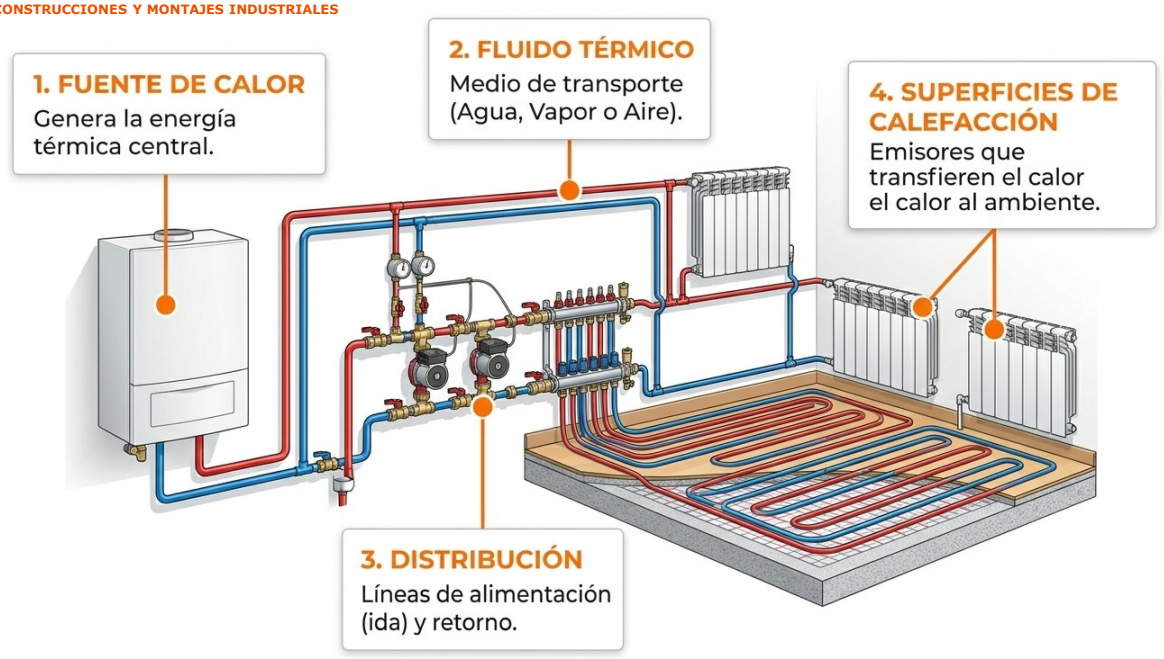
Sistemas de Calefacción

Fundamentos, Componentes y Lógica de Dimensionamiento

Construcciones y Montajes Industriales | Carrera de Ingeniería Industrial – 3er Año

ING. CIVIL DANIEL VIDELA | FI – UNCuyo | 2026

Presentación realizada con IAG, modelo Gemini.



Decisiones de Escala: Sistema Individual vs. Central

Sistemas Individuales

Concepto

Fuente térmica ubicada en el mismo local (ej. estufas).

Ventajas

- ✓ Costo inicial reducido
- ✓ Fácil transporte
- ✓ Regulación autónoma

Desventajas

- ✗ Elevadas temperaturas de contacto
- ✗ Enviciamiento del aire
- ✗ Desequilibrio térmico espacial











CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Decisiones de Escala: Sistema Individual vs. Central



Sistemas Centrales

Concepto

Fuente térmica externa al local acondicionado.

Ventajas

- ✓ Regulación centralizada
- ✓ Menor costo operativo y de mantenimiento
- ✓ Mayor vida útil

Desventajas

- ✗ Imposibilidad de regulación por unidad
- ✗ Prorrateo incierto de los costos reales de consumo

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Cuatro Componentes Integran la Arquitectura de un Sistema Central

1. Fuente de Calor

CALDERA O GENERADOR TÉRMICO

Transforma la energía del combustible en energía térmica utilizable.

2. Fluido Térmico

VEHÍCULO DE TRANSPORTE

Medio caloportador que traslada el calor desde la central hasta los locales (Agua, Vapor o Aire).

3. Red de Distribución

CAÑERÍAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO

Circuito cerrado que conduce el fluido térmico de ida (alimentación) y lo regresa frío (retorno) a la caldera.

4. Emisores Térmicos

SUPERFICIES DE CALEFACCIÓN

Intercambiadores de calor (radiadores, convectores, paneles) que ceden la energía al ambiente.

