

# CENTRAL de PRODUCCION de CALOR

## Madrid \* España

JOSE LAORDEN JIMENEZ, Dr. Ingeniero de Caminos  
Asesor del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento

592-5

**sinopsis** Se describe la Central de Producción de Calor del Hospital Clínico de la Ciudad Universitaria de Madrid, después de algunos años de funcionamiento. La Central está preparada para una producción de 13.000.000 de kcal/h, para calefacción; 1.000.000 de kilocalorías/h, para agua caliente sanitaria, y 3.200.000 kcal/h, para vapor a 5 kg/cm<sup>2</sup>. Se presentan las diversas alternativas y el esquema general de la solución elegida, así como una extensa relación de los materiales empleados.

### AGRADECIMIENTO

El autor agradece a D. Modesto López Otero (q. d. p.), Jefe del Gabinete Técnico de la Ciudad Universitaria en los momentos en que se realizó el proyecto; a D. Manuel Torres López, Secretario Administrador de la Ciudad Universitaria de Madrid; a D. Miguel de los Santos, Arquitecto del Hospital Clínico en aquel instante; al Doctor D. Francisco Martín Lagos, Director en aquella época de dicho Hospital Clínico, y a D. Julio Antón, Jefe de la Central Térmica existente, su amplia colaboración y consejo durante el proyecto y construcción de esta obra. Igualmente es de justicia agradecer el esfuerzo realizado por la casa CALIQUA y sus Ingenieros Sres. Teight y Salgado, que se ocuparon del montaje y puesta en servicio de esta instalación, y el de los Ingenieros Sres. Mazariegos y Constantino Laorden, que colaboraron en la oficina de los proyectistas.

### ANTECEDENTES

Dentro del recinto de la Ciudad Universitaria existe, desde el año 1933, un servicio de calefacción a distancia en agua sobrecalentada, proyectado en aquel momento por el Ingeniero Eduardo Torroja (q. d. p.). La situación actual de este servicio se marca en el plano M-1.

La elección de tal sistema se apoyó en las posibilidades técnicas que el empleo del agua sobrecalentada a alta presión ofrece en las instalaciones centralizadas de producción de calor para la calefacción de agrupaciones de edificios. Las ventajas técnico-económicas, respecto a la solución clásica de unidades independientes de generación de calor en cada punto de consumo, eran ya en aquella época notablemente importantes y se describen a continuación:

Las calderas de calefacción independientes, de reducido tamaño, en general, tienen un rendimiento inferior respecto a las calderas industriales equipadas de hogares mecánicos.

Las calderas de baja presión necesitan un carbón de buena calidad para su funcionamiento y, en consecuencia, un combustible más caro que el empleado en generadores industriales.

Las instalaciones térmicas independientes precisan un personal de entretenimiento muy numeroso que, en general, se confía a obreros no calificados.

La centralización elimina en los puntos de consumo el polvo y suciedad derivados de los abastecimientos de combustible y subsiguiente retirada de escorias, punto éste muy importante al tratarse de la Central Térmica de un Hospital.

Los riesgos de incendios, debidos a la localización de calderas y combustibles en los mismos edificios, desaparecen grandemente.

planta  
general



plano  
M-1

Todas estas consideraciones que indujeron en su día a realizar la calefacción de la Ciudad Universitaria de Madrid, mediante el sistema central en que viene funcionando satisfactoriamente desde hace muchos años, subsistían al plantearse el problema de dotar de calor al nuevo edificio del Hospital Clínico. Resultó, por tanto, obligado pensar que para la central de calefacción de dicho Hospital se debía estudiar una solución de agua sobrecalentada y considerarse, en principio, como una necesidad más de la Ciudad Universitaria, que podría ser atendido en sus necesidades caloríficas desde la Central Térmica existente; ello era perfectamente factible, no existiendo inconvenientes de tipo técnico que no pudieran ser resueltos satisfactoriamente.

### **SITUACION EXISTENTE Y CARGAS DE SERVICIO**

Cuestión previa, para pensar en utilizar la Central Térmica existente de agua sobrecalentada de la Ciudad Universitaria de Madrid para dar servicio al Hospital Clínico, era examinar las potencias térmicas disponibles que pudiesen utilizarse en dicho Hospital.

La central de calefacción de la Ciudad Universitaria se compone de dos calderas Velox de fuel-oil, de una potencia teórica de 13,3 millones de kcal/h cada una, y una caldera Borsig de parrilla fija que quema menudo de antracita y tiene una potencia teórica de 15 millones de kilocalorías/h. La potencia teórica instalada es, por consiguiente, de 41,6 millones de kcal/h; si bien por dificultad del mantenimiento, dados los muchos años que lleva funcionando, sólo era posible lograr prácticamente una producción del orden de 35 millones de kcal/h con una temperatura de agua a la salida de los colectores de unos 160° a 180° C.

La producción máxima de calor según cifras de balance económico de las temporadas anteriores, era de unos 21 millones de kcal/h, que corresponde al consumo actual de calor de la Ciudad Universitaria (no está incluido el Hospital Clínico).

