

CAMARAS TERMICAS.

ALBERTO REQUENA B.

INVESTIGADOR DEL
INSTITUTO DE EDIFICACION
EXPERIMENTAL.

El Instituto de Edificación Experimental, inició los estudios de construcción de un equipo de Cámaras Térmicas en 1956, de acuerdo a una proposición realizada por los señores Nicolás Ferraro y César Caracci en su seminario de edificación "Determinación experimental de los coeficientes utilizados en la teoría y en la práctica de la transmisión del calor".

Estos estudios se reiniciaron en 1961, en que los señores Alberto Requena y Fernando Blasco hicieron una adaptación y rediseño del proyecto Ferraro-Caracci de acuerdo a la norma ASTM C 236-54 T.

Desde Enero de 1961, hemos contado con la colaboración y asesoría del Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales de la Universidad de Chile, IDIEM, a través del señor Gabriel Rodríguez, Jefe del Laboratorio de Calorimetría y del Laboratorio de Microscopía Electrónica.

En esta oportunidad nos limitaremos únicamente a dar a conocer los principios generales, las características constructivas y de equipos de las Cámaras Térmicas.

PRINCIPIOS GENERALES.

Este método de ensaye, conocido como el método de la Cámara Térmica (ASTM C 236-54 T Guarded box) está propuesto para medir la conducción térmica por transmisión en paneles. A diferencia del Método Standard de Ensaye de Conductividad Térmica de los Materiales mediante el anillo de guarda (guarded hot plate) ASTM C 177, el cual es aplicable especialmente a muestras homogéneas en que el valor de la conductividad térmica no está afectado por variaciones en el espesor o tamaño del modelo. El método de las Cámaras Térmicas está proyectado para medidas de muestras no homogéneas. Ejemplo de tales construcciones son paredes, pisos, techos de edificios, etc.

De las fórmulas:

$$C = \frac{q}{A (t_1 - t_2)}$$

$$U = \frac{q}{A (t_h - t_c)}$$

siendo:

C = conductancia térmica — Btu x hora
pie cuadrado grado Fahrenheit.

U = transmisión térmica.

q = tasa de tiempo de flujo calórico a
través de un área A.— Btu. x hora.

A = área normal de flujo calórico — pie
cuadrado.

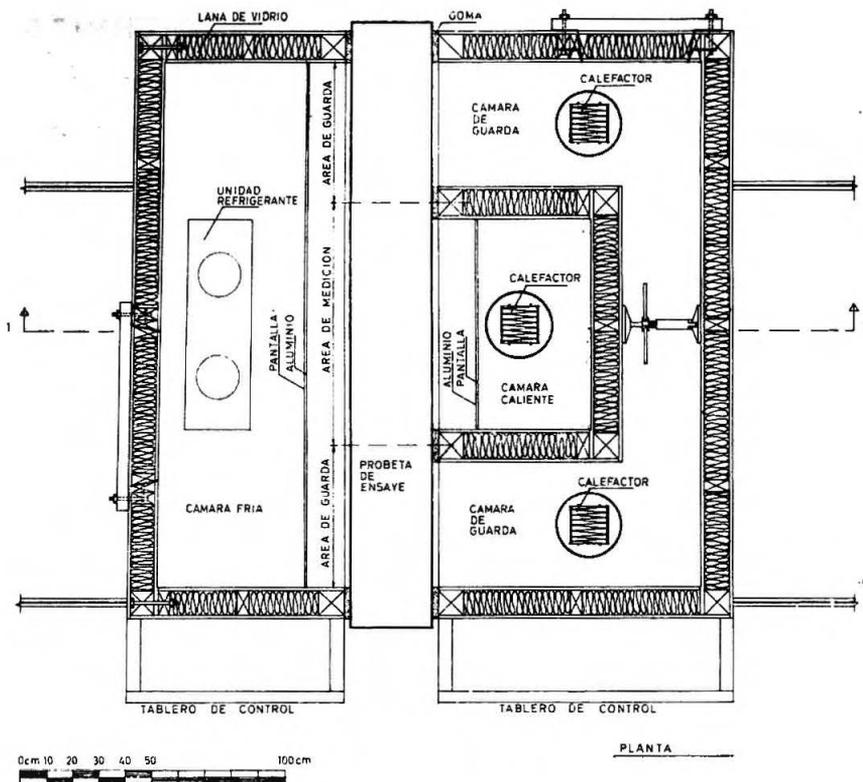
t₁ = temperatura de la superficie calien-
te. °F.

