

**Guía N° 1: Servicios Hospitalarios**

1. Realizar una descripción de la distribución de los servicios del Hospital San Martín de Paraná. (Durante la clase se realizará una visita guiada por los docentes).
2. Definir servicio hospitalario
3. Considerando las prestaciones, y las instalaciones necesarias definir:
  - a. Unidad de Terapia Intensiva
  - b. Unidad de Terapia Intermedia
  - c. Neonatología
  - d. Sector quirúrgico
  - e. Internación
  - f. Guardia
  - g. Maternidad
  - h. Diagnóstico por imágenes
4. Cómo definiría el servicio de ingeniería de un hospital?

Fecha de entrega: 19/08/05

## GUÍA N° 2: DISEÑO Y CÁLCULO DE LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

### Introducción Teórica

#### **Instalaciones Eléctricas de baja tensión (BT)**

Las instalaciones de baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 1100 [V] en CA o 1500 [V] en CC.

Los componentes de una instalación son:

- Líneas o circuitos (conductores eléctricos)
- Equipamientos \* (Ej. transformadores, fusibles, motores, lámparas, etc.)
- Elementos de maniobra y protección \* (fallas, corrientes de fuga, etc.)

\* no son tratados en este tema.

#### **Líneas o Circuitos Eléctricos**

Están destinadas a transmitir energía o señales, y están constituidas por:

- los conductores eléctricos
- sus elementos de fijación (abrazaderas, bandejas, etc.)
- su protección mecánica (tableros, cajas, etc.)

Se clasifican en:

##### **Para usos generales:**

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para alumbrado y bocas de salida para tomacorrientes. Deberán tener una protección para una intensidad hasta 10 [A] y el número máximo de bocas por circuito es de 15.

##### **Para usos especiales:**

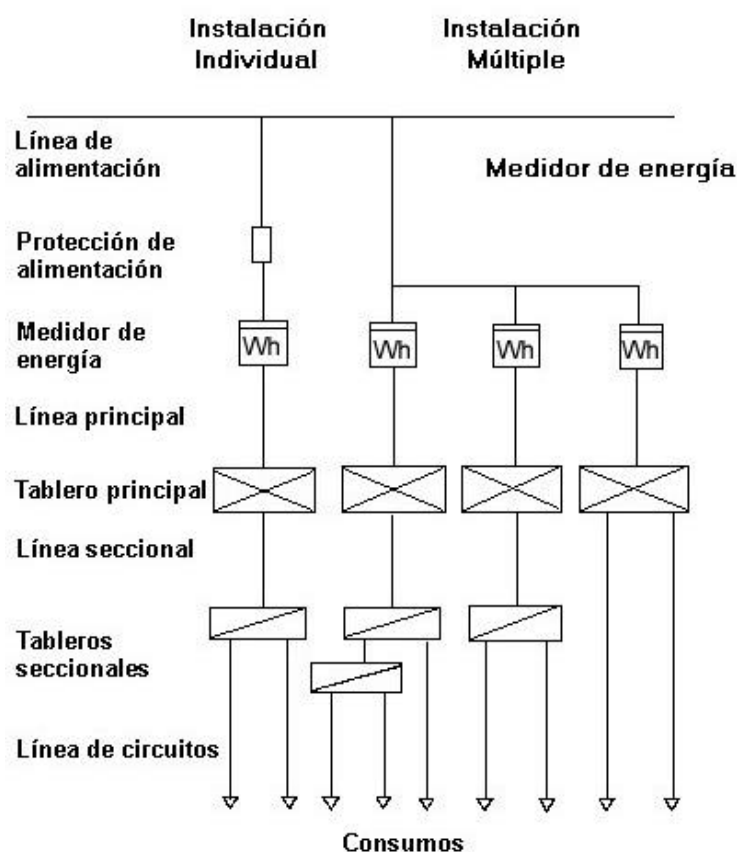
Son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a 10 [A] o para alimentar circuitos a la intemperie (parques, jardines, etc.). Deberán tener una protección para una corriente no mayor a 25 [A].

##### **De conexión fija:**

Son circuitos que alimentan directamente a los consumos sin la utilización de tomacorrientes. No deben tener derivación alguna.

## Esquema General de las Instalaciones Eléctricas

El Reglamento de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) dispone el siguiente esquema general al que deben ajustarse las instalaciones eléctricas en inmuebles



Donde:

### Tablero Principal

Es el centro de distribución de toda la instalación eléctrica, ya que:

- Recibe los cables que vienen del medidor.
- Aloja los dispositivos de protección.
- De él parten los circuitos terminales que alimentan directamente las lámparas, tomas y aparatos eléctricos.

### Tablero Seccional

Es aquel al que acomete la línea seccional y del cual se derivan otras líneas seccionales o de circuito.

La AEA en su reglamentación para locales de uso médico establece que:

En las salas para pacientes, y en cada cama se dividirán los tomacorrientes por lo menos en dos circuitos. Cada circuito no debe tener más de seis (6) tomacorrientes.

En caso de ser el paciente tratado con aparatos electromédicos dependientes de la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o medidas de vital importancia (quirófano, UTI, etc.) y de ser necesario más de dos circuitos por puesto, se recomienda instalar el suministro en forma alternada (cruzada) desde dos redes.

### **Criterios de dimensionamiento de conductores**

*Dimensionar un circuito, es determinar la sección de los conductores y, a corriente nominal, el dispositivo de protección contra sobrecorrientes.*

### **Cálculo por caída de tensión:**

Se desarrolla en el apunte de teoría Instalaciones eléctricas de baja tensión.

### **Cálculo de la capacidad de conducción de corriente o Cálculo térmico**

La corriente transportada por un conductor produce, por el llamado efecto Joule, energía térmica. Esa energía se gasta, en parte, para elevar la temperatura del conductor, y el resto se disipa como calor. Luego de cierto tiempo de circular corriente la temperatura del conductor se estabiliza, produciéndose el "equilibrio térmico".

La corriente que, circulando continuamente por el conductor produce el equilibrio térmico a la temperatura máxima de servicio continuo es denominada "capacidad de conducción de corriente".

Una vez conocida ésta, se determina la sección por el criterio de "Intensidad máxima admisible por calentamiento" o bien, dada la complejidad de estos cálculos, se recurre a las tablas incluidas en las hojas técnicas de los fabricantes de cables.

Las mismas están referidas a la tensión nominal y a los casos de instalación más corrientes: la instalación en cañerías embutidas para los cables unipolares y al aire o en instalación enterrada para los subterráneos.

Para cables unipolares aislados en PVC según norma I RAM 2183, en cañerías embutidas o a la vista, se tiene:

<b>Sección nominal</b>	Diámetro máximo de alambres del conductor	Espesor de aislamiento nominal	Diámetro exterior aprox.	Peso aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (2)	Intensidad de corriente admisible al aire libre (2)	Caída de Tensión (3)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y CC
<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>Kg/Km</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>V/A km</b>	<b>Ohm/km</b>
<b>0,75</b>	0,21	0,6	2,4	12	<b>8</b>	<b>10</b>	50	26
<b>1,0</b>	0,21	0,7	2,8	16	<b>10,5</b>	<b>12</b>	37	19,5
<b>1,5</b>	0,26	0,7	3,0	21	<b>13</b>	<b>15,5</b>	26	13,3
<b>2 (1)</b>	0,26	0,7	3,3	25	<b>15,5</b>	<b>18</b>	18	9,51
<b>2,5</b>	0,26	0,8	3,7	32	<b>18</b>	<b>21</b>	15	7,98
<b>3 (1)</b>	0,26	0,8	3,9	37	<b>20</b>	<b>24</b>	12	6,07
<b>4</b>	0,31	0,8	4,2	46	<b>24</b>	<b>28</b>	10	4,95
<b>6</b>	0,31	0,8	4,8	65	<b>31</b>	<b>36</b>	6,5	3,3
<b>10</b>	0,41	1,0	6,1	110	<b>42</b>	<b>50</b>	3,8	1,91
<b>16</b>	0,41	1,0	7,9	185	<b>56</b>	<b>68</b>	2,4	1,21
<b>25</b>	0,41	1,2	9,8	290	<b>73</b>	<b>89</b>	1,54	0,78
<b>35</b>	0,41	1,2	11,1	390	<b>89</b>	<b>111</b>	1,2	0,554
<b>50</b>	0,41	1,4	13,6	550	<b>108</b>	<b>134</b>	0,83	0,386
<b>70</b>	0,51	1,4	16,1	785	<b>136</b>	<b>171</b>	0,61	0,272
<b>95</b>	0,51	1,6	18,3	1000	<b>164</b>	<b>207</b>	0,48	0,206
<b>120</b>	0,51	1,6	19,7	1250	<b>188</b>	<b>239</b>	0,39	0,161

1) Secciones no contempladas por la norma I RAM 2183.

2) 3 cables en cañerías embutidas en mampostería o en aire libre dispuestos en plano, temperatura ambiente 30°C (no se considera el de protección).

3) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz.,  $\cos \phi=0,8$  (no se considera el de protección)

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:- Para dos cables en cañería los valores de intensidad admisible se deberán multiplicar por 1,10; si los cables instalados son de 4 a 6 multiplicar por 0,8 y si son de 7 a 9 cables el coeficiente de multiplicación será 0,7. En aire libre multiplicar por 1,12

Para temperatura ambiente de 40°C multiplicar por 0,89

### Verificación de las secciones mínimas exigidas

De acuerdo a la ubicación de los circuitos, el Reglamento de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) prevé las siguientes secciones mínimas (para conductores de cobre):

Tipo de línea	Tramo	Sección mínima (mm <sup>2</sup> )
Líneas principales	Medidor - Tablero principal.	4
Líneas seccionales	Tablero principal - Tablero seccional - otros tableros seccionales.	2,5
Líneas de circuito	Tableros seccionales - Tomas corrientes - Bocas de luz.	1,5
Derivaciones y retornos a los interruptores de efecto	Bocas de luz - llave interruptora.	1
Conductor de protección	Todos los circuitos.	2,5

### Instalaciones de fuerza motriz

Son los que realizan la transmisión de energía para el accionamiento de motores de capacidades relativamente altas, generalmente trifásicos. En hospitales es el caso de los de ascensores, bombas de agua, aire acondicionado, bombas de vacío, compresores de aire, etc.

El reglamento exige que los conductores de fuerza motriz sean independientes de los de alumbrado, separando cajas de paso y de distribución. Cada uno de los circuitos que la componen debe tener su sistema de protección.

### Caída de tensión

La máxima caída de tensión admisible según la AEA es, para el caso de los motores, del 5% durante la operación y del 15 % para el arranque.