El calor se distribuye a los distintos edificios mediante agua a presión en circuito cerrado. En cada edificio hay cambiadores de calor. Para confirmar la cifra de consumo se llevó a cabo una estadística de la situación en cada edificio (ver tablas I y II).

El conjunto funciona a presión superior a la atmósfera. Por limitaciones prácticas, la presión a la salida de los colectores es del orden de 15 kp/cm<sup>2</sup>.

La central tiene, por tanto, disponible un margen práctico de  $35 - 21 = 14$  millones de kcal/h, que basta para atender a las necesidades totales del Hospital Clínico, no obstante, si bien una avería en una de las calderas obligaría a reducir la calefacción en algún edificio (ver tabla III).

### **SOLUCIONES POSIBLES Y SOLUCION ADOPTADA**

Las necesidades de la Central de calor del Hospital Clínico fueron fijadas por las Autoridades de dicho Hospital en:

- 13.000.000 kcal/h para calefacción.
- 3.510.000 kcal/h para vapor a 5 kp/cm<sup>2</sup>.
- 1.000.000 kcal/h para agua caliente doméstica.

A su vez, debido al ritmo de construcción del Hospital, se diferenciaron dos zonas claramente: Ala Sur, de primera puesta en servicio, y Ala Norte, para posterior construcción y uso.

Atendiendo a las características de presión y temperatura a que funciona la central general de calefacción de la Ciudad Universitaria y a su normal uso solamente en invierno, así como a las necesidades de vapor y agua caliente doméstica del Hospital durante el verano, se decidió no usar la Central Térmica de la Ciudad Universitaria para dar servicio al Hospital durante el

verano. Esta decisión inicial parece lógica al considerar que la alternativa contraria (usar la Central Térmica de la Ciudad Universitaria para dar agua caliente y vapor al Hospital Clínico durante el verano) representaba los siguientes puntos desfavorables:

- a** Obligaría a unos retornos en la red demasiado altos para las calderas de la Central en el período de verano.
- b** Funcionamiento antieconómico de las calderas en verano, dada la pequeña potencia calorífica necesaria y sensibles gastos de energía eléctrica debido al accionamiento de turbosoplante y bomba de impulsión.
- c** Curvas de consumo de vapor desconocidas y con muy probables bruscas oscilaciones.
- d** Inmovilización de la red todo el año al ser también utilizado en verano.
- e** La necesidad de funcionar constantemente a la máxima temperatura para la producción de vapor, impediría dotar de flexibilidad necesaria a la red. Cualquier avería en el sistema térmico, o simplemente por condiciones climatológicas favorables que harían más económico reducir la temperatura de ida de la red, sería imposible en tales condiciones.

Tomada la decisión inicial de no utilizar la central térmica de calefacción de la Ciudad Universitaria para dar servicio al Hospital en verano, el servicio durante el invierno se ha considerado con tres alternativas:

- Solución **A** USAR LA CENTRAL DE CALEFACCION EXISTENTE Y NUEVA CENTRAL SUPLEMENTARIA, SOLO PARA VAPOR.
- Solución **B** NUEVA CENTRAL JUNTO AL HOSPITAL CLINICO Y CABINA PARA CALEFACCION, VAPOR Y AGUA CALIENTE DOMESTICA, NO USANDO LA CENTRAL DE CALEFACCION DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA.
- Solución **C** IGUAL QUE LA SOLUCION B, PERO COLOCANDO LA NUEVA CENTRAL AL LADO DE LA EXISTENTE.

Un resumen comparativo se encuentra en la tabla IV. A la vista de estos datos se tomó la decisión de realizar la solución A.

#### MATERIALES Y EQUIPOS DE LA SOLUCION ADOPTADA

El esquema general se representa en la figura 1. La primera fase construida responde a las siguientes necesidades:

Calefacción Ala Sur (1.ª fase realizada) ... ..	6.500.000 kcal/h
Calefacción Ala Norte (2.ª fase ampliación futura) ... ..	6.500.000 kcal/h
Agua caliente sanitaria ... ..	1.000.000 kcal/h
■ Vapor consumo en punta, Alas Sur y Norte conjuntamente ... ..	3.200.000 kcal/h

Los equipos instalados son:

**Central térmica:** Un grupo motobomba para 225 m<sup>3</sup>/h a 60 m de altura, transportando con una caída de temperatura de 65° C 13.000.000 de kcal/h.

**Red de distribución:** En tubos de 180 mm de paso, para transportar 13.000.000 de kcal/h.

**Cabina de transformación-calefacción (fig. 2):** Para la producción en la 1.ª fase de 6.500.000 kilocalorías/h se han instalado cinco cambiadores de calor de 1.500.000 kcal/h de potencia cada uno (para funcionar en plena carga con cuatro aparatos, teniendo uno de reserva) y cuatro bombas de circulación para el circuito secundario en baja temperatura para 120 m<sup>3</sup>/h cada

bomba, pudiendo transportar cada una de éstas, supuesta una caída de temperatura de 20° C, unos 2.300.000 kcal/h. En plena carga funcionarían tres, quedando una en reserva.