t₂ = temperatura de la superficie fría.
°F.

t_h = temperatura del aire a tres pulgadas
o más de la superficie caliente. °F.

t_c = temperatura del aire a tres pulgadas
o más de la superficie fría. °F.

Se desprende que para determinar la conductancia C y transmisión U de cualquier elemento es necesario conocer el área A, el flujo calórico q, y las diferencias de temperatura; todas las cuales se determinan bajo condiciones de flujo calórico constante. La Cámara Térmica se ha diseñado para determinar C o U para un ejemplo representativo de ensaye de paneles y es, en esencia, una ordenación mediante la cual se puede establecer una diferencia constante de temperatura, a través de un panel de ensaye y mantenerla por el tiempo necesario para asegurar el flujo constante de ella. Período que permita realizar estas medidas. El flujo calórico q, sin embargo, no puede ser medido directamente; para determinarlo, se coloca un medidor que consiste en una caja de cinco caras, con su lado abierto contra la superficie a calentarse del panel de ensaye. Si, idealmente, las temperaturas dentro de la cámara caliente y el espacio circundante a ella se mantienen iguales, no puede haber



intercambio calórico entre ellos, y el calor generado en la cámara caliente es una medida del flujo calórico a través de una superficie conocida del panel.

El espacio circundante a la cámara caliente constituye un área capaz de anular el flujo calórico lateral en el panel de ensaye cerca del área de medición.

APARATOS.

1. CAMARA CALIENTE Y DE GUARDA.

Las paredes de las cámaras han sido calculadas para tener una conductancia térmica no mayor de 0,20 Btu x hora pie cuadrado grado Fahrenheit.

Estructura. La estructura de las cámaras está formada por un reticulado de álamo de 2 x 4" y pino araucaria de 4 x 4"

Revestimiento y relleno. La totalidad de las cámaras van forradas con planchas de madera terciada de 8 mm. En todos aquellos puntos en que las planchas se adhieren directamente a la estructura se consulta por ambos lados una empaquetadura de corcho de 4 mm, con el objeto de evitar que la conductibilidad térmica de la estructura en dichos puntos aumente. Interiormente se adhiere una lámina de alu-

