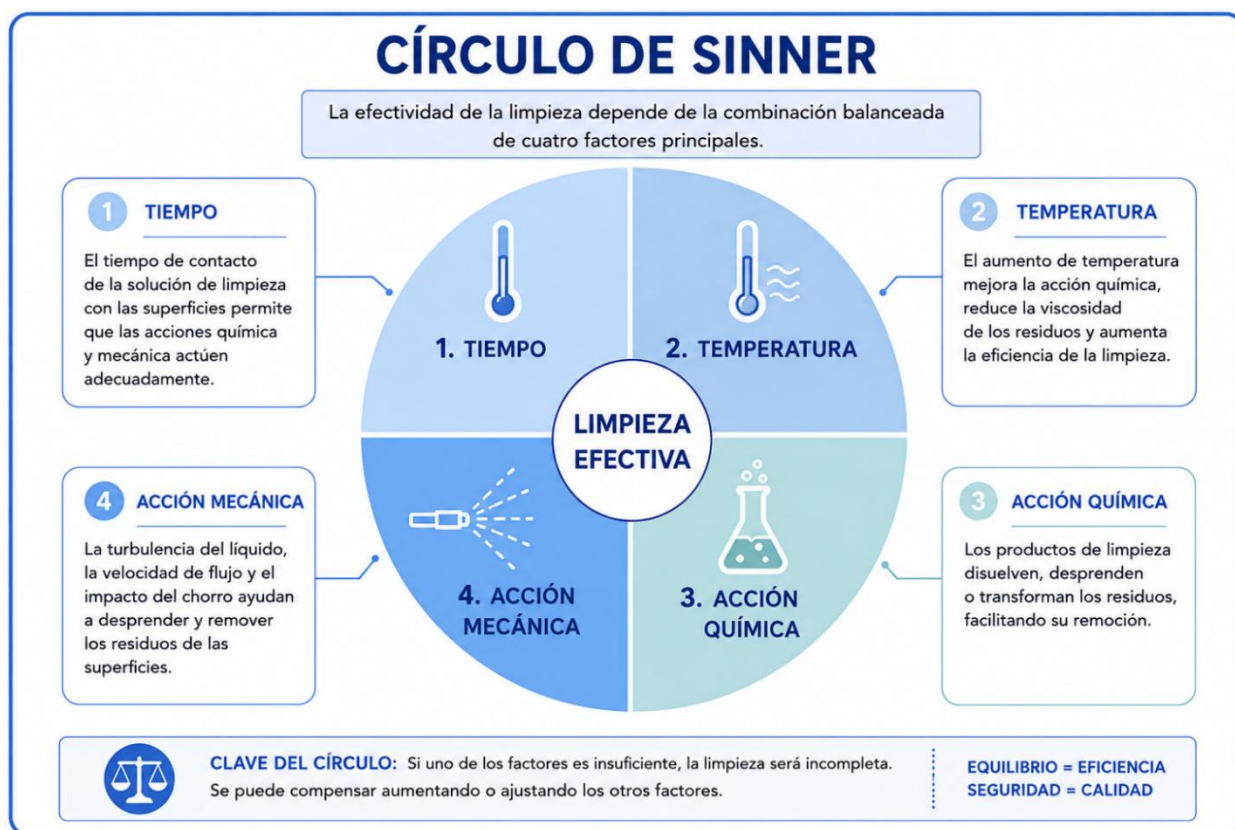


FIGURA 82. CÍRCULO DE SINNER.

Los factores están relacionados: Tiempo, Temperatura, Acción Mecánica y Acción Química. Si disminuye uno, normalmente hay que aumentar uno o varios de los otros para mantener la eficacia de la limpieza.

CAPÍTULO 12. LAS MATEMÁTICAS EN LA INDUSTRIA DEL HELADO.

Las matemáticas en la industria del helado no tienen por qué ser excesivamente complejas. En la operación diaria de una planta, gran parte de los cálculos se resuelven utilizando matemáticas básicas aplicadas.