**Agua caliente sanitaria:** Cuatro acumuladores de 5.000 litros de capacidad cada uno, pudiendo almacenar en total 20.000 litros de agua a 65° C (fig. 3).

Dos cambiadores de calor de una potencia de 1.000.000 de kcal/h cada uno. Uno para ser alimentado por vapor exclusivamente; el otro indistintamente por vapor o por agua sobrecalentada (fig. 4).

Dos bombas de circulación para el circuito de calentamiento (una de reserva) para 20.000 litros/h cada una, con 6 m de altura manométrica.

Dos bombas de recirculación (una de reserva) para 10.000 litros/h cada bomba, con 3,5 m de altura manométrica.

**Producción de vapor (fig. 5):** Dos generadores de vapor provistos de parrilla para carbón tipo CENIT, marca LARDET, de una producción normal de 1.000.000 de kcal/h a 6 kg/cm<sup>3</sup> de presión cada uno. Rendimiento 83-82 %.

**Dispositivos de realimentación de las calderas:** Un grupo electro-motobomba para 12 m<sup>3</sup>/h con 100 m de altura manométrica: una bomba Duplex de WORTHINTON.

**Quemadores de fuel-oil:** Marca JONSON, tipo S-100-53 completamente automático.

Circuito de calentamiento de fuel-oil, a base de agua caliente a 65° C, con dos motobombas (una de reserva) para 2.500 litros/h, con 4 m de altura manométrica. El circuito lleva un dispositivo de calentamiento eléctrico en reserva.

**Cuadro de control térmico:** Conteniendo para cada una de las dos calderas instaladas:

- Un manómetro para la presión de vapor.
- Un tele-termómetro para la temperatura de gases.
- Un presiómetro para la depresión del hogar.
- Un manómetro registrador.

**Almacenamiento de fuel-oil:** Dos depósitos subterráneos de unos 25.000 litros de capacidad cada uno, con calentador interior.

**Puesto de tratamiento de agua:** Permutador para la regeneración de 305 m<sup>3</sup> de agua de 8° H. Fr, dejándola a 0° con contador Ciclomax y sistema de alarma acústica.

Dosificador y armario para análisis.

**Dispositivos de depuración de humos:** Marca TUBIX con ventilador centrífugo para 1.475 litros/segundo, con 100 mm c.a. de presión total Rendimiento de capacidad, 90 %.

## ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

Usando la figura 1 como guía se puede seguir el proceso de funcionamiento que permite dar servicio de calefacción y de agua caliente durante el invierno, mientras que durante el verano el agua caliente se produce usando las calderas de vapor disponibles todo el año para los otros servicios de vapor del Hospital.

## INSTALACION DE NITROGENO

Con objeto de mantener la presión en el sistema durante los períodos de arranque se montó una instalación de nitrógeno.

TABLA I. CAMBIADORES DE CALOR

Notas generales: Todos los cambiadores de calor son iguales (excepto cuando se indica otra cosa en observaciones) de tipo vertical y de potencia teórica de 1.300.000 kcal/h para agua sobrecalentada a 160° - 120° C y agua caliente a 90° - 70° C.

CIUDAD UNIVERSITARIA		INSTALADO		FUNCIONA		PARECE NECESARIO		OBSERVACIONES
Núm.	EDIFICIO	Núm.	Potencia teórica (en millones de kcal/h)	Núm.	Potencia teórica (en millones de kcal/h)	Núm.	Potencia teórica (en millones de kcal/h)	
1	Filosofía y Derecho . . .	6	7,8	4	5,2	2	1,6	Previstas tuberías ciegas para ampliación de ciencias políticas.
2	Ciencias . . . . .	5	6,5	3	3,9	2	1,6	Previstas tuberías ciegas para ampliación de ciencias naturales.
3	Medicina I . . . . .	3	3,9	2	2,6	2	2,6	
4	Medicina II . . . . .	2	2,6	1	1,3	1	1,3	
5	Medicina III . . . . .	3	3,9	3	3,9	2	2,6	
6	Odontología . . . . .	2	2,13	2	2,13	1	1,065	2 cambiadores de 1.065.000 kilocalorías/h.
7	Farmacia I . . . . .	2	2,2	2	2,2	1	1,3	1 cambiador de 900.000 kilocalorías/h. 1 cambiador de 1.300.000 kilocalorías/h.
8	Farmacia II . . . . .	2	2,6	2	2,6	1	1,3	
9	Arquitectura . . . . .	2	2,6	2	2,6	2	2,6	
10	Navales . . . . .	1	1,3	1	1,3	1	1,3	
11	Agrónomos . . . . .	3	4,3	3	4,3	3	4,3	2 cambiadores de 1.500.000 kilocalorías/h. 1 cambiador de 1.300.000 kilocalorías/h.
12	Montes . . . . .	1	1,3	—	—	—	—	No recibe servicio de la central térmica.
13	Colegios Mayores . . . . .	2	2,6	—	—	—	—	No se recibe servicio de la central. Ramales de ASC cortados para edificación en terreno.
14 <sup>A</sup>	Hospital Clínico, Ala Sur.	5	7,5	5	7,5	5	7,5	5 cambiadores de 1.500.000 kilocalorías/h.
14 <sup>B</sup>	Hospital Clínico, Ala Norte . . . . .							
	<b>TOTAL . . . . .</b>	<b>39</b>	<b>51,23</b>	<b>30</b>	<b>39,53</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	