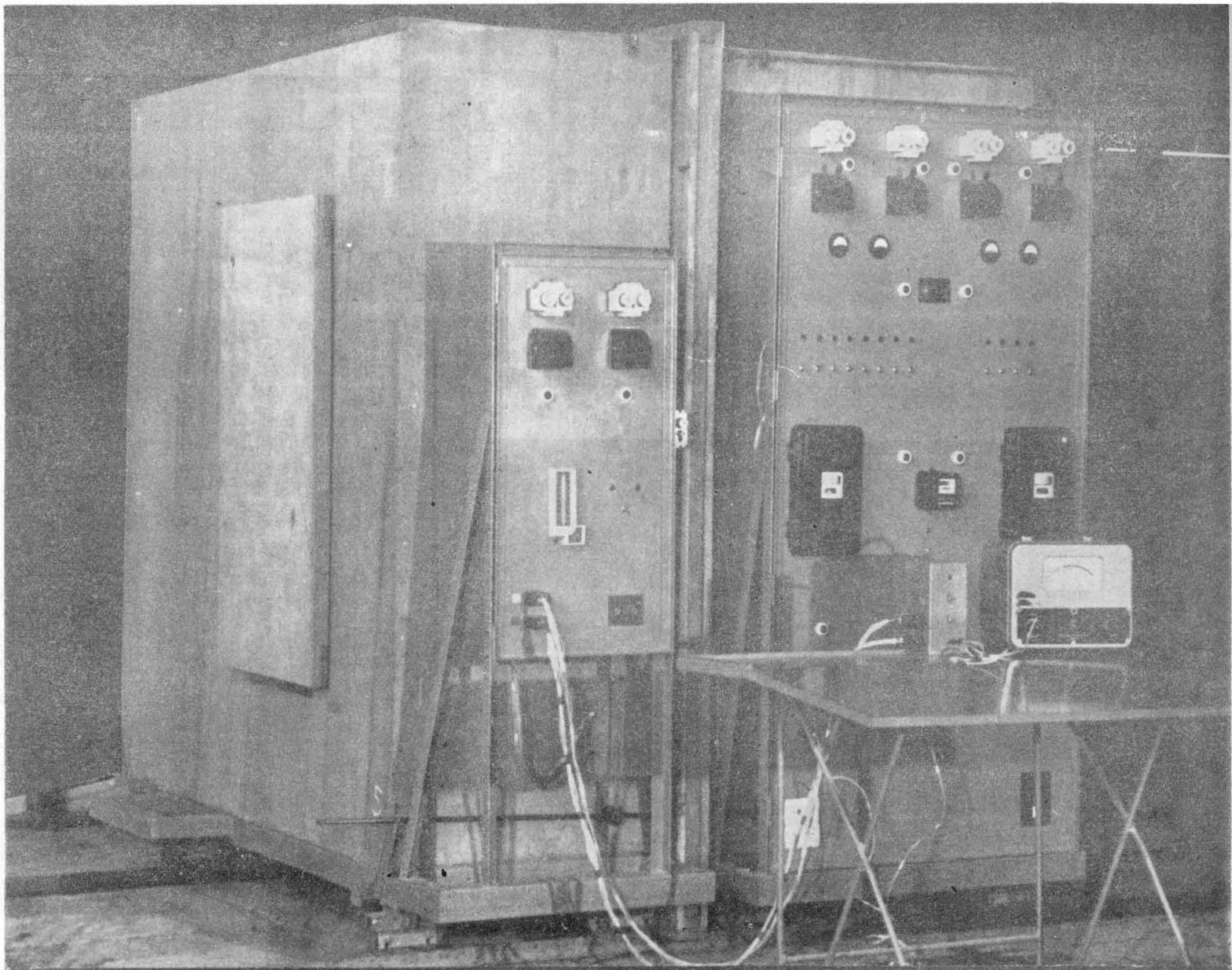
minio de 0.15 mm, de modo de tener un alto coeficiente de emisión.

El reticulado de la estructura de las cámaras va relleno con lana de vidrio en un espesor de 4" de densidad de 80 kg/m³.