La aritmética, los porcentajes, las proporciones y algunos conceptos sencillos de geometría son herramientas muy útiles para operar con criterio, comprobar el funcionamiento de los equipos y entender lo que ocurre durante el proceso. A esto se suma el análisis de los datos que genera la propia planta. Cuando variables como temperaturas, presiones, caudales, tiempos, consumos y cantidades producidas se miden con instrumentos adecuados, se registran y se analizan oportunamente, dejan de ser simples números y se convierten en información para tomar decisiones.

Detectar rápidamente una desviación permite hacer correctivos a tiempo, reducir pérdidas, controlar los costos y contribuir a alcanzar la productividad y la rentabilidad esperadas.

MEDIR → REGISTRAR → ANALIZAR → CORREGIR

“LO QUE SE MIDE SE PUEDE CONOCER, CONTROLAR Y MEJORAR.”

Páginas atrás mostramos la fórmula para encontrar el “Overrun”. No basta solo con medirlo. Con ese resultado se puede validar si el dato que muestra la pantalla en su Variable de Proceso es verdadero o hay que calibrarlo, si el volumen de mezcla planeado para una producción resultó en las unidades de producto que se planificaron, si existen diferencias entre mezcla + aire y unidades de helado producidas, si se atribuyen al overrun o necesitamos investigar más. Es entonces cuando un número deja de ser simplemente un dato y comienza a convertirse en una herramienta para **entender y controlar el proceso**.

CAPÍTULO 15. Endurecimiento y conservación.

Después de que los equipos han transformado la mezcla en productos de helado de diferentes formas, tamaños y presentaciones de empaque, estos productos deben someterse al proceso de endurecimiento.

Es importante recordar que, al salir del freezer, el producto está parcialmente congelado, con una temperatura promedio de $-5,5^{\circ}\text{C}$.

El objetivo es extraer calor rápidamente hasta alcanzar la temperatura requerida en el centro del producto, aumentando la fracción de agua congelada y limitando el crecimiento de los cristales de hielo.

La presencia de azúcar y otras sustancias disueltas disminuye el punto de congelación del agua, por lo que una parte de ella permanece sin congelar.

1. Fracción de agua congelada

Es la proporción del agua presente en la mezcla que se ha convertido en hielo.

Supongamos que tenemos 1 kg de mezcla para helado con la siguiente composición simplificada:

Componente	Peso	Porcentaje
Agua	600 g	60 %
Sólidos totales	400 g	40 %
Total	1.000 g	100 %

Después del endurecimiento, supongamos que 480 g de agua se han convertido en hielo.

La fracción de agua congelada será:

$$480 / 600 \times 100 = 80 \%$$

CAPÍTULO 16. PRINCIPIOS Y DEFINICIONES APLICABLES AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HELADOS.

En la elaboración de los helados a escala industrial o artesanal, intervienen principios físicos y químicos que son importantes de conocer y de ser tenidos en cuenta, sin la rigurosidad matemática con que los consideran las ingenierías, pero si entendiéndolos como fenómenos observables y medibles.

En las siguientes imágenes, trataremos de hacer accesibles los principios y como influyen en las diferentes etapas del proceso.

Mostremos una tabla resumen de algunos principios antes de definirlos:

RESUMEN DE ALGUNOS PRINCIPIOS APLICABLES A LA ELABORACIÓN DE HELADOS		
PRINCIPIO	QUÉ ES	DÓNDE APLICA
 Transferencia de calor	Transferencia de energía térmica debido a una diferencia de temperatura.	Calentamiento, pasteurización, enfriamiento, congelación, endurecimiento.
 Cambio de fase	Transformación entre los estados sólido, líquido y vapor.	Congelación del agua, formación de cristales de hielo, evaporación en el sistema de refrigeración.
 Mecánica de fluidos	Comportamiento de los líquidos y gases en movimiento (presión, flujo, velocidad).	Bombeo de la mezcla, incorporación de aire, sistemas CIP.
 Reología	Deformación y flujo de los materiales (viscosidad).	Bombeo de la mezcla, homogeneización, congelación, textura.
 Soluciones y coloides	Dispersión de sustancias a nivel molecular o microscópico.	Ingredientes de la mezcla, estabilizantes, emulsionantes, funcionalidad de las proteínas.
 Emulsificación	Formación y estabilización de gotas de un líquido en otro.	Homogeneización, estabilidad de la mezcla, sobrebatido (overrun).
 Incorporación de aire	Dispersión de pequeñas burbujas de aire en la mezcla.	Freezer continuo, sobrebatido (overrun), textura y cuerpo.
 Cristalización	Formación y crecimiento de cristales sólidos a partir de un líquido.	Congelación, tamaño y distribución de los cristales de hielo, textura final.
 Transferencia de masa	Movimiento de sustancias entre fases o dentro de una fase.	Deshidratación, evaporación, congelación e incorporación de aire.
 Conservación de la energía	La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.	Consumo de energía, desempeño del sistema de refrigeración (COP), eficiencia del proceso.

TABLA 16. PRINCIPIOS Y CONCEPTOS.

CAPÍTULO 17. DEL CONCEPTO A LA PRÁCTICA

Capítulo 1. La mezcla

1. ¿Por qué es importante que los ingredientes se distribuyan uniformemente antes de continuar con el proceso?
2. ¿Qué funciones cumplen la pasteurización y la homogeneización, y por qué no deben confundirse?
3. ¿Qué consecuencias podría tener una temperatura o un tiempo de retención incorrectos durante la pasteurización?

Capítulo 2. Maduración

1. ¿Qué cambios experimenta la mezcla durante la maduración?
2. ¿Por qué es importante mantener controlada la temperatura durante esta etapa?
3. ¿Cómo podría afectar una maduración insuficiente al comportamiento posterior de la mezcla dentro del freezer?

Capítulo 3. El freezer

1. ¿Qué diferencias fundamentales existen entre un freezer continuo y uno por batch?
2. ¿Por qué la mezcla no se congela completamente al alcanzar su punto inicial de congelación?
3. ¿Qué ocurre simultáneamente con la temperatura, el agua y el aire durante la fabricación del helado en el freezer?

Capítulo 4. Bombas y bombeo

1. ¿Qué diferencia existe entre presión y caudal?
2. ¿Por qué las características de la mezcla deben considerarse al seleccionar una bomba?
3. Si una bomba gira, pero el caudal de producto disminuye, ¿qué posibles causas investigarías?

INDICE DE CAPÍTULOS.

CAPÍTULO 1. La Mezcla	5
CAPÍTULO 2. MADURACIÓN	18
CAPÍTULO 3. EL FREEZER.....	22
CAPÍTULO 4. BOMBAS Y BOMBEO.	29
CAPITULO 5. OVERRUN.....	42
CAPÍTULO 6. EL CILINDRO:	51
CAPÍTULO 7. REFRIGERACIÓN.....	64
CAPÍTULO 8. EQUIPOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN.	81
CAPÍTULO 9. PALETAS (HELADOS MOLDEADOS EN PALITO).	87
CAPÍTULO 10. C. I. P.	99
CAPÍTULO 11. EMPAQUE:	106
CAPÍTULO 12. LAS MATEMÁTICAS EN LA INDUSTRIA DEL HELADO.....	113
CAPÍTULO 13. MANTENIMIENTO.....	126
CAPÍTULO 14. CONTROL:	139
CAPÍTULO 15. ENDURECIMIENTO Y CONSERVACIÓN.	145
CAPÍTULO 16. PRINCIPIOS Y DEFINICIONES APLICABLES AL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HELADOS.....	152
CAPÍTULO 17. DEL CONCEPTO A LA PRÁCTICA	166