**TABLA II. GRUPOS MOTOBOMBAS**  
**en las cabinas existentes de calefacción**

**Notas generales:** Todas las bombas son Worthington con  $\varnothing$  de tubería de aspiración de 150 mm y el  $\varnothing$  de la impulsión, de 100 mm. Motores de 5 CV, 700 r.p.m. 20/15 A y 220 V.

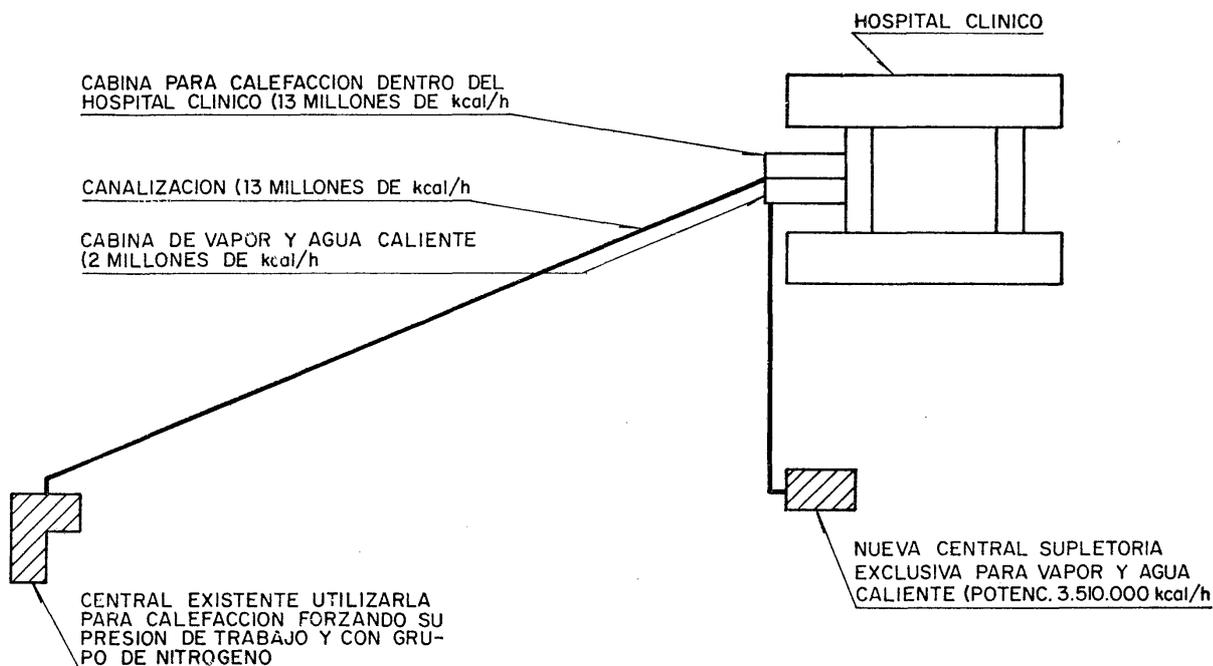
CIUDAD UNIVERSITARIA		INSTALADO		FUNCIONA SIMULTANEO		PARECE NECESARIO		OBSERVACIONES
Núm.	EDIFICIO	Núm.	Potencia teórica (en CV)	Núm.	Potencia teórica (en CV)	Núm.	Potencia teórica (en CV)	
1	Filosofía y Derecho . . . . .	8	40	2	10	4	20	Los motores instalados son en su mayoría Vila y funcionan 3 h/día. Otros son Abril
2	Ciencias . . . . .	8	40	2	10	4	20	Montaje: 2 ramas de 4 en paralelo.
3	Medicina I . . . . .	6	30	2	10	4	20	Montaje: 2 ramas de 3 en paralelo.
4	Medicina II . . . . .	3	15	1	5	2	20	
5	Medicina III . . . . .	8	40	2	10	4	10	Montaje: 2 ramas de 4 en paralelo.
6	Odontología . . . . .	3	15	1	10	2	20	
7	Farmacia I . . . . .	3	15	1	10	2	20	
8	Farmacia II . . . . .	3	15	1	10	2	20	
9	Arquitectura . . . . .	2	10	1	5	2	20	
10	Navales . . . . .	2	6	1	3	2	10	Motobombas: 3 CV 3.000 r.p.m. 220 V CENEMESA.
11	Agrónomos . . . . .	9	3,6	—	—	—	3	Electrobombas Roca Pisa Perfecta de 1/2 presión NCP-6 — 0,4 CV.
12	Montes . . . . .	2	10	—	—	—	—	No están en servicio.
13	Colegios Mayores . . . . .	2	10	—	—	—	—	No están en servicio.
14 <sup>A</sup>	Hospital Clínico, Ala Sur.	4	20	4	20	2	10	
14 <sup>B</sup>	Hospital Clínico, Ala Norte . . . . .							
	<b>TOTAL . . . . .</b>	<b>63</b>	<b>269,6</b>	<b>18</b>	<b>103</b>	<b>30</b>	<b>173</b>	