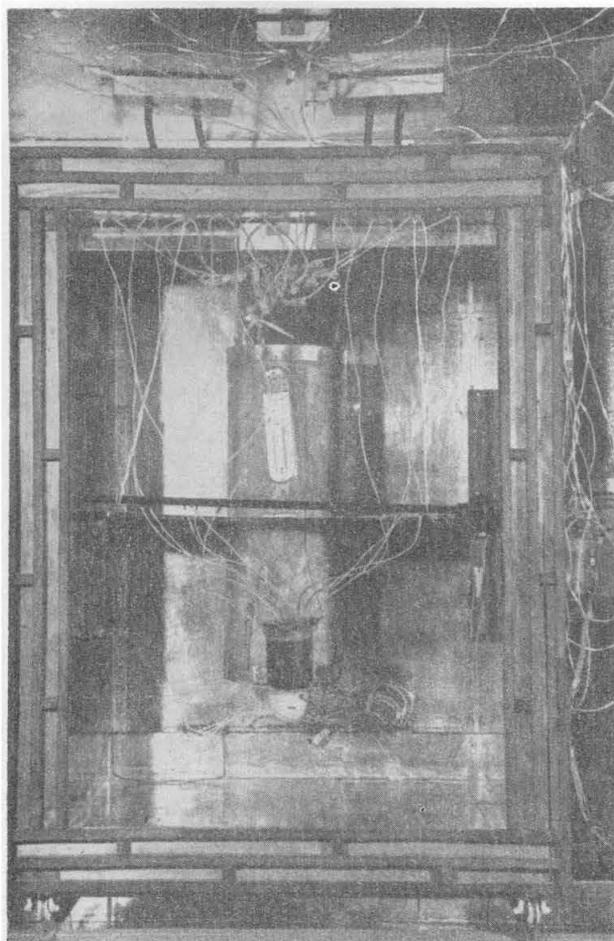
2. FUENTE DE CALOR Y CIRCULACION DE AIRE.

Los planos de las Cámaras Térmicas muestran la ordenación del equipo de calefactores en la cámara caliente y de guarda, para asegurar un movimiento uniforme y suave de aire por la superficie del panel. Los calefactores están diseñados para 500 watt/hora cada uno, montados en una unidad cilíndrica de poliéster reforzado.

El aire se hace circular continuamente mediante un ventilador (30 watt/hora) colocado hacia arriba a través del elemento cilíndrico, de acuerdo a las fuerzas naturales de convección. Una lámina perforada se coloca sobre la salida del cilindro para prevenir el impacto sobre la cara superior de la cámara caliente. En la parte superior una veleta curva facilita la entrada del aire entre la pantalla y la probeta de ensaye. En la cámara de guarda, se han dispuesto los calefactores de manera de impedir la acumulación de aire frío en el fondo y su impacto directo contra la cámara caliente y el panel de ensaye.



CAMARAS TERMICAS DURAN
TE UN ENSAYE DE PRUE-
BA DE EQUIPOS DE CALE-
FACTORES Y TERMOCUPLAS.
FOTOGRAFIA: R. ALVAREZ.

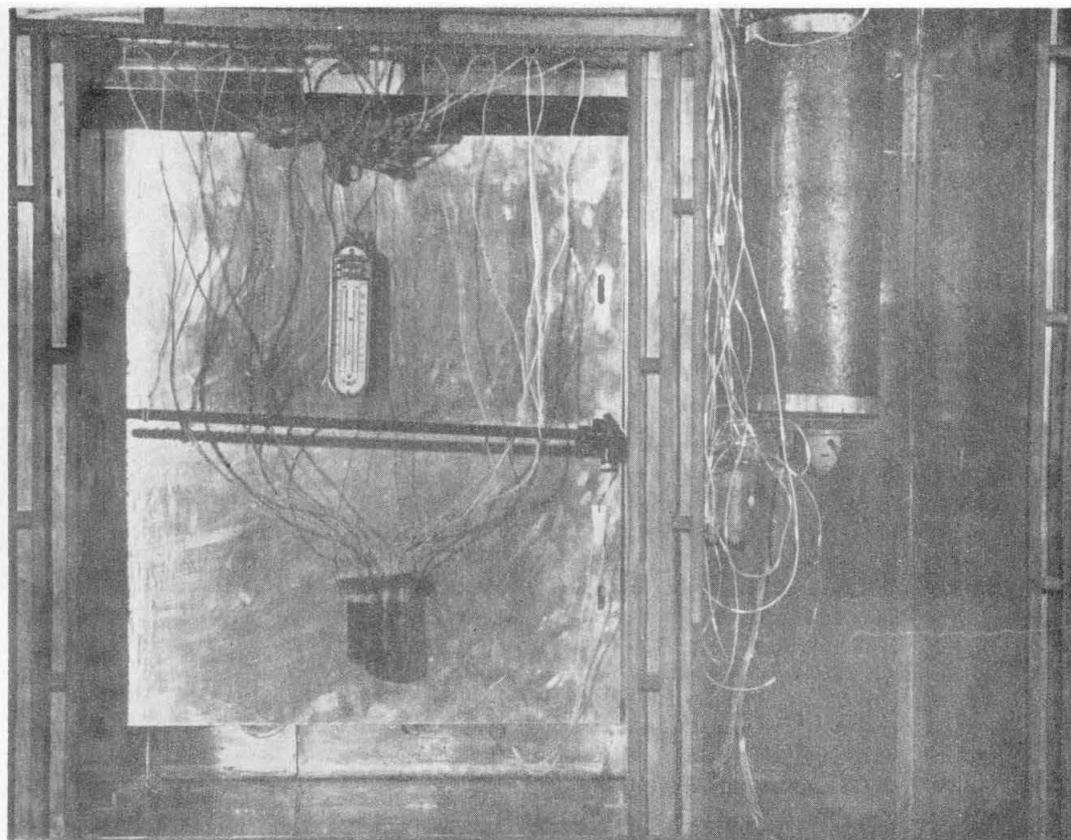


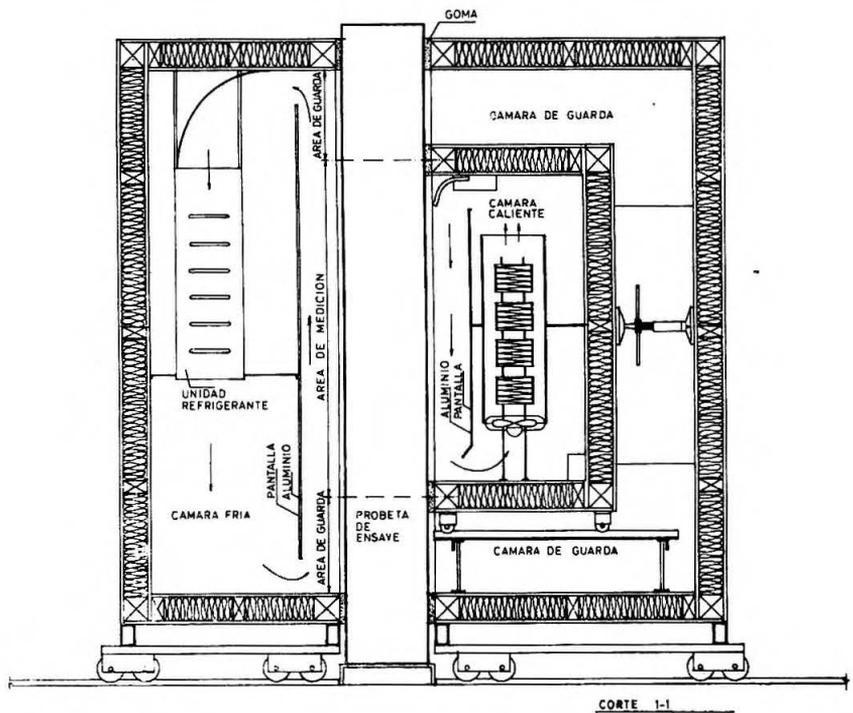
VISTA INTERIOR DE CAMARA CALIENTE Y
CAMARA DE GUARDA - SE PUEDE OBSER-
VAR PANTALLA DE ALUMINIO, TERMO-
CUPLAS Y UNIDAD DE CALEFACTORES.

FOTOGRAFIA: R. ALVAREZ.

VISTA INTERIOR CAMARA CALIENTE SIN
PANTALLA DE ALUMINIO, PUEDE OBSER-
VARSE SISTEMA DE CALEFACTORES Y
TERMOCUPLAS.

FOTOGRAFIA: R. ALVAREZ.





3. CONTROL DE TEMPERATURA.

Para el control de temperatura de la cámara caliente se usa un regulador termostático funcionando con contactos de retención y termoelemento de resistencia de control exterior. En la cámara de guarda se han dispuesto los calefactores de manera de impedir la acumulación de aire frío en el fondo y su impacto directo contra la cámara caliente y el panel de ensaye. La cámara de guarda está controlada térmicamente por un regulador termostático, colocando el elemento sensible en el aire de ella.

4. UNIONES.

En los bordes de contacto de las cámaras con las probetas de ensaye, se coloca una empaquetadura de goma esponja de 2 cm de espesor, adherida a la estructura.

La cámara caliente está fuertemente apretada contra la probeta mediante un tornillo con volante que permite su ajuste desde la cámara de guarda, y haciendo presión constante y conocida contra ella.

Las cámaras de guarda y fría se aprietan contra el panel de ensaye mediante cuatro tensores ubicados en sus costados.

5. MEDIDOR DE FLUJO CALORICO.

Para equipar la cámara caliente como medidor de flujo calórico, se aplicarán termocuplas conectadas en serie para formar una pila termoeléctrica, en las superficies exteriores e interiores de las paredes de la cámara caliente. Habrá una termocupla ubicada directamente opuestas unas con otras en el centro de cada uno de los cinco lados de la cámara caliente, cementadas a ras de la superficie.

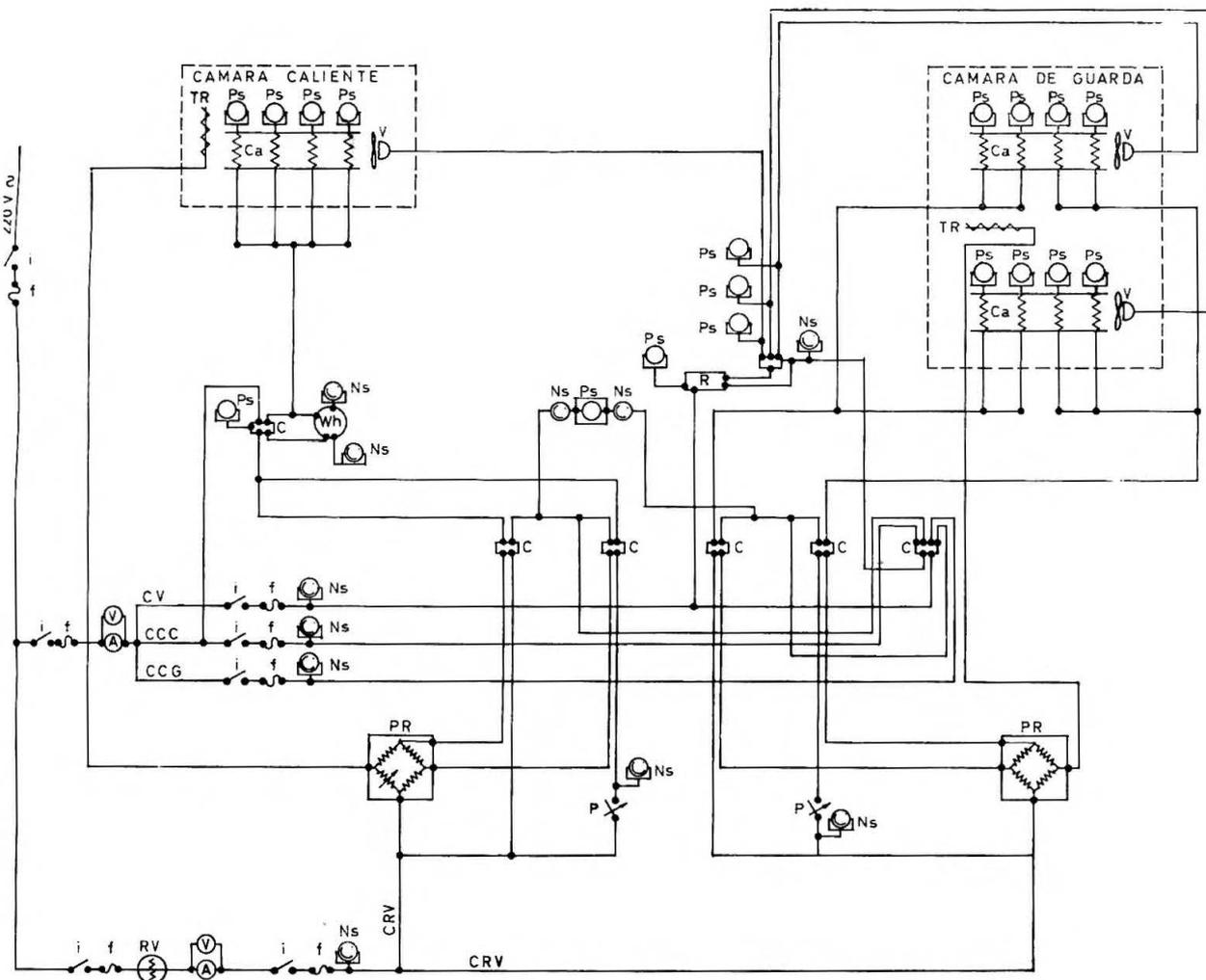
6. CAMARA FRIA.

Se usará una unidad refrigerante capaz de mantener bajas temperaturas constantes.

Para ayudar al movimiento natural de aire se usará un ventilador (30 watt/hora), que forzará dicha corriente a través del espiral refrigerante y hacia arriba a través del espacio entre la pantalla y la probeta de ensaye.

7. EQUIPO DE MEDICION DE TEMPERATURA.

Temperatura de superficie. Se usarán termocuplas (cobre-constantan) para la medición de las temperaturas de las superficies.



CIRCUITO ESQUEMATICO CAMARA TERMICA

R - TERMOMETRO DE RESISTENCIA. - PR - POTENSIOMETRO REGULADOR. - Ps - PILOTO SEÑAL. - Ns - NEON SEÑAL - WH - WATIMETRO CON REGISTRO. - C - CONTACTORES. - CA - CALEFACTORES. - V - VENTILADORES. - P - PULSADOR. - RV - REGULADOR DE VOLTAJE. - CV - CIRCUITO DE VENTILADORES. - CCC - CIRCUITO CAMARA CALIENTE. - CCG - CIRCUITO CAMARA DE GUARDA. - CRV - CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE. - R - REOSTATO - I - INTERRUPTOR DE CUCHILLA. - F - FUSIBLE.

En la zona de medición del panel de ensaye se colocarán una termocupla por cada 0,37 m² de superficie (cuatro). En la zona de guarda, cuatro termocuplas para indicar la efectividad del área de guarda. Las temperaturas de superficie del lado frío del panel de ensaye se medirán también con termocuplas colocadas directamente opuestas a aquellas del lado caliente del panel.

Temperatura del aire. Las termocuplas usadas para medir las temperaturas del aire tienen superficie metálica brillante, para disminuir efectos de radiación. Las termocuplas se colocarán entre la probeta de ensaye y la pantalla. No es necesario termocuplas en el espacio frío opuesto a las del espacio caliente.

BIBLIOGRAFIA.

- ASTM Designation: C 236-54 T - Thermal conductance and transmittance of built-up sections by means of the guarded hot box.
- National Bureau of Standard. - Building materials and structures. Report BMS 78, Octubre 1, 1941.
- Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. - Julio 1948: "Les méthodes d'essais thermiques des matériaux de construction au laboratoire".
- César Caracci Onetto y Nicolás Ferraro Panades. Determinación Experimental de los Coeficientes utilizados en la teoría y en la práctica de la transmisión del calor. Seminario de Construcción, Facultad de Arquitectura, Universidad de Chile, 1954.