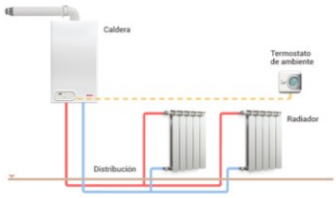
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Selección del Fluido Térmico Según el Régimen de Uso del Edificio

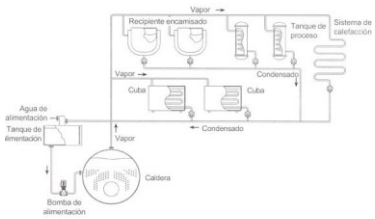
FLUIDO TÉRMICO	VENTAJAS PRINCIPALES	INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	USO Y APLICACIÓN ACONSEJABLE
Agua Caliente (Sistemas Hidrónicos)	• Calor suave y muy uniforme. • Mínima tostación de polvo. • Funcionamiento silencioso. • Inercia térmica (calor remanente). • Menor pérdida en cañerías.	• Lenta entrada en régimen. • Peligro de congelamiento. • Mayor costo de instalación.	Locales con Régimen Continuo: • Hospitales y Sanatorios • Hoteles y Residencias • Viviendas unifamiliares
Vapor de Agua (Sistemas de Vapor)	• Rápida puesta en régimen. • Sin riesgo de congelamiento. • Pérdidas mínimas en conductos. • Menor superficie de emisión.	• Tostación de polvo quemado. • Ruido característico en tuberías. • No permite regulación central.	Edificios con Uso Intermitente: • Cines y Teatros • Salones de Eventos • Galpones Industriales
Aire Caliente (Sistemas Centrales)	• Calor suave y agradable. • Permite filtrado y humectación. • Corrige enviciamiento del aire. • Apto para ventilación en verano.	• Conductos de gran sección. • Mayor nivel sonoro de aire. • Dificultad de paso en vigas.	Funcionamiento Continuo: • Edificios de Oficinas • Locales Comerciales • Centros Educativos

El Fluido Termodinámico: Análisis Operativo

Agua Caliente



Vapor de Agua



Aire Caliente



Topologías de Distribución

La red de distribución separa físicamente la generación de energía del punto de consumo.

Configuración del Circuito

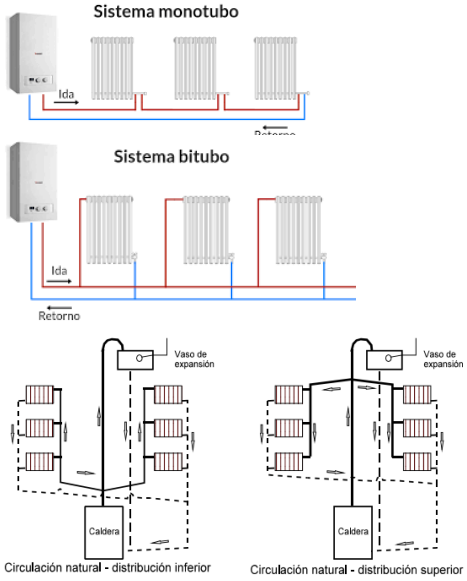
Monotubular:
Un solo anillo en serie.

Bitubular:
Líneas paralelas e independientes para alimentación y retorno.

Ubicación de la Alimentación

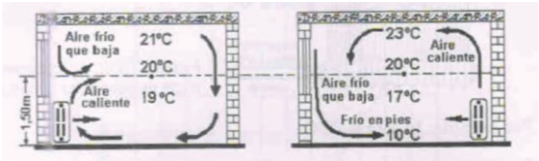
Superior:
Caída por gravedad o diseño descendente.

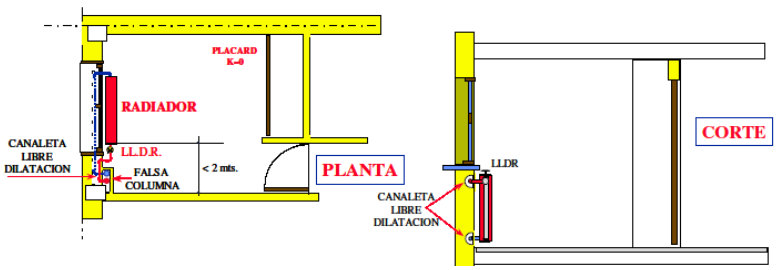
Inferior:
Ascenso desde el nivel de suelo o sótano.