TABLA III. CALEFACCION GENERAL DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID

SITUACION ACTUAL (Para atender al Hospital Clínico con las 3 calderas existentes)				SITUACION FUTURA (Para ampliar la Central Térmica con una caldera adicional)			
PRODUCCION REAL		CONSUMO		PRODUCCION REAL		CONSUMO	
Calderas	Millones de kcal/h	Edificios	Millones de kcal/h	Calderas	Millones de kcal/h	Edificios	Millones de kcal/h
Borsig ... ..	11	Facultades y Escuelas	21	Borsig I . ...	11	Facultades y Escuelas antiguas . . . . .	21
Velox I ... ..	12	Hospital Clínico, Ala Sur ... ..	8,5	Borsig II ...	15	Hospital Clínico, Ala Sur ... ..	8,5
Velox II . ...	12			Velox I ... ..	12	Hospital Clínico, Ala Norte ... ..	6
<b>TOTAL ...</b>	<b>35</b>	<b>TOTAL ... ..</b>	<b>29,5</b>	Velox II . ...	12	<b>Nuevas Facultades y Escuelas</b>	
				<b>TOTAL ...</b>	<b>50</b>	Aeronáuticos ... ..	1,5
						Agrónomos ... ..	1,6
						Aparejadores ... ..	0,6
						Económicas ... ..	1,8
						<b>TOTAL ... ..</b>	<b>41,0</b>
Disponible: 5,5 millones de kcal/h.				Disponible: 9 millones de kcal/h.			
				NOTA: La avería en la caldera de mayor potencia produciría una escasez de 6 millones de kcal/h.			

TABLA IV. SOLUCION TIPO A

Central existente para calefacción y nueva central suplementaria sólo para vapor

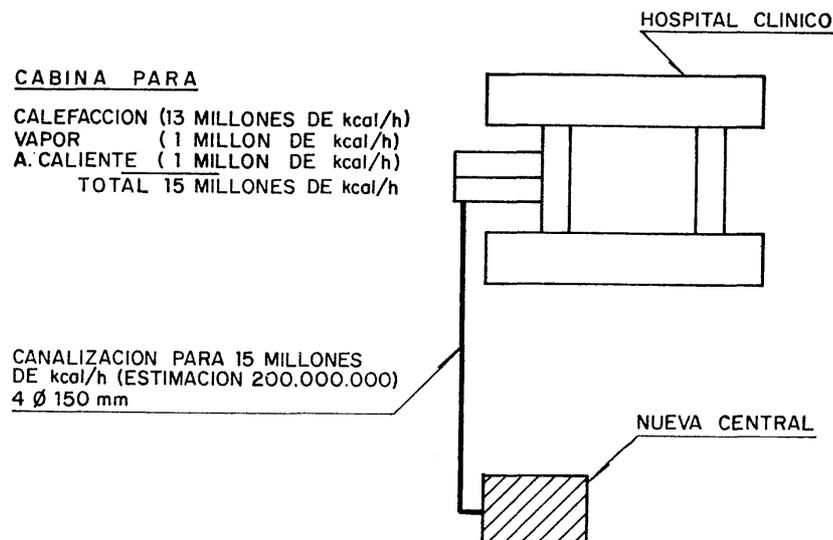


- 1.º Habría que comprobar que la central y toda la red existente aguantan la nueva presión. Esta comprobación habría que hacerla con la central parada.
- 2.º Como la central dispone de una caldera de carbón de 15.000.000 kcal/h y de otras dos de fuel-oil (Velox) cada una con 13.000.000 kcal/h, o sea una potencia teórica total instalada de 41.000.000 kcal/h (la potencia real es prácticamente unos 35.000.000 kcal/h según el Sr. Antón), y como la carga actual de la Ciudad Universitaria es de unos 19 a 20.000.000 kcal/h (según el Sr. Antón), al conectar otros 13.000.000 de kcal/h para la calefacción del Hospital Clínico se queda la central existente sin reserva de calor para caso de avería o ampliación de nuevos edificios.
- 3.º La nueva central supletoria junto al Hospital Clínico necesita plantilla independiente de personal y crea servidumbre de zona industrial en torno al Hospital Clínico.
- 4.º Por el plazo de ejecución de la obra, en la central existente se tendrían que hacer montajes de acoplamiento estando en servicio las calderas, pudiendo producirse demoras y encarecimiento de la obra por ello.
- 5.º El coste de esta solución sería (precios 1962):