### Distribución

La distribución de fuerza motriz se efectúa mediante redes trifásicas, generalmente de corriente alterna de 3x220 ó 3x380 [V]. La distribución monofásica en potencias elevadas no es aconsejable porque requiere conductores de sección más elevada.

El cálculo del ramal alimentador de fuerza motriz es similar al correspondiente a cualquier línea seccional, por lo tanto será necesario conocer la corriente nominal (que se obtiene de la potencia y de la tensión de servicio) y la longitud del recorrido de los conductores. Se calcula la sección de los conductores a corriente nominal y se verifica a la caída de tensión.

### Factor de potencia





Se define como factor de potencia ó "cos Ø" al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, o sea:


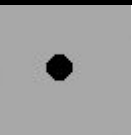
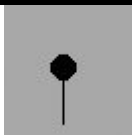

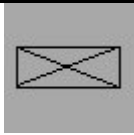
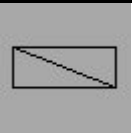
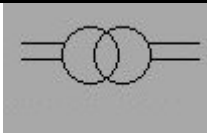

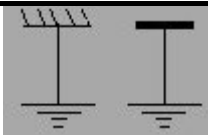

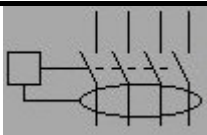
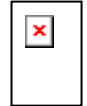
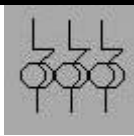
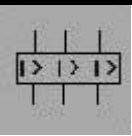
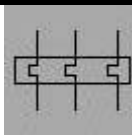
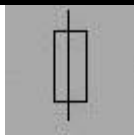
$$\cos \varnothing = \text{Potencia activa} / \text{Potencia aparente}$$

Donde:

- Potencia activa es la real que toman los motores (en [W]).
- Potencia aparente es la máxima para la que están diseñados los motores (en [VA]).

### Algunos símbolos eléctricos:

Símbolo				
Significado	Circuito con tres conductores (esquema unifilar)	Circuito con cuatro conductores (esquema unifilar)	Circuito con tres conductores (esquema multifilar)	Circuito con cuatro conductores (esquema multifilar)

			multifilar)	
Símbolo				
Significado	Llave interruptora unipolar	Boca de techo para un efecto	Boca de pared para un efecto	Tomacorriente
Símbolo				
Significado	Tablero de distribución, principal	Tablero de distribución, secundario	Transformador	Caja de medidor
Símbolo				
Significado	Masa puesta a tierra	Tierra	Interruptor diferencial	Tomacorriente con contacto a tierra
Símbolo				
Significado	Relé Magnetotérmico	Relé magnético	Relé térmico	Fusible

## Problemas

### 1) Realizar

a) el **diseño** del tendido de líneas para un servicio de neumonología.

La sala tiene 6 camas, cada una de ellas tiene 3 tomacorrientes, 1 luz de examen y 1 luz de lectura. El servicio cuenta con 2 aires acondicionados, uno en cada lateral, 12 luminarias suspendidas del techo, y 1 toma especial para un equipo de RX.

Las dimensiones de la sala son 10 x 6 mts.

b) Realizar el **cálculo de línea** del problema anterior.



- 2) **Calcular** la línea necesaria para realizar el alumbrado y la provisión de potencia de un pasillo de un hospital de 50 mts. Cada 4 mts se debe colocar una luminaria de 40 W ( en el techo) y sobre las paredes se colocará, a cada lado y cada 5 mts, una caja conteniendo dos tomacorrientes de 10 [A] c/u.
- 3) **Dimensionar las líneas necesarias para abastecer un servicio de terapia intensiva de 10 camas.** Cada cabecera tiene un panel que posee 6 tomacorrientes, con una llave térmica de 20 A. El servicio cuenta con dos tomas trifásicos para conectar un equipo de RX rodante que tiene un consumo aproximado de 15 A. La iluminación general está constituida por 3 hileras de 5 tubos fluorescentes de 22 [W] c/u, ubicados de manera tal que queda un tubo encima de cada cama y una hilera sobre el pasillo.
- 4) Calcular la acometida de un servicio de radiología, donde funcionará un equipo de RX de 500 mA, 110 KV.
- 5) En una habitación se encuentra un equipo de esterilización por óxido etileno ( ETO ):
- Calcular la sección** de la/s línea/s eléctricas teniendo en cuenta los siguientes consumos:
- a. Esterilizadora: 4 A
  - b. Extractor de aire: 1 A
  - c. Lámpara: 40 W
  - d. Tomacorriente: 2 A

**Trabajo de campo**

Realizar un relevamiento del **consumo** eléctrico de un panel de cabecera de UTI , quirófano e internación. El resultado deberá expresarse en [A] por cama.

Relevar la chapa identificadora de cada equipo, esté o no conectado en ese momento.

En internación verificar el consumo de cualquier artefacto que se encuentre en la habitación conectado a la red eléctrica.

Fecha de entrega: 26/08/05

**Guía N°3: Elementos de Protección****Problemas:**

- 1) Realizar el cálculo de protecciones para un servicio de neumonología. La sala tiene 6 camas, cada una de ellas tiene 3 tomacorrientes, 1 luz de examen y 1 luz de lectura. El servicio cuenta con 2 aires acondicionados, uno en cada lateral, 12 luminarias suspendidas del techo, y 1 toma especial para un equipo de RX. Se debe tener en cuenta que se utilizan nebulizadores ultrasónicos, espirómetros, aspiradores manuales, y ECG. Las dimensiones de la sala son 10 x 6 mts. ( ejercicio 1 de la guía anterior)
- 2) Calcular las protecciones y dimensionar las líneas necesarias para abastecer un servicio de terapia intensiva de 10 camas. Cada cabecera tiene un panel que posee 6 tomacorrientes, con una llave térmica de 20 A. El servicio cuenta con dos tomas trifásicos para conectar un equipo de RX rodante que tiene un consumo aproximado de 15 A. La iluminación general está constituida por 3 hileras de 5 tubos fluorescentes de 22 [W] c/u, ubicados de manera que queda un tubo encima de cada cama y una hilera sobre el pasillo.
- 3) En un quirófano de cirugía general un circuito de tomacorrientes está protegido por un interruptor termomagnético de I nominal 10[A].  
Indicar V o F, y justificar.
  - a. Es correcta una I de carga del circuito de 14 [A].
  - b. Es correcta una I admisible del conductor de 7[A].
- 4) En una habitación se encuentra un equipo de esterilización por óxido etileno (ETO):
  - a. Calcular la sección de la/s línea/s eléctricas teniendo en cuenta los siguientes consumos:  
Esterilizadora: 4 A  
Extractor de aire: 1 A  
Lámpara: 40 W

Tomacorriente: 2 A

- b. Utilizando un interruptor termomagnético proteger lo calculado en el punto a. Indicar cómo se obtiene el valor del mismo.

5) Se desea instalar un equipo de RX de 500 mA, alta frecuencia. De acuerdo a las especificaciones del fabricante el equipo consume como máximo 15 A, a 220 V, 50 Hz. Dimensionar la línea eléctrica adecuada, y las protecciones.

6) En un servicio de esterilización desean mejorar la instalación de protecciones eléctricas. La sala cuenta con:

Dos autoclaves de ciclo completo, cuyas características son: 220V/50Hz, 1200 W.

Una estufa de calor seco de 220V/50 Hz, 4 A.

Un autoclave Chamberland

Un extractor de aire de 220V/ 50 Hz, 100 W.

Indique cómo protegerá el servicio. Realice un croquis.

7) Un esterilizador por vapor monofásico, posee dos resistencias que en conjunto consumen 2300 W. emplea los siguientes tiempos para un ciclo de 121 °C:

Esterilización 10 min

Calefacción 10 mín

Secado 20 mín

La instalación eléctrica donde se montará la estufa posee un conductor de 1 mm<sup>2</sup> y un interruptor termomagnético de 10 A.

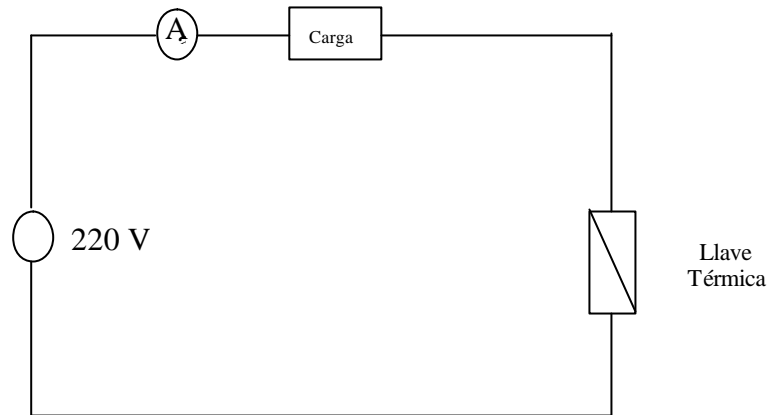
- a. Indicar si con esta instalación la máquina funcionará correctamente (Justificar conductor y protección ).
- b. Realizar la curva tiempo-corriente del interruptor termomagnético, sabiendo que para una corriente de 10.12 A se accionará a los 18 mín.

8) Se desea instalar un equipo de esterilización por vapor. En el manual de instalación del fabricante se indica que el consumo eléctrico por fase (trifásico) es de 6 kW, y el cos  $\sigma$  de 0.95.

- a. Calcular la sección aproximada del conductor que alimentará al equipo
- b. Calcular la protección térmica del interruptor termomagnético correspondiente.

## Trabajo de Laboratorio

- 1) Armar el siguiente circuito:



Variar la carga, medir la corriente, el tiempo de accionamiento y levantar la curva de funcionamiento del protector térmico. (Realizar al menos tres mediciones)

- 2) Conectar a la red un motor monofásico de corriente alterna y determinar la corriente de arranque, en vacío y bajo carga.
- 3) Proteger al motor, utilizando un interruptor térmico. Dar una conclusión.