Ergonomía Térmica: El Gradiente de Temperatura

Regla de Oro: Para lograr un bienestar personal óptimo, el gradiente de temperatura entre el piso y el techo debe ser el MENOR posible.





Ergonomía Térmica: El Gradiente de Temperatura

Regla de Oro: Para lograr un bienestar personal óptimo, el gradiente de temperatura entre el piso y el techo debe ser el MENOR posible

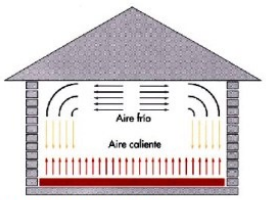


Figura 4: Sistema por *radiación*

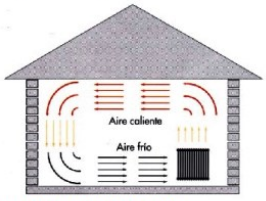


Figura 5: Sistema por *convección*.

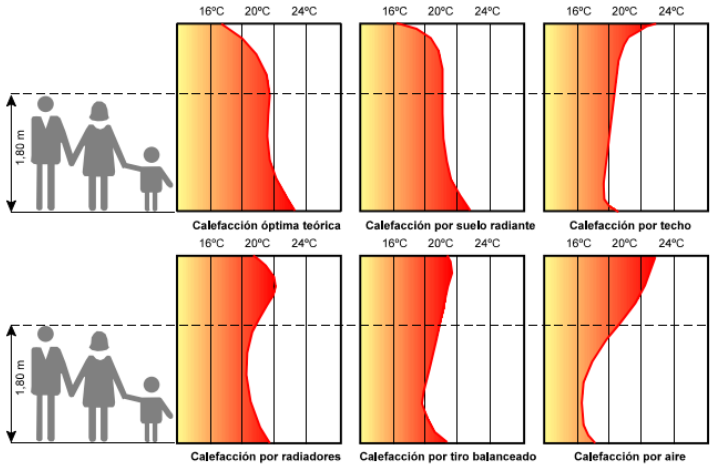
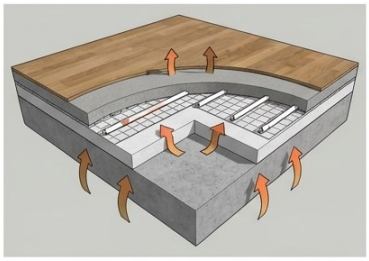
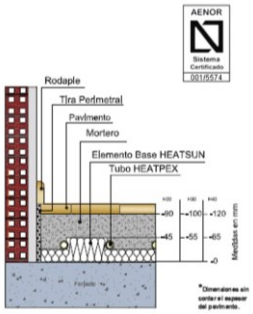


Figura 3: Distribución del calor para diferentes sistemas de calefacción.

Emisores Terminales: Arquitectura del Suelo Radiante







Capa Base: Forjado estructural. → **Aislamiento:** Panel aislante térmico. → **Circuito:** Tubos PEX guiados por malla. → **Masa Térmica:** Mortero de distribución. → **Terminación:** Pavimento final.

Nota Operativa:
Opera a baja temperatura. Ofrece el perfil térmico más cercano al óptimo teórico, pero posee una alta inercia térmica (lenta respuesta a cambios bruscos).

Ergonomía Térmica: El Gradiente de Temperatura

Regla de Oro: Para lograr un bienestar personal óptimo, el gradiente de temperatura entre el piso y el techo debe ser el MENOR posible.





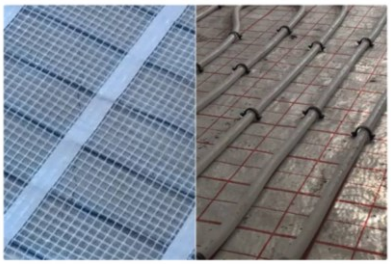


Suelo Radiante: ¿Eléctrico o por Agua?

SISTEMA ELÉCTRICO

- **Emisor:** Circuito de cable o malla calefactora directa.
- **Fuente:** No requiere caldera (conversión directa de energía eléctrica).
- **Control:** Sistema de respuesta inmediata, fácil individualización por estancias con termostatos.