	1.ª etapa	2.ª etapa
Adaptación de la central antigua ... ..	1.200.000 ptas.	300.000 ptas.
Canalización y tuberías ... ..	5.316.451 »	2.150.000 »
Cabina de calefacción ... ..	5.000.000 »	3.500.000 »
Cabinas de vapor y agua ... ..	1.437.000 »	1.000.000 »
Nueva central suplementaria ... ..	3.317.067 »	1.653.533 »
Edificios y urbanizaciones ... ..	2.000.000 »	300.000 »
Grupo electrógeno ... ..		
	18.770.517 ptas.	8.903.533 ptas.
<b>TOTAL GENERAL: 27.674.051 ptas.</b>		

TABLA IV. SOLUCION TIPO B

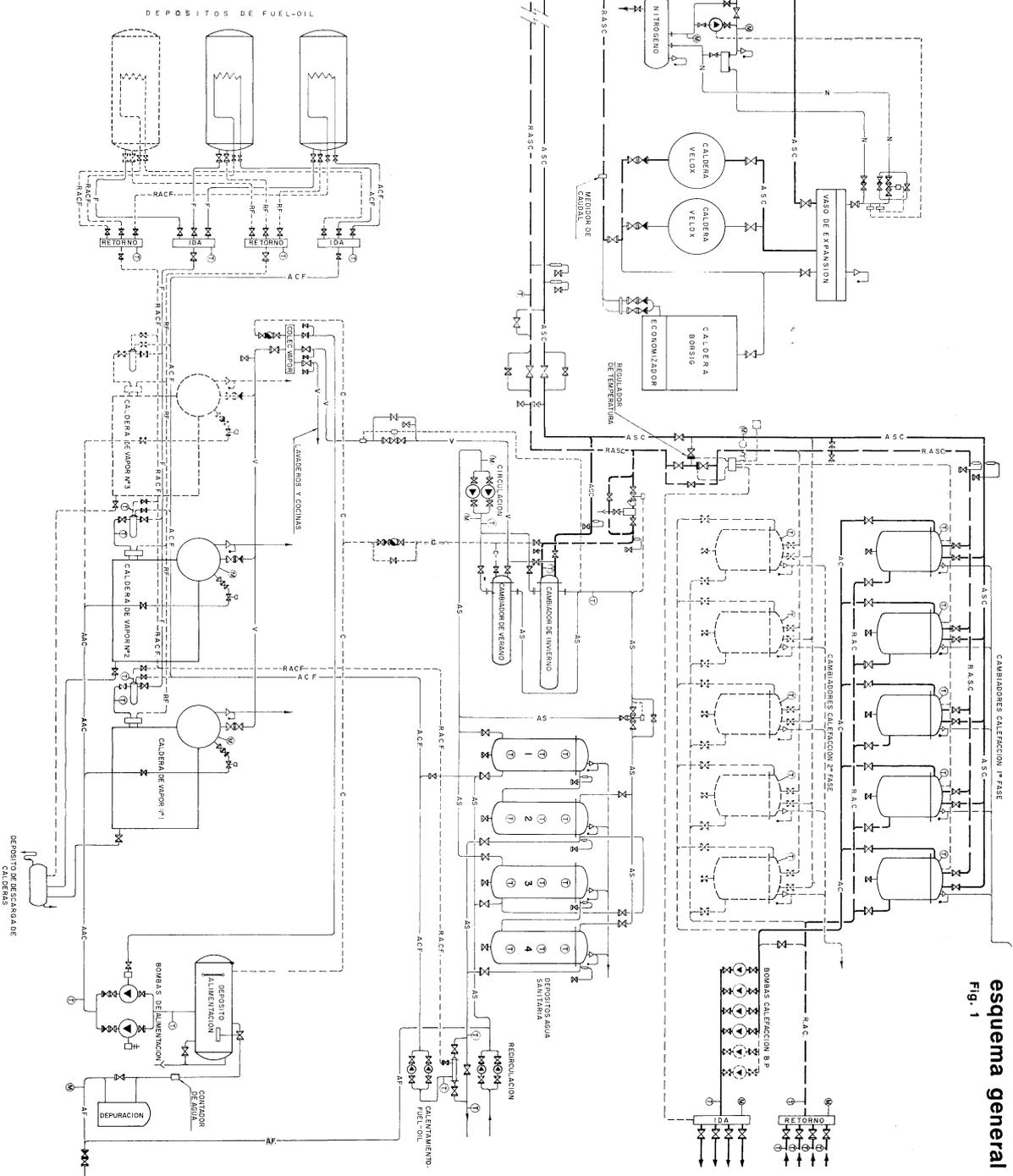
Nueva central junto al Hospital Clínico y cabina para calefacción, vapor y agua caliente no usando la central existente



- 1.º La nueva central junto al Hospital Clínico necesita plantilla independiente y crea servidumbres de zona industrial muy acusadas, debido a la gran potencia de esta nueva central, equivalente a la potencia de la caldera de carbón de la central existente.
- 2.º Obliga a nuevas acometidas de energía eléctrica (no había transformación a 15.000 voltios), agua y carreteras de acceso y alcantarillado.
- 3.º El coste de esta solución sería (precios 1962):