## GUÍA N°4: PUESTA A TIERRA

### Introducción teórica

Una instalación de puesta a tierra se compone de:

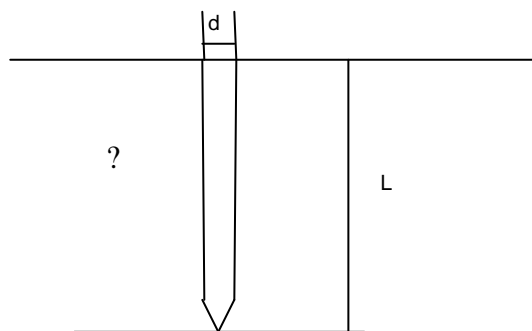
- Dispersor
- Conductor
- Colector

Los electrodos (dispersores) se definen como un cuerpo metálico puesto en íntimo contacto con el terreno y destinados a dispersar en éste las corrientes eléctricas. Se clasifican en:

- Pica o Jabalina
- Placa
- Anillo
- Malla

### METODOS PARA CALCULAR ELECTRODOS

#### 1. PICAS



#### Método convencional

$$R_t = \frac{?}{L}$$

Siendo ? la resistividad del terreno en [O.m]

### Método de DWIGHT

$$R_t = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \frac{3L}{d}$$

### Influencia recíproca:

Cuando se aumenta el número de picas se debe tener en cuenta el área de influencias recíprocas, ya que si se las coloca muy cerca pueden llegar a actuar como una sola. A título orientativo la distancia entre picas debe ser mayor a 5 veces su longitud.

$$R_{total} = \frac{R_{ind}}{K}$$

K se toma del diagrama 4, según el número de picas

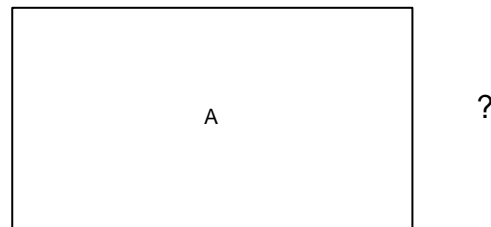
Estas influencias recíprocas dependen de la cantidad de jabalinas y de la distancia de separación. Rtotal se puede calcular entonces como:

$$R_{total} = \frac{R_{ind} + \rho R}{n^{\circ} \text{ de picas}}$$

$\rho R$  es un valor que se debe tomar de tabla.

Se puede emplear la figura 1 para determinar el porcentaje de variación de la resistencia de tierra resultante con relación al número de electrodos colocados en paralelo y su separación.

## 2. ANILLO



### Método aproximado

$$R_t = \frac{0.5 \rho t}{\sqrt{A}}$$

$$R_t = \frac{0.5 \rho t}{d}$$



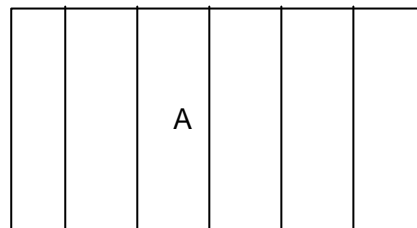
$d = \text{diámetro del área circular equivalente} = \sqrt{4A / p}$

### Método simplificado

$$R_t = 2 \frac{\rho t}{p}$$

$p = \text{perímetro}$

### 3. MALLA



$p = \text{perímetro}$

$L = \text{suma de todos los lados}$

### Método simplificado

$$R_t = \frac{\rho L}{A}$$

### Método de Laurent

$$R_t = \frac{\rho t}{4r} + \frac{\rho t}{L}$$

$r = \text{radio de la superficie circular equivalente} = \sqrt{A / p}$

$L = \text{sumatoria de todos los lados que componen la malla. (longitud de los conductores activos)}$

### Método de SCHWARZ

$$R = 0.318 \frac{\rho}{L} \left( 2.303 \log \frac{L^2}{d h} + K_1 \frac{L}{\sqrt{A}} - K_2 \right)$$

$d = \text{diámetro del conductor.}$

$K_1$  y  $K_2$  de los diagramas de la página 7, y dependen de  $A$ ,  $h$  y las dimensiones de la malla.

Figura 1

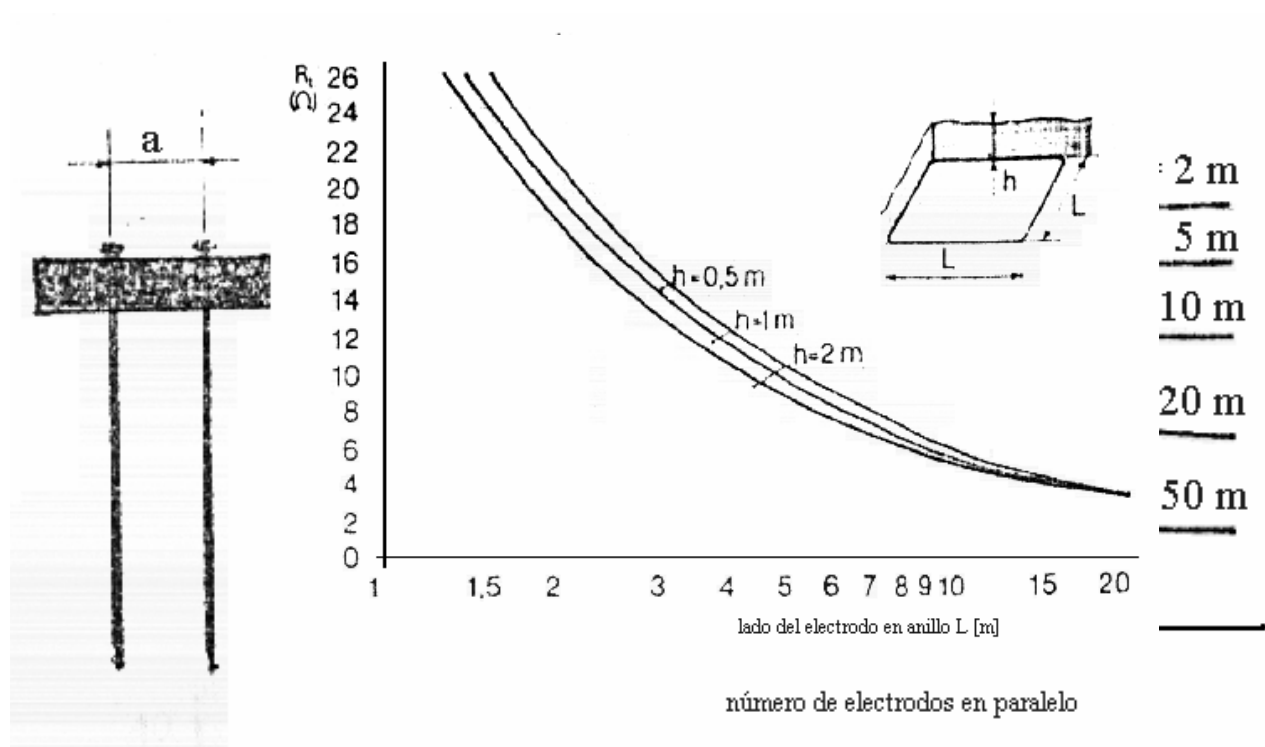


Diagrama 1

Anillo cuadrado (?= 100 O.m)