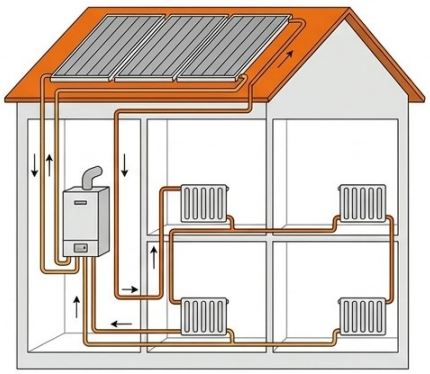
Mayor agilidad de control espacial y montaje rápido.





CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Modernización de Montajes: Integración Solar Térmica



Sistemas Híbridos
El colector solar actúa como pre-calentamiento o apoyo directo a la caldera tradicional para Calefacción y ACS (Agua Caliente Sanitaria).



Consideraciones de Montaje:
Estructuras de soporte en aluminio extruido, anclaje seguro sobre cubiertas industriales de chapa, respetando la inclinación óptima.

Modernización de Montajes: Integración Solar Térmica

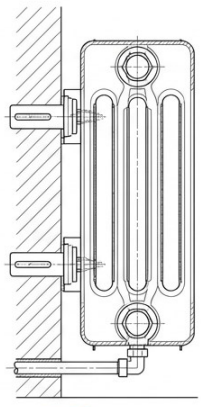






Emisores Terminales:
Radiadores Seccionales de Aluminio

Montaje



Espacios mínimos críticos para convección:
4 cm de la pared, 7 cm del suelo.

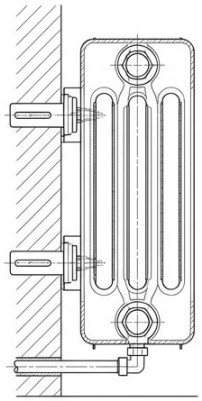




- Aleación de aluminio fundido inyectado (garantiza una rápida puesta en régimen).
- Sistemas modulares (se componen de 1 a 12 elementos según necesidad).
- La potencia térmica final (Kcal/h) depende directamente de la altura y la cantidad de secciones ensambladas.

Emisores Terminales:
Radiadores Seccionales de Aluminio

Montaje



Espacios mínimos críticos para convección:
4 cm de la pared, 7 cm del suelo.



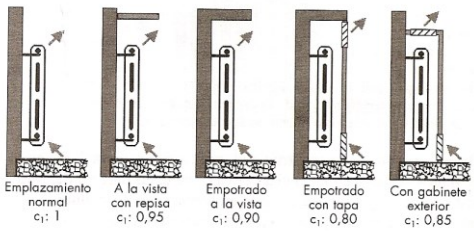


Fig. 5-IX. Coeficientes de corrección c_1 por diferentes tipos de emplazamiento.

Lógica de Dimensionamiento de Superficies

La Ley Base:

$$Q = K \cdot A \cdot (tp - ta)$$

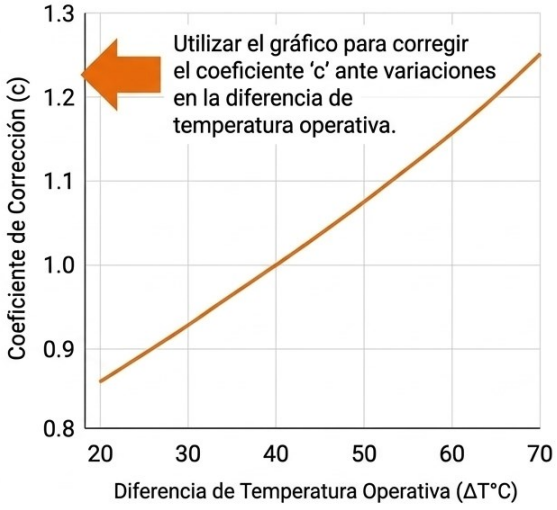
K: Coeficiente de transmisión | **A:** Área |
tp: T° del fluido | **ta:** T° del aire

El Atajo de Ingeniería (El Rendimiento η):
Como el coeficiente 'K' es complejo de aislar in-situ, la industria estandariza utilizando el Rendimiento.

$$A = Q / \eta$$

Valores Típicos (Emplazamiento Normal):
- Vapor: η = 700 Kcal/(h·m²)
- Agua (Circ. Natural): η = 450 Kcal/(h·m²)
- Agua (Circ. Forzada): η = 500 Kcal/(h·m²)

vapor: **tp = 100°C**
agua circ. nat.: **tp = 80°C**
agua circ. forz.: **tp = 85°C**



CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Lógica de Dimensionamiento de Superficies

La Ley Base:

$$Q = K \cdot A \cdot (tp - ta)$$

K: Coeficiente de transmisión | **A:** Área |
tp: T° del fluido | **ta**: T° del aire





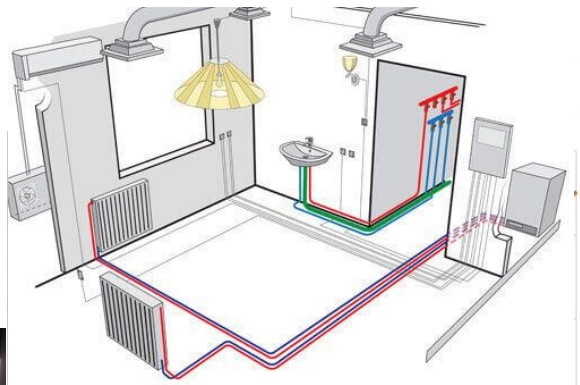
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Lógica de Dimensionamiento de Superficies

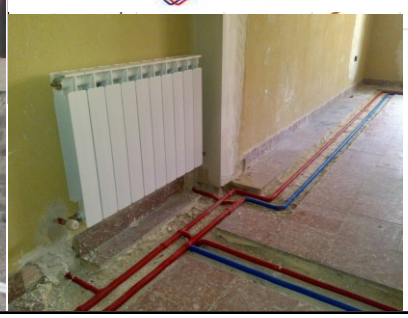
La Ley Base:

$$Q = K \cdot A \cdot (tp - ta)$$

K: Coeficiente de transmisión | **A:** Área |
tp: T° del fluido | **ta**: T° del aire







CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Caso Práctico: Dimensionamiento y Verificación de Radiador de 14 Secciones

DATOS DEL LOCAL

- Balance térmico requerido: **Qnec = 1600 kcal/h**
- Fluido termodinámico: **Agua circ. forzada (tp = 85°C)**
- Temp. ambiente requerida: **ta = 20°C**
- Diferencial térmico: **ΔT = (tp - ta) = 65°C**
- Tipo de emplazamiento: **Normal (c1 = 1.0)**
- Modelo radiador: **Hierro fundido (4 columnas)**
- Área por sección: **0.24 m² / sección**

1. Rendimiento Corregido (η):
η = 1.1 · c1 · η_base = 1.1 · 1.0 · 450 = 500 kcal / (h m²)

2. Área Necesaria de Emisión (Anec):
Anec = Qnec / η = 1600 kcal/h / 500 kcal/(h m²) = 3.20 m²

3. Selección de Secciones (n°):
n° = Anec / (sup/sec) = 3.20 m² / 0.24 m² = 13.33 secciones
=> Se adoptan 14 secciones (Modelo Comercial 14/IV/76)

4. Verificación Térmica Final:
Qreal = 14 sec · 0.24 m²/sec · 500 kcal/(h m²) = 1680 kcal/h
Qreal (1680 kcal/h) > Qnec (1600 kcal/h) --> VERIFICA OK

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

La Fuente de Calor: Ecuación de Carga de la Caldera





Clasificación por Presión: Baja, Media, Alta.
Clasificación por Material: Fundición (celulares/seccionales), Acero (acuotubulares).

$$Qc = QT \cdot (1 + a + b)$$

QT
Calor útil necesario para los dispositivos (radiadores/suelo).

a
Pérdidas por puesta en régimen (aprox. 10%).

b
Pérdidas por aislación y cañerías (aprox. 15% a 20%).

Regla Heurística: El margen de seguridad total por ineficiencias del sistema asume un factor (a + b) aproximado del 30%.

Síntesis del Módulo:
Algoritmo de Decisión de Diseño

1. Perfil Operativo → **2. Escala del Proyecto** → **3. Necesidad de Confort** → **4. Lógica de Dimensionamiento**

Elección del Fluido (¿Continuo o Intermitente? -> Agua vs. Vapor).

Topología de Distribución (¿Local o Edificio? -> Individual vs. Central / Monotubular vs. Bitubular).

Selección del Emisor (Prioridad de gradiente -> Radiadores bajo ventana vs. Suelo Radiante).

Balance Térmico (Cálculo del emisor [Q/η] + Cálculo de Caldera incluyendo 30% de ineficiencias).

DE LOS PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS A LA REALIDAD CONSTRUCTIVA