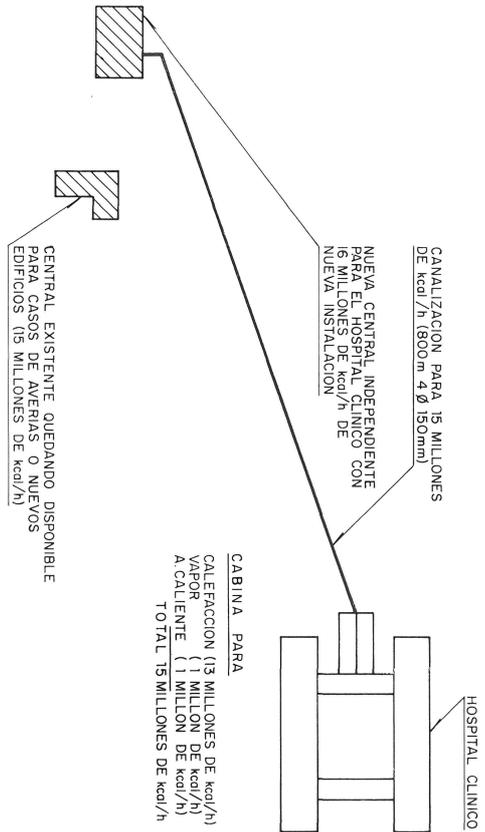
	1.ª etapa	2.ª etapa
Canalización y tuberías ... ..	1.500.000 ptas.	500.000 ptas.
Cabina de calefacción, vapor y agua ... ..	4.500.000 »	3.000.000 »
Nueva central térmica (maquinaria) ... ..	9.740.435 »	3.500.000 »
Edificios y urbanizaciones ... ..	2.500.000 »	0 »
Grupo electrógeno ... ..	Incluido en nueva central térmica	
	18.240.435 ptas.	7.000.000 ptas.
	TOTAL GENERAL: 25.240.435 ptas.	

- SÍMBOLOS:**
- BOMBAS
  - M MANDILLETOS
  - ⊙ TERMOMETROS
  - ⊕ VALVULA DE REGULACION
  - ⊖ VALVULA DE RETENCION
  - ⊗ VALVULA MOTORIZADA
  - ⊘ PURGADOR DE AIRE
  - ⊚ VASO DE DECONDENSACION
  - ⊛ FILTRO
  - ⊜ PURGADOR
- CIRCUITOS:**
- ASC — IDA AGUA SOBRECALENTADA
  - RASC — RETORNO AGUA SOBRECALENTADA
  - AS — AGUA CALIENTE SANITARIA
  - V — VAPOR
  - AC — AGUA DE CONDENSACION
  - ICA — IDA AGUA CALEFACCION
  - RAC — RETORNO AGUA CALEFACCION
  - ACV — AGUA CALDEO FUEL-OIL
  - RACV — RETORNO AGUA CALDEO FUEL-OIL
  - AAC — AGUA ALIMENTACION CALDERAS
  - F — FUEL-OIL
  - N — NITROGENO



esquema general  
Fig. 1

Tabla IV.  
**SOLUCION TIPO C (adoptada en el proyecto)**  
 Nueva central junto a la existente, con ramal hasta el Hospital Clínico y cabina para calefacción, vapor y agua caliente no usando la central existente



1.º El coste de esta solución sería (precios 1982):

	1.ª etapa	2.ª etapa
Canalización y tuberías ... ..	5.316.451 ptas.	2.150.000 ptas.
Cabina en el Hospital Clínico ... ..	4.500.000 "	3.000.000 "
Nueva central independiente ... ..	9.740.435 "	3.500.000 "
Edificios y urbanizaciones ... ..	2.000.000 "	0 "
Grupo electrogéno ... ..	Incluido en nueva central térmica	
	21.556.886 ptas.	8.650.000 ptas.
<b>TOTAL GENERAL:</b>	<b>30.206.886 ptas.</b>	

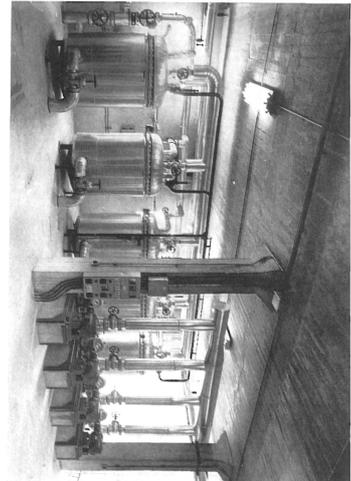


Fig. 2. Cabina de transformación para la calefacción.