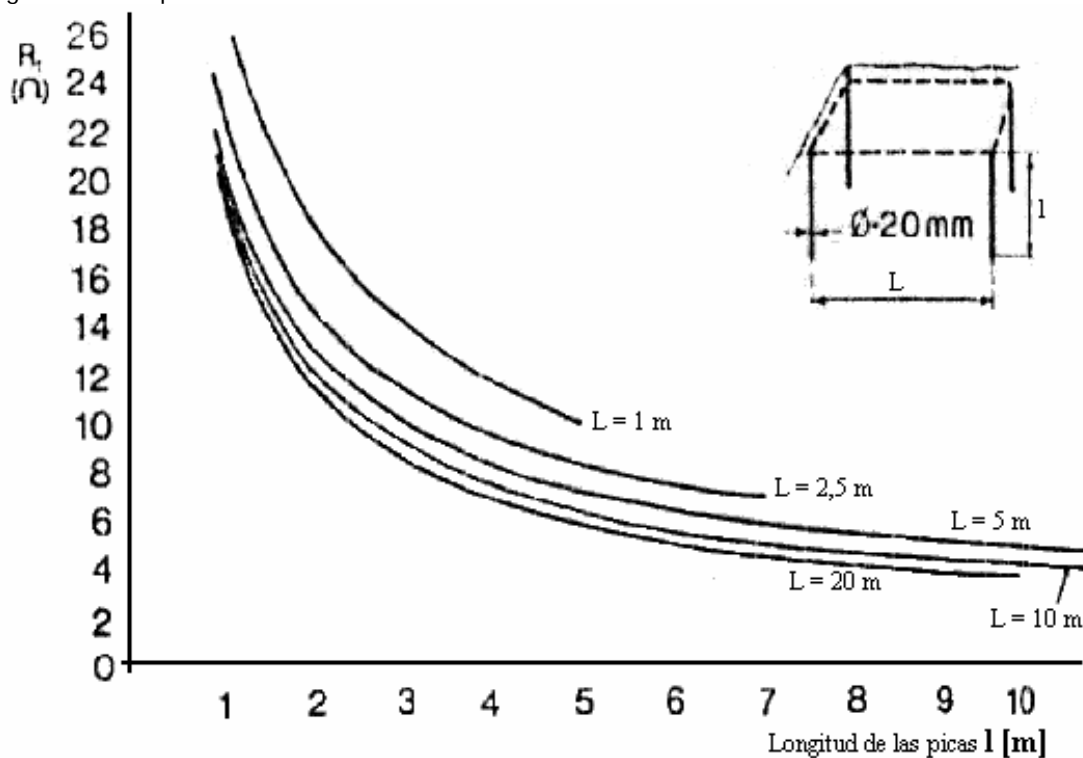


Diagrama 2

4 jabalinas unidas por conductor aislado

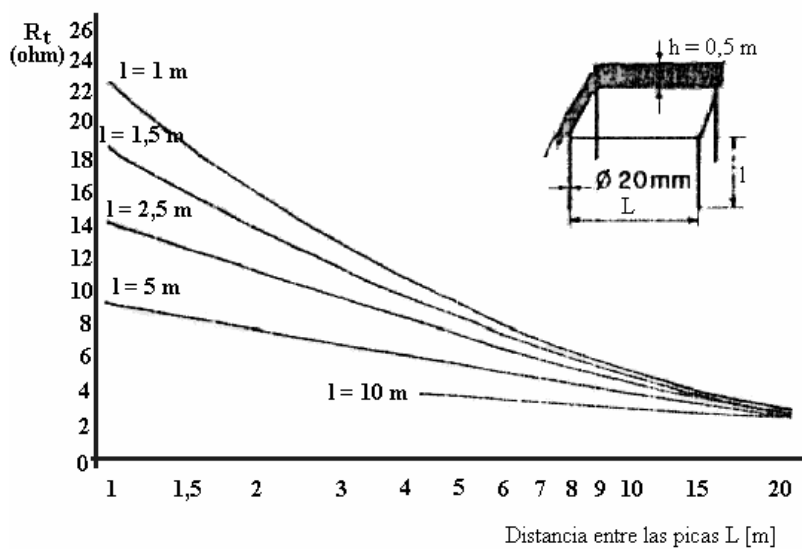


Diagrama 3

4 picas unidas por conductor desnudo

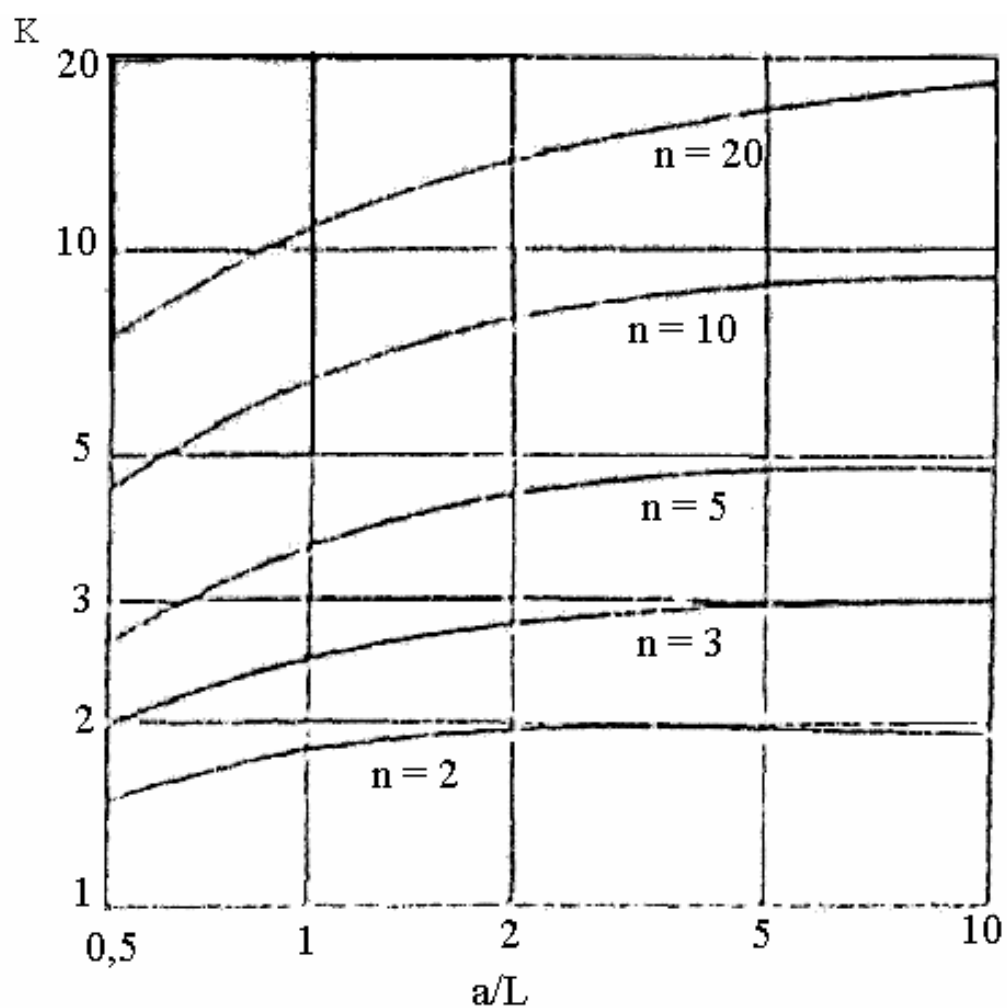


Diagrama 4

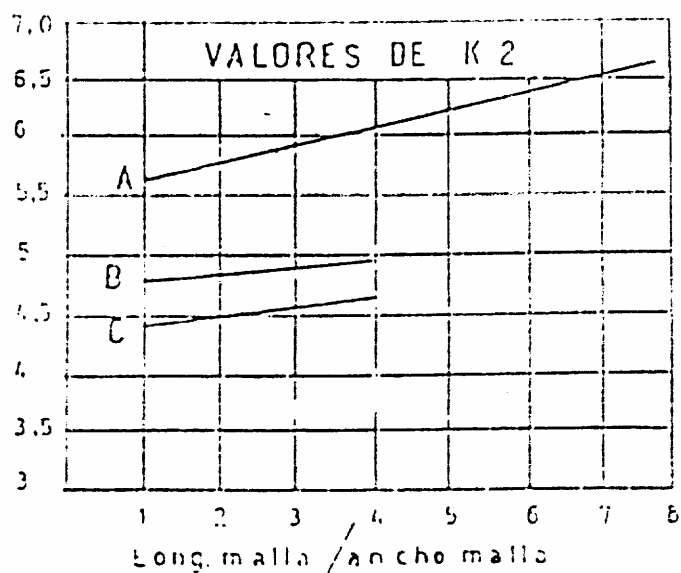
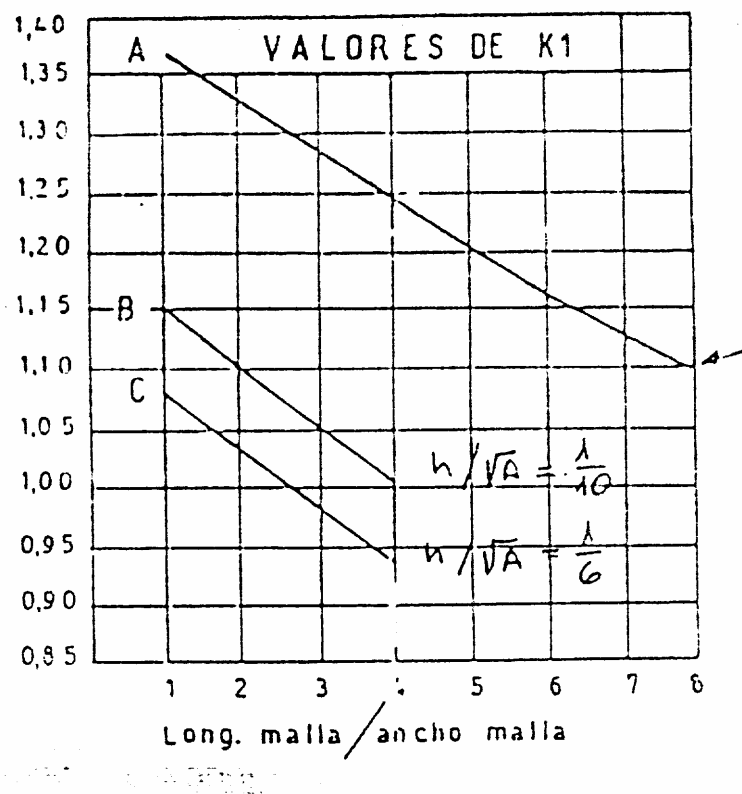
Donde

$a$  = distancia entre las jabalinas

$L$  = longitud de las jabalinas

$n$  : cantidad de jabalinas

$$R = R_{ind} / K$$



Los coeficientes K1 y K2 deben extraerse de las curvas **A**, para valores despreciables de la profundidad. De las curvas **B** para profundidad  $1/10$  de la raíz cuadrada del área y de la curva **C** para profundidad  $1/6$  de la raíz cuadrada del área.

Profundidades normales de implantación:

Malla apartada  $h = 0,60$  m

Malla separada  $h = 0,80$  m

#### 4. METODO DEL ABACO

Se basa en la interpretación de un ábaco de simple lectura, y la posterior verificación con instrumental, para el caso de realización de puesta a tierra con jabalinas con alma de acero y superficie de cobre electrolítico. El ábaco ha sido perfeccionado por el Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires.

Al ser la resistividad del terreno (valor conocido), un factor preponderante en el resultado final, pudiendo ésta variar en cada lugar de hincado de la jabalina, el método es aproximado. Se comienza seleccionando la jabalina por su diámetro (en pulgadas), y longitud (en metros), ejemplo:  $d = 5/8"$ ,  $L = 3$  mts.

Uniendo ambas características, al cortar la recta "q" se determina el punto A.

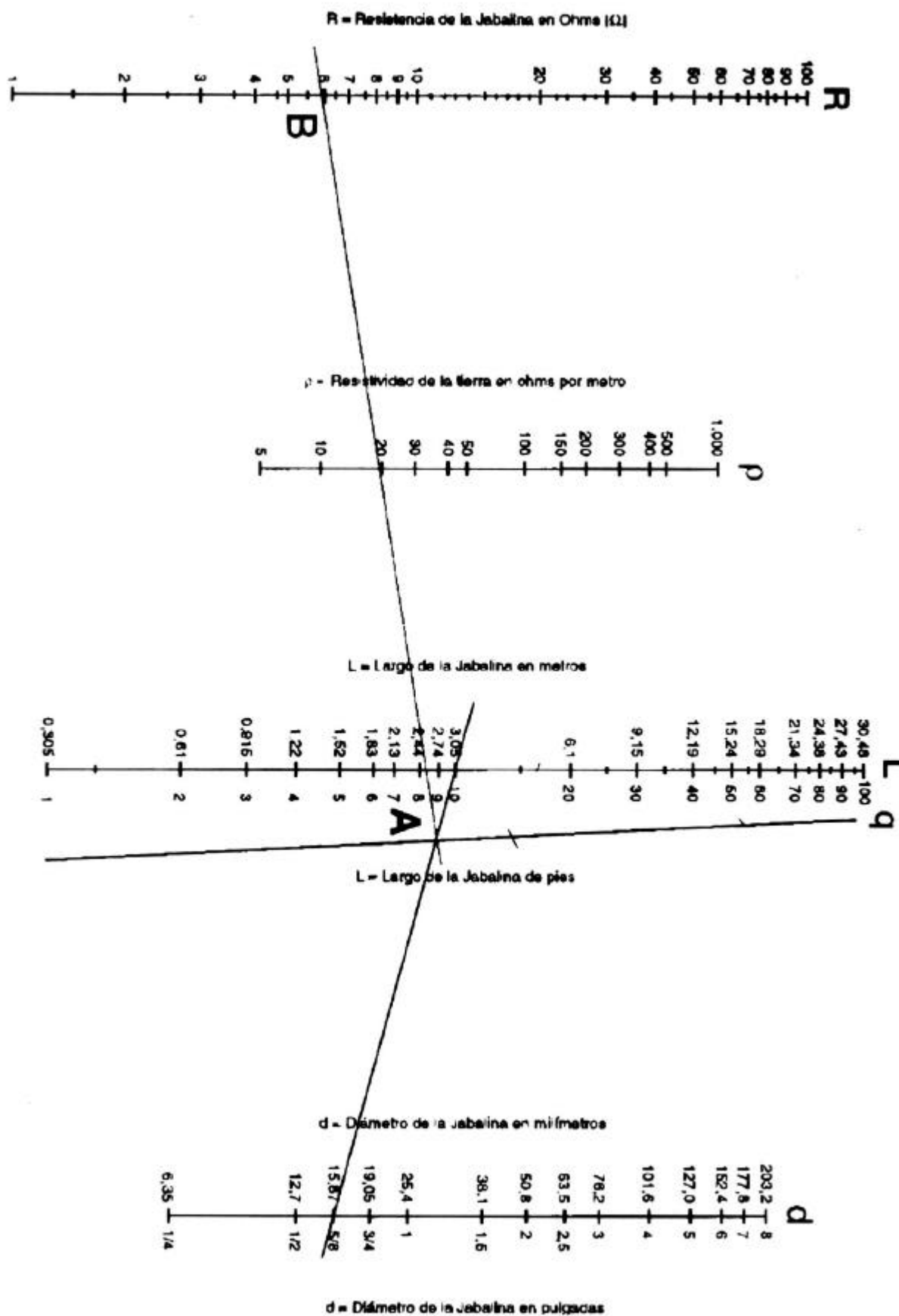
Si la instalación tiene una resistividad de  $20 \text{ O/m}$ , se traza una semirrecta que comience en A y corte a la recta  $p$  en  $20 \text{ O/m}$ , finalizando en el punto B al cortar la recta R, obtendremos el valor teórico aproximado de la resistencia de puesta a tierra de la jabalina en Ohm.

Si el valor de resistencia leído (con un telurímetro) supera al teórico determinado, y sea necesario bajarlo a niveles sugeridos (Por Ej.  $< 2 \text{ O}$ ), será necesario hincar otra pica y conectarlas en paralelo.

La resistencia final de puesta a tierra en este caso será:

$$R [O] = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2)$$

Siendo  $R_1$  y  $R_2$  las resistencias individuales de ambas jabalinas.



## PROBLEMAS

1. Calcular la resistencia de una tierra si se emplea un electrodo en forma de pica de 0.03 [m] de diámetro para:  $L = 1, 2$  y 4 m. La resistividad del terreno es 10 [Om]. Utilizar 2 métodos de cálculo y comparar los resultados.

2. Calcular la resistencia de un grupo de 4 jabalinas de 0.01 [m] de diámetro unidas por un conductor aislado. Para longitud = 1, 2 y 5 metros. Considerar que se hallan separadas a: 2.5, 5 y 10 metros.

Repetir los cálculo para un diámetro de 0.02 [m].

3. Calcular la resistencia de un anillo cuadrado de 10 metros de lado, enterrado a 1 metro de profundidad, en un terreno cuya resistividad es 100 [Om] . El conductor es de 35 [mm<sup>2</sup>].

Realizar el cálculo por el método de Laurent, Schwarz y verificar según el diagrama 1.

4. Calcular una malla mediante el método de Laurent y verificar por Schwarz. La longitud de la malla es 20 [m] y el ancho 10 [m]. Consta de 3 travesaños cada 5 [m] de longitud compuestos por cable de acero de 1 [cm] de diámetro colocados a una profundidad de 70 [cm] con un valor de resistividad del terreno de 9 [Om]

5. Una instalación de tierra está formada por un cable desnudo de Cu de 35 [mm<sup>2</sup>] enterrado a 0.5 [m]. y dispuesto de modo que forme un cuadrado de 10 [m] de lado. Dicho cuadrado se complementa con 4 picas situadas en los vértices y enterrados a 5 [m]. Cables y picas forman por lo tanto un conjunto unido a tierra. Qué valor de resistencia total se obtiene? La resistividad del terreno es 100 [Om].

Utilizar métodos numéricos y gráficos (diagrama 3) para comparar los resultados.

6. Realice el cálculo y disposición de la puesta a tierra de un servicio con 6 puestos de trabajo completos (Dimensiones 6 x 5 x 3 mts), considerando que se dispone de jabalinas de



3,5 mts de longitud.  $\rho = 80 [\Omega \text{ m}]$

7. En un quirófano anterior se midió una resistencia de puesta a tierra de  $8 \Omega$ . El sistema está formado por una pica de 3 metros de longitud y la resistencia del terreno es de  $24 [\Omega \text{ m}]$ . Explicar y calcular una forma práctica de mejorar la resistencia de puesta a tierra para obtener un valor inferior a  $3 \Omega$ .

8. Se dispone de 3 jabalinas de 2,5 mts. que pueden usarse para la instalación de puesta a tierra de un servicio de terapia intensiva. La resistividad del terreno es de  $50 [\Omega \text{ m}]$ . La superficie del servicio es de  $5 \times 8$  mts. Podrán usarse estos electrodos? Si es necesario se puede utilizar un conductor desnudo.

9. Una UTI consta de 10 camas, 2 de ellas en box aislados, 1 para pacientes infectocontagiosos y otra para recuperación de cirugía cardiovascular. El hospital al que pertenece es multivalente con alta tecnología.

Calcular la resistencia de puesta a tierra usando el método de Dwight.

Dar una conclusión de los resultados obtenidos. Considerar  $\rho = 100 [\Omega \text{ m}]$

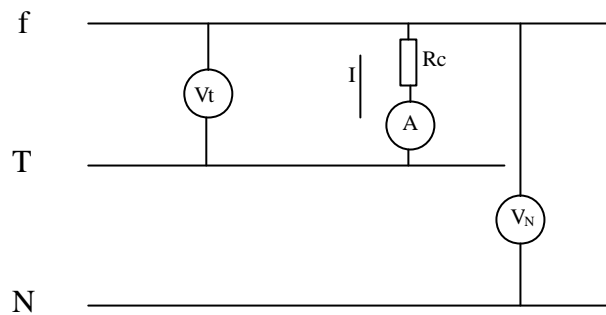
10. Calcular por el método de Dwight, la resistencia de puesta a tierra para una habitación de internación. Las jabalinas son de 3 mts, la resistividad de  $10 [\Omega \text{ m}]$  y el diámetro de la jabalina 1 cm.

11. Realice el cálculo y disposición de la puesta a tierra de un servicio de neonatología con 5 puestos de trabajo completos (Dimensiones  $6 \times 6 \times 3$  mts ). Se dispone de jabalinas de 5 mts de longitud.  $\rho = 100 [\Omega \text{ m}]$

12. Se desea obtener una resistencia de puesta a tierra de aprox. 2 ohm. Se dispone de dos jabalinas de 4 mts de largo y 10 mm de diámetro. El terreno donde deben hincarse es heterogéneo, con una resistividad  $\rho_1 = 185 [\Omega \text{ m}]$  y profundidad  $H=2.8 [\text{m}]$  y  $\rho_2 = 8 [\Omega \text{ m}]$ . Realizar el cálculo de la resistencia por el método de Dwight. Contemplar la influencia recíproca.

### Trabajo Práctico

1. Calcular la resistencia de puesta a tierra de la instalación del laboratorio utilizando el siguiente circuito.



Donde el valor de la resistencia de puesta a tierra viene dado por

$$R_t = \frac{V_N - V_t}{I}$$

2. Utilizando un telurímetro medir la puesta a tierra
3. Comparar los resultados. Dar conclusiones.

## **GUÍA N° 5: MANDO Y MANIOBRA**

### **Introducción Teórica:**

En toda instalación eléctrica es necesario disponer de elementos que sean capaces de poder conectar o interrumpir en una o en varias partes la línea que transporta energía, pudiendo estar esta bajo carga o en vacío; a estos elementos se los llama aparatos de mando.

Dentro de los aparatos de mando se encuentra el contactor, éste es un dispositivo de maniobra destinado a comandar equipamiento eléctrico en estado no perturbado o bajo las sobrecargas normales de servicio, con la posibilidad de ser accionado a distancia y preparado para grandes frecuencias de operación.

El contactor sólo puede adoptar dos estados: uno estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otro inestable, cuando es accionado y mantenido por su sistema de operación.

Los contactores generalmente pueden operar corrientes del orden de 6 a 12 veces la intensidad nominal. Se caracterizan por su poca inercia mecánica y rapidez de respuesta; resultando elementos indispensables en las tareas de automatización. Si se combinan con relés adecuados, pueden emplearse para la protección de las cargas (generalmente motores) contra faltas de fase, sobretensiones, sobrecargas, corrientes inversas, etcétera. En estos casos el relé actúa sobre el circuito de operación del contactor.

Cabe agregar que para la protección contra cortocircuitos deben utilizarse otros elementos colocados aguas arriba, como por ejemplo cartuchos fusibles.

### **Construcción de un contactor electromagnético**

Estos contactores contienen los siguientes elementos constructivos principales:

**Contactos principales:** Son los instalados en las vías principales para la conducción de la corriente de servicio, destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia. Generalmente tienen dos puntos de interrupción y están abiertos en reposo. Según el número de vías de paso de corriente, el contactor será bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

**Contactos auxiliares:** Son los acoplados mecánicamente a los contactos principales, encargados de abrir y cerrar los circuitos auxiliares y de mando del contactor; asegurando los enclavamientos de contactos y conectando las señalizaciones. Pueden ser del tipo

normalmente abierto (NA o NO) o normalmente cerrado (NC), y generalmente tienen dos puntos de interrupción y son de dimensiones reducidas, pues operan corrientes relativamente pequeñas.

**Bobina:** Elemento que genera una fuerza de atracción al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24, 110 y 220V de corriente alterna o continua.

**Armadura:** Parte móvil del contactor que forma parte del circuito magnético. Desplaza los contactos principales y auxiliares por la fuerza de atracción de la bobina.

**Núcleo:** Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina.

**Resortes antagónicos:** Son los encargados de devolver los contactos a su posición de reposo una vez que cesa la fuerza de atracción.

**Cámaras de extinción o apagachispas:** Son los recintos en los que se alojan los contactos y que producen que el arco de ruptura se alargue, divida y finalmente se extinga.

**Soporte:** Conjunto que permite fijar entre sí a las piezas que constituyen el contactor y éste a su tablero de montaje, mediante tornillos o riel DIN.

#### Funcionamiento del contactor electromagnético

Cuando la bobina del contactor se excita por la circulación de corriente, el núcleo atrae a la armadura y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo el circuito entre la red y el receptor. Este desplazamiento puede ser:

Por rotación, pivote sobre su eje.

Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.

Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, se abren los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

El circuito magnético está preparado para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactos y los choques electromagnéticos debidos al paso de la

corriente por las espiras de la bobina. Con el fin de reducir los choques mecánicos, a veces se instalan amortiguadores.

Si el contactor se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y los de parada en serie con la bobina.

### Problemas

1. Realizar el circuito de comando y potencia de un contactor que se utiliza para iluminación del estacionamiento subterráneo de un hospital.

Considerar :

Protección en el/los contactor/es.

Un mínimo de 40 lámparas de 60 [W] c/u

Accionamiento manual (30 lámparas, siempre encendidas)

Accionamiento mediante célula fotoeléctrica (10 lámparas)

Luces indicadoras en el tablero

2. Diseñar el arranque estrella – triángulo de un motor que contemple la inversión de la marcha del mismo.

3. Hacer el circuito con contactores para la apertura y cierre de un portón de acceso de ambulancia.

Contemplar:

Apertura manual ( algún tipo de interruptor sea pulsador o llave o bien control remoto )

Temporización entre abierto y cerrado

Cierre automático (invirtiendo la marcha al motor)

Protecciones

Luces indicadoras en el tablero

4. La mesa basculante de un equipo de RX funciona con movimientos sobre el plano horizontal y en ascenso y descenso. Para éstos últimos se utiliza un motor trifásico de 0.75 KW. Realizar el esquema de mando teniendo en cuenta que se acciona con una palanca pequeña hacia un lado y otro dependiendo sea el movimiento hacia arriba o abajo.

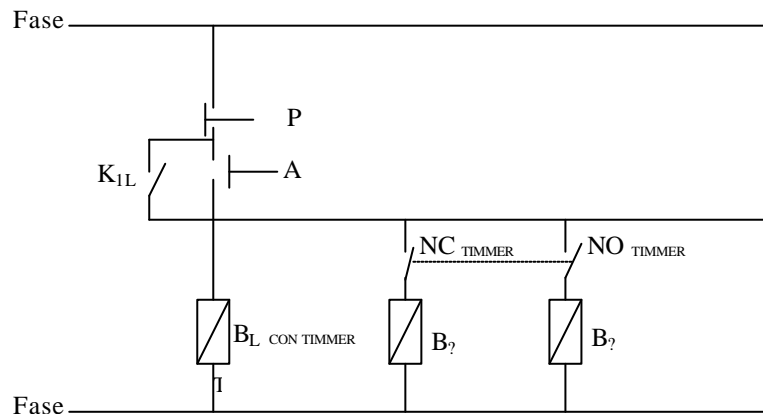
Tiene dispositivos de fin de carrera y el stop (arranque - parada) funciona con un botón de reset.

5. Diseñar el circuito de mando de una incubadora neonatal, tener en cuenta que el sistema posee dos sensores, uno de testigo para el circuito de calefacción y otro para el circuito de alarma. La consigna se fija en 36,5°C y la temperatura máxima en 38°C. El sistema se desconecta si se llega a la temperatura máxima. En el frente existen indicadores lumínicos de: encendido, calefacción, baja temperatura, temperatura óptima.

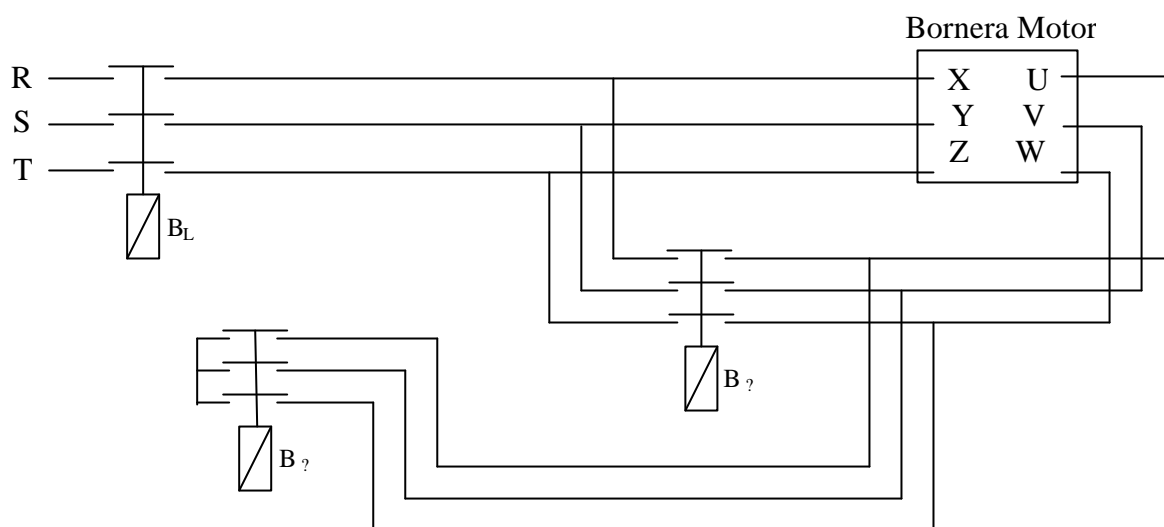
### Trabajo práctico ( Laboratorio )

Arranque Estrella - Triángulo: Utilizando contactores montar los siguientes circuitos:

Circuito de Comando:



Circuito de Potencia:



## **GUÍA N° 6: DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES**

### **Introducción teórica**

Una vez conocidos los datos del local a iluminar mediante alumbrado general y las luminarias que se van a utilizar, es posible calcular el número de luminarias necesarias para producir tal iluminación. En el caso de los alumbrados local y general localizado, es preciso evaluar la iluminación en el punto de localización de la tarea visual propiamente dicha, puesto que la iluminación media de todo el local es menos significativa.

### **Método de cálculo de los lúmenes**

Al emplear el método de los lúmenes han de tenerse en cuenta cinco puntos fundamentales:

#### **Punto 1.** Determinación del nivel de iluminación requerido

Valores tabulados, mencionan muchas de las tareas visuales más comunes en un hospital, junto con la cantidad de iluminación que ha de proporcionarse para cada una de ellas. Estas recomendaciones representan valores mínimos en el lugar mismo de la tarea visual de acuerdo con la práctica actual; la total comodidad visual puede exigir niveles muy superiores.

#### **Punto 2.** Determinación del coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización es la relación entre los lúmenes que alcanzan el plano de trabajo (ordinariamente se toma como tal un plano horizontal a 75 centímetros sobre el suelo) y los lúmenes totales generados por la lámpara. Es un factor que tiene en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias (o factor de reflexión: relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre ella) de las paredes, techo y suelo. A causa de las múltiples reflexiones que tienen lugar dentro de un local, una parte de luz pasa hacia abajo a través del plano imaginario de trabajo más de una vez, por lo que en algunas circunstancias el coeficiente de utilización puede sobrepasar la unidad.

Los locales se clasifican de acuerdo con su forma en diez grupos, identificados por el valor de su relación de la cavidad del local. La relación de la cavidad del local (RCL) puede calcularse como sigue:



$$\text{Relación de la cavidad del local} = \frac{5H(\text{longitud} + \text{Anchura})}{\text{longitud} \times \text{anchura}}$$

donde H es la altura de la cavidad (ver fig. 1).

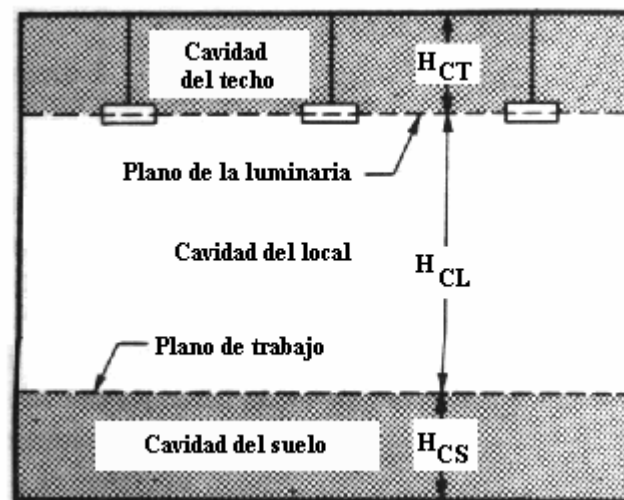


Figura 1: Esquema de un recinto interior

La relación de la cavidad puede determinarse también mediante tabla.

Los datos técnicos para distintas luminarias vienen recogidos en la tabla 7. El coeficiente de utilización buscado puede determinarse entonces para la propia relación de la cavidad del local y las reflectancias apropiadas de la pared y de la cavidad del techo. Para luminarias montadas o empotradas en el techo, la reflectancia de la cavidad del techo es la misma que la del techo real. Para lámparas suspendidas, en cambio, es necesario determinar la reflectancia efectiva de la cavidad del techo como sigue:

1- Determinar la relación de la cavidad del techo utilizando la misma fórmula o tabla que se uso para determinar la del local. El valor usado para H es la distancia desde las luminarias al techo.

2- Determinar la reflectancia efectiva de la cavidad del techo a partir de tabla. La reflectancia base es la del techo; la de la pared es la correspondiente a la parte de la pared que está por encima de las luminarias.

**Punto 3.** Determinación del factor de conservación o de pérdidas de luz

A partir del día en que una instalación de alumbrado nueva se pone en funcionamiento, la iluminación va sufriendo cambios constantes a medida que las lámparas envejecen, las luminarias acumulan suciedad y se hace sentir el efecto de otros factores que contribuyen a las pérdidas de luz.

El factor final de pérdidas es el producto de todos los factores parciales. Hay ocho factores parciales de pérdida que deben tenerse en cuenta. De algunos de ellos puede hacerse una estimación y otros se pueden evaluar basándose en gran número de datos de ensayo o de informaciones suministradas al respecto. Estos ocho factores son:

- 1- Características de funcionamiento de la reactancia. (tomar 0,95)
- 2- Tensión de alimentación de las luminarias. (tomar 1,00)
- 3- Variaciones de la reflectancia y transmitancia de la luminaria. (tomar 1,00)
- 4- Fallo de lámparas. (tomar 1,00)
- 5- Temperatura ambiente de la luminaria. (tomar 1,00)
- 6- Luminarias con intercambio de calor. (tomar 1,00)
- 7- Degradación luminosa de la lámpara.

La gradual reducción de la emisión luminosa de la lámpara a medida que transcurre su vida es más rápida en unas lámparas que en otras. Para el factor consultar la tabla 8 del apunte.

- 8- Disminución de emisión luminosa por suciedad.

Este factor varía con el tipo de luminaria y el ambiente en que trabaja consultar la tabla 18 del apunte

**Punto 4.** Cálculo del número de lámparas y luminarias requeridas.

$$\text{Núm. lámparas} = \frac{\text{Nivel luminoso [lux]} \times \text{Sup. [m}^2\text{]}}{\text{Lúmenes por lámpara} \times \text{coef. utilización} \times \text{factor conservación}}$$

$$\text{Núm. luminarias} = \frac{\text{Núm. lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

**Punto 5.** Fijación del emplazamiento de las luminarias

La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio tipo de luminaria, emplazamiento de las salidas de conductores existentes con antelación, etc.

Para conseguir una distribución uniforme de iluminación sobre una zona, no conviene excederse de ciertos límites en la relación "espacio entre luminarias-altura de montaje". La columna "Separación entre luminarias no superior a" de las tablas del coeficiente de utilización (tabla 7) da las máximas relaciones admisibles entre la distancia entre luminarias y altura de montaje sobre el plano de trabajo, para los tipos considerados. En la mayoría de los casos es necesario colocar las luminarias más próximas de lo que indican dichas máximas, a fin de obtener los niveles de iluminación requeridos. Los equipos fluorescentes deben montarse con frecuencia en filas continuas.

**Ejemplo**

Una sala de esterilización de 7,20 [m] de ancho, 9,60 [m] de largo y 3,75 [m] de altura, se va a iluminar con alumbrado general, con luminarias compuestas de lámparas fluorescentes suspendidas a 60 [cm] del techo. Calcular el número de ellas y su distribución

Datos:

Reflectancia del techo = 80 %

Reflectancia de las paredes = 50 %

Luminaria con dos lámparas T-12 430 [mA] envoltura prismática. (Tabla 7)

Desarrollo:

**Punto 1:** de la tabla 3, para la unidad de esterilización, se tiene un alumbrado general de **300 Lux** (mínimo valor recomendado)

**Punto 2:** se determina la RCL mediante la fórmula o bien mediante la tabla 6.

Con los datos de

Largo = 9,60 [m]

Ancho = 7,20 [m]

Altura de la cavidad =  $H = H_{CL} = 2,40$  [m] ( ver fig. 1)

Por fórmula  $RCL = 2,9$

Por Tabla 6 = 2,5

Se adopta un valor de **RCL = 3**

Como las luminarias están suspendidas 0,6 [m] del techo, es necesario determinar la reflectancia efectiva, haciendo en la ecuación de RCL o bien en la tabla 6  $H = H_{CT} = 0,6$  [m].

Esto da como resultado:

$RCL = 0,73$  (de fórmula)

$RCL = 0,6$  ( de tabla)

Se adopta un valor de **RCL = 0,67**

Con este valor de RCL en la tabla 5 ( reflectancias efectivas de cavidad), se toma para:

Reflectancia del techo = 80 %

Reflectancia de las paredes = 50 %

Un valor de Reflectancia efectiva de cavidad para el techo de 70%

Luego en la tabla 7 para la luminaria antes mencionada,  $RCL = 3$ , la nueva reflectancia de techo (70%) y la reflectancia de las paredes (50%) se obtiene un **coeficiente de utilización (CU) = 0,52**

Si las luminarias estarían empotradas en el techo, la reflectancia de la cavidad del techo es la misma que la del techo real. Reflectancia de techo = 80%,  $RCL = 3$ , luminaria y reflectancia de las paredes.  $CU = 0,54$  ( de tabla 7)

**Punto 3:** Determinación del factor de conservación:

1. Caract. De funcionamiento de la reactancia = 0,95
2. Tensión de alimentación de las luminarias = 1,00
3. Variaciones de la reflectancia y transmitancia de la luminaria = 0,98
4. Fallo de lámparas = 1,00
5. Temperatura ambiente de la luminaria = 1,00
6. Luminarias con intercambio de calor = 1,00
7. Degradación luminosa de la lámpara, según la tabla 15 es una F40 CW y de la tabla 8 para 12 hs. de encendido se tiene una degradación de la emisión luminosa de 0,84.
8. Disminución de emisión luminosa por suciedad, de tabla 7 se ve que la luminaria es categoría V, se toma en la tabla 18 la gráfica para dicha categoría y dentro de esta la curva de muy limpio, un valor aprox. es 0,96.

Por lo que el factor de conservación o de perdidas es:

$$FP = 0,95 * 1,00 * 0,98 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 0,84 * 0,96 = \mathbf{0,75}$$

**Punto 4:** Cálculo del número de lámparas y luminarias requeridas:

De la fórmula:

$$\text{Núm. Lámparas} = \frac{\text{Nivel luminoso [lux]} \times \text{Sup. [m}^2\text{]}}{\text{Lúmenes por Lámpara} \times \text{coef. Utilización} \times \text{factor conservación}}$$

Aclaración: los lúmenes por lámpara se obtienen de la tabla 8

$$\text{Núm. Lámparas} = \frac{300 \text{ lux} \times 7,2[\text{m}] \times 9,6[\text{m}]}{3200 \text{ lum} \times 0,52 \times 0,75} = 16.61 \Rightarrow \mathbf{17}$$

Como se tiene que cada luminaria posee 2 lámparas, se toma el número de lámparas igual a **18**.

$$\text{Núm. luminarias} = \frac{\text{Núm. lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

Ahora se calcula el número de luminarias:

$$\text{Núm. Luminarias} = \frac{18}{2} = 9$$

**Punto 5:** Fijación del emplazamiento de las luminarias. A modo de hacer más uniforme la distribución de las luminarias se toman **10** en vez de 9, las luminarias no deben exceder la separación de  $1,2 \text{ [m]} \times \text{altura de montaje sobre el plano de trabajo}$ , según la tabla 7. Por lo tanto no deben separarse más de  $2,88 \text{ [m]}$  unas de otras.

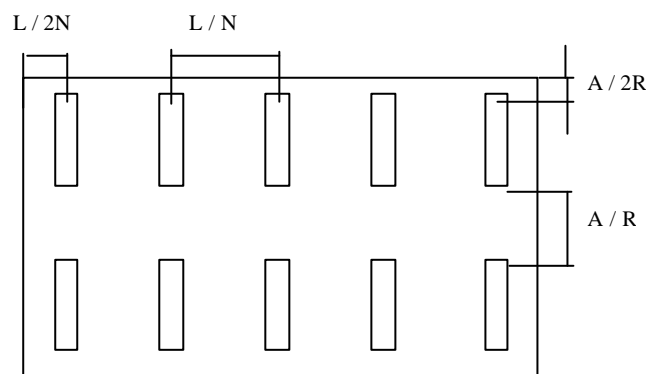
La disposición de las luminarias que se muestra a continuación es una de muchas posibles, la figura no esta a escala.

N: Núm. luminarias = 5

R: Núm. de filas = 2

A: ancho del local =  $7,2 \text{ [m]}$

L: largo del local =  $9,6 \text{ [m]}$



**Problemas:**

1. Realizar el diseño para una sala de traumatología de un hospital, que posee las siguientes dimensiones:

Ancho = 7,30 [m]

Largo = 12,20 [m]

Alto = 2,75 [m]

La reflexión del techo es del 80 %, y la de las paredes 50%, buena conservación de luz.

2. Realizar el diseño para un consultorio de guardia de un hospital, con las siguientes dimensiones:

Ancho = 4,25 [m]

Largo = 4,26 [m]

Alto = 2,75 [m]

La reflexión del techo es del 80 %, y la de las paredes 50%, buena conservación de luz.

3. Realizar el diseño para un pasillo de un hospital, con las siguientes dimensiones:

Ancho = 3,05 [m]

Largo = 21,25[m]

Alto = 3,20 [m]

La reflexión del techo es del 80 %, y la de las paredes 50%, buena conservación de luz.

4. Diseñar el alumbrado general de una UTI de 10 camas, y calcular el tipo y potencia de la lámpara de examen que se encuentra en c/u de la cabeceras de cama. Considerar las dimensiones de la sala y demás factores como parte del diseño.

5. Calcular el número de lámparas germicidas requerido para una sala de 7.30 x 9.15 y h=3.05.

6. Se dispone de una sala de internación con las siguientes dimensiones:

Ancho = 7,30 [m]

Largo = 12,20 [m]

Alto = 2,75 [m]

La reflexión del techo es del 80 %, y la de las paredes 50%, buena conservación de luz.

Realizar el diseño de iluminación general, inclusive con el croquis de disposición de las luminarias.



## Guía N° 7: Redes Medicinales

### **Introducción teórica**

La regulación de las presiones de los fluidos medicinales constan de 2 etapas:

1. Regulación primaria
2. Regulación secundaria

La Presión Primaria se define como el valor de presión que entrega la central de almacenamiento ( 7- 10 bar ), que es el existente en la red troncal, y que ***se establece a partir de la prueba de funcionamiento.***

La Presión Secundaria es la presión obtenida a partir de una regulación de la presión primaria, normalmente 3,5 +/- 0,7 bar, es el existente en las redes secundarias. Implica contar con válvulas reguladoras en cada red secundaria (segunda reducción).

Red principal o troncal: tramo de cañería que se extiende desde la central de almacenamiento hasta las centrales de segunda reducción o válvulas de seccionamiento en cada red secundaria.

Red secundaria: se extiende desde la válvula de seccionamiento o desde la central de regulación secundaria. En su extensión se encuentran los puestos de consumo.

Puestos de consumo: están formados por poliductos, cajas de pared, torretas de techo. A éstos se acoplan los equipos de utilización. Estos puestos se unen a la red secundaria.

Consumo de los puestos: existen valores de consumo instantáneos orientativos que sirven para determinar el consumo soporte de cada red, para así determinar la sección de las cañerías.

### **Cálculo de una red de gases medicinales**

El diámetro interior de la cañería se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$D = 18.8 [ ( Q / ( V \times P ) ) ]^{1/2}$$

D: diámetro interior de la cañería en mm

V: Velocidad del fluido en [m/seg]

Q: caudal total [m<sup>3</sup>/h]

P: presión de trabajo a la que se somete la cañería [bar]

Se recomienda, para las cañerías medicinales, que la velocidad del fluido no exceda los 15 m/seg., trabajando normalmente con 8 m/seg., de esta manera el coeficiente de seguridad es mayor. En el caso de la aspiración se trabajará con una velocidad de 100 m/seg., y con una depresión media de 0,65 bar.

### Componentes de una red

Las cañerías son totalmente construidas en caño de Cu electrolítico, debido a su alto coeficiente de seguridad, debido a su proceso de fabricación y su mayor resistencia al poder oxidante del oxígeno.

La presión de utilización del caño de 1 mm de espesor de pared, que es el que normalmente se usa, es de 30 bar de máximo con 15 bar de presión de trabajo, lo que se ajusta al tipo de cañería requerido.

Las válvulas serán de tipo esférica y cumplen con la función de válvulas de seccionamiento; se montan al principio de cada red secundaria, en un punto de fácil acceso.

### Caudales teóricos por boca ( aproximados )

	Oxígeno	Vacio	Aire
SERVICIO	Lts/Mi n.	Lts/Mi n.	Lts/Mi n.
Internación	7	10	7
UTI Adultos	30	60	30
UTI Pediátrica	30	10	30
Quirófano	30	60	30

<b>Partos</b>	7	25	7
<b>Neonatología</b>	30	10	30
<b>Imágenes</b>	7	25	30
<b>Resonancia</b>	7	25	30
<b>Laboratorio</b>		25	50

### **Algunas aplicaciones de los gases medicinales**

#### **Oxígeno**

- Tratamiento
  - Asistencia respiratoria
  - Incubadoras
  - Oxigenoterapia ( máscara, nebulizaciones )
  - Oxigenoterapia hiperbárica
- Diagnóstico
  - Espirometría
  - Análisis biológicos
  - Fotometría de llama
  - Equipos de exploración pulmonar
  - Medida de metabolismo basal

#### Aire

- Tratamiento
  - Asistencia respiratoria
  - Incubadoras
  - Oxigenoterapia
- Diagnóstico
  - Análisis biológicos
  - Cromatografía con detector de ionización de llama
  - Fotometría de llama

Protóxido de nitrógeno

- Analgesia, anestesia
- Crioterapia

Anhídrido carbónico

- Tratamiento
  - Laparoscopia
  - Insuflación tubular
  - Hinchado pulsatorio aórtico
  - Crioterapia
- Diagnóstico
  - Endoscopia
  - Radiografía

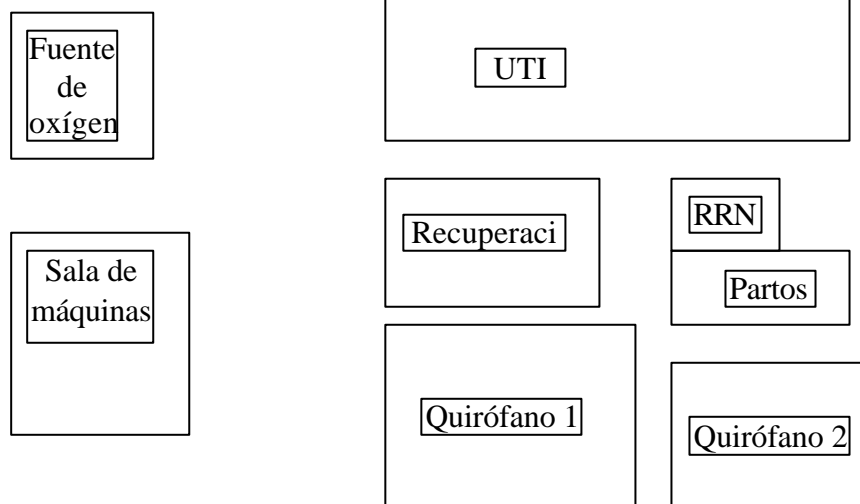
**Equipos accesorios a utilizar**

<b>Gas</b>	<b>Equipos</b>	<b>Servicios</b>	<b>Parámetro a regular</b>
<b>Oxígeno</b>	caudalímetro + humidificador	reanimado, ventilado, nebulización	Caudal
	reductor de presión	Respiradores	Presión
<b>Aire</b>	caudalímetro + humidificador	Reanimado, ventilado, nebulización	Caudal
	reductor de presión	Respiradores  limpieza de material no desechable	Presión
<b>Vacío</b>	Regulador de vacío	aspirado de secreción aspirado de sangrado	Depresión
<b>Protóxido de Nitrógeno</b>	Reductor de presión	mesa de anestesia	Presión

## Problemas

- 1) Plantee un diseño del recorrido de cañerías de gases medicinales para una institución que consta de 5 camas de UTI, 1 quirófano, 1 servicio de internación general de 6 habitaciones de 2 camas y 6 habitaciones de 1 cama. Justifique.
- 2) En el ejercicio anterior:
  - a) Calcule el diámetro de la cañería troncal a utilizar.
  - b) Calcule el diámetro de las cañerías secundarias.
  - c) Es importante el orden de cálculos? ( troncal- secundaria o secundaria -troncal )
- 3) Realice el cálculo de cañería para la instalación de gases medicinales en el sector quirúrgico del croquis.
- 4) Realice el cálculo de cañería para la instalación de gases medicinales en la UTI del croquis
- 5) Realice un diagrama de la instalación, considerando el punto 2 y el punto 3, señalando en cada porción del recorrido la presión de trabajo, ubique los reguladores de segunda reducción y las llaves de corte.

### Croquis A



RRN: Recepción del recién nacido

UTI : Unidad de Terapia Intensiva

- 6) Una Institución pediátrica ( ubicada en un mismo nivel de piso), consta de:
  - Internación común: 10 habitaciones con dos camas

- Internación Vip: 5 habitaciones
- Sala de cuidados intensivos neonatales: 6 camas
- Sala de cuidados intensivos: 10 camas
- Sala de hemodinamia: 2 puestos de trabajo
- Quirófano

- a) Indicar que gases colocaría en cada sector.
- b) Indicar la presión de trabajo para cada gas.
- c) Calcular el diámetro de la cañería troncal.
- d) Realizar el esquema de cañerías secundarias y la presión de trabajo de cada gas.
- e) Indicar donde colocará los reguladores de segunda reducción y explicar su función

- 7) Se dispone de un servicio de neonatología con 6 puestos de trabajo completos (Dimensiones 6 x 5 x 3 mts ).

Indique

- a) Qué gases colocaría en cada puesto.
- b) Qué equipos de utilización se deberían usar y para qué?
- c) Realice un esquema de la instalación. Distinga cada cañería.

- 8) Se dispone de un servicio de hemodiálisis con 4 puestos de trabajo. El tendido de cañería de oxígeno se ha realizado con caño de  $\frac{1}{2}$  de pulgada, 1 mm de espesor. Actualmente se desea incorporar 4 puestos más

- a) Con qué parámetros de P y Q se trabaja?
- b) Será necesario modificar la cañería? Justifique.
- c) Qué accesorios se colocan en estas bocas?

- 9) Una incubadora para uso en UTI tiene una boca de conexión de oxígeno. Se le solicita especificar los parámetros de presión y caudal necesarios para alimentar al sistema. La chapa de identificación dice: "Entrada limitada al 40% a 2.5 lts/min. de oxígeno".

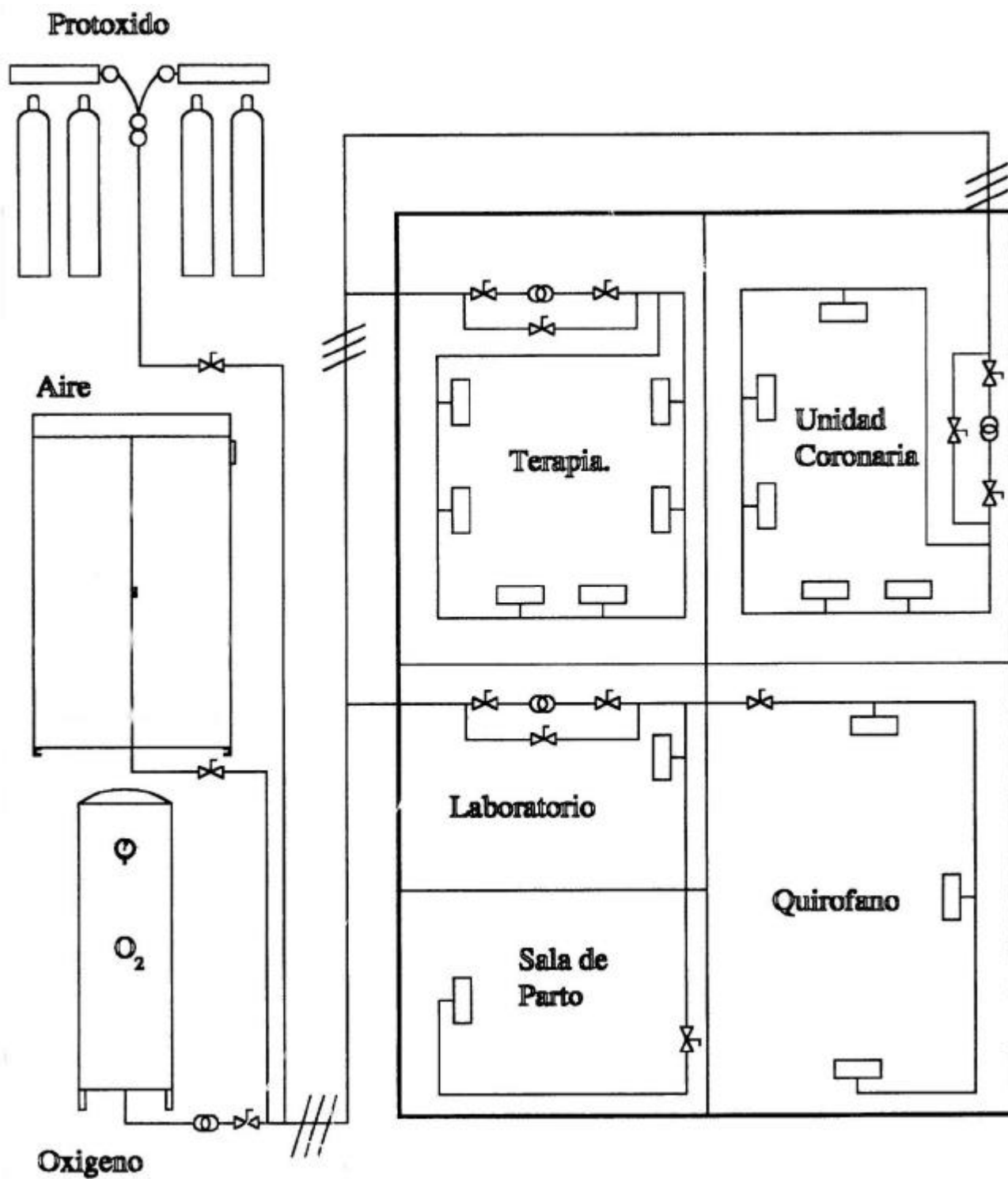
- a) Realice un croquis de la instalación utilizada. (Desde la pared a la incubadora).
- b) Describa los equipos de utilización (accesorios) utilizados.

## Anexo guía