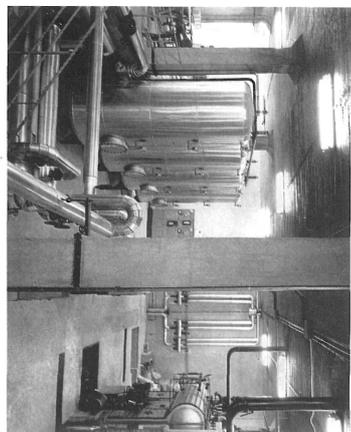


Fig. 3. Acumuladores de agua caliente.

detalles de instalaciones

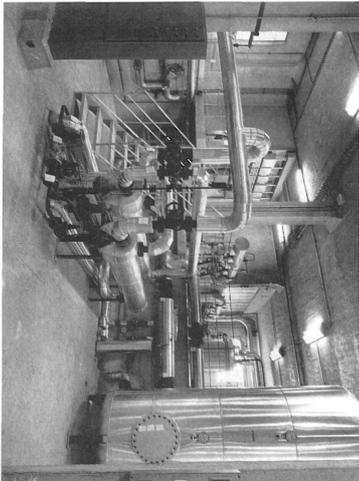


Fig. 4. Generadores del agua caliente.

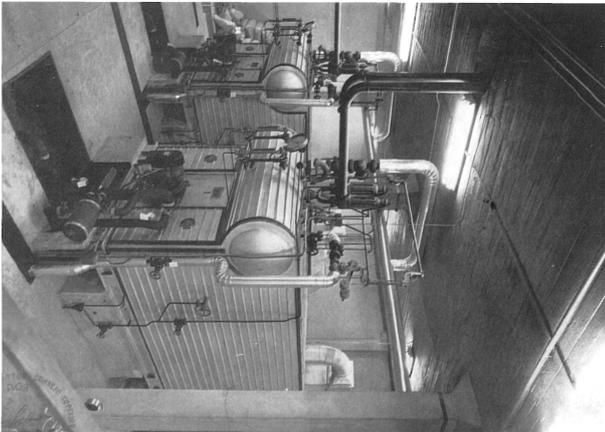


Fig. 5. Producción de calor.

## résumé

### Centrale de production de chaleur - Madrid

José Laorden Jiménez, Dr. ingénieur des Ponts et Chaussées

L'auteur fait une description de la centrale de production de l'Hôpital de la Cité Universitaire de Madrid, après quelques années de fonctionnement. La centrale est préparée pour une production de 13.000.000 kcal/h pour le chauffage; 1.000.000 kcal/h pour l'eau chaude sanitaire; 3.200.000 kcal/h pour la vapeur à 5 kp/cm<sup>2</sup>. Il présente les diverses alternatives et le schéma général de la solution, et dresse une longue liste des matériaux employés.

## summary

### Heat production station - Madrid

José Laorden Jiménez, Dr. civil engineer

The Heat Production Station of the University City Hospital in Madrid is described, after several years operation. The Station is equipped for an output of 13,000,000 kcal/hr, for heating; 1,000,000 kcal/hr, for hospital hot water, and 3,200,000 kcal/hr, for steam at 5 kp/cm<sup>2</sup>. The different alternatives are presented and the general outline of the solution chosen, as well as a comprehensive list of the materials used.

## zusammenfassung

### Wärmeerzeugungszentrale - Madrid

José Laorden Jiménez, Dr. Ingenieur

Es handelt sich um die Zentrale für Wärmeerzeugung in der Klinik der Madrider Universitätsstadt. Diese wird beschrieben, nachdem sie schon einige Jahre in der genannten Klinik in Gebrauch ist. Die Zentrale ist auf eine Produktion von 13 000 000 kcal/h für Heizung, 1 000 000 kcal/h für Warmwasser, 3 200 000 kcal/h für Dampf zu 5 kp/cm<sup>2</sup> eingestellt. In diesem Bericht unterbreitet man die verschiedenen Möglichkeiten, den Hauptplan der gewählten Lösung und eine ausführliche Aufzählung der benutzten Materiale.



**K. Stiglat y H. Wippel**

Drs. Ingenieros

Traducción de **Juan Batanero**

Dr. Ingeniero de Caminos

con la colaboración de

**Francisco Morán**

Ingeniero de Caminos

Este libro, cuidadosa y magníficamente editado, reúne, quizás, la más completa colección conocida de tablas para placas, por los numerosos casos de vinculación y de carga estudiados y por la abundancia de relaciones de dimensión y de datos ofrecidos, que cubren prácticamente todo el campo de las losas en edificación. Permite desarrollar, con comodidad, rapidez y una aproximación suficiente, los cálculos de dimensionamiento y comprobación, obviando las dificultades que, como es sabido, presenta el desarrollo numérico de los métodos de cálculo de estos elementos, evitando enojosas operaciones.

Trata la obra sobre «Zonas de Placas», «Placas sobre apoyos puntuales», «Placas apoyadas en dos, tres y cuatro bordes» y «Placas apoyadas elásticamente», tipos que en la actualidad disponían de una documentación, incompleta o nula, para la determinación de esfuerzos. Los corrimientos de la placa, como valores previos para la determinación de los momentos, han sido obtenidos por medio del Cálculo de Diferencias, método que se ha comprobado como suficientemente satisfactorio, aun en su forma simple, aplicado con un cierto control.

**Un volumen encuadernado en tela, de 30,5 × 23,5 cm, compuesto de 92 páginas. Madrid, 1968.**

**Precios: España, 925 ptas.; extranjero, \$ 18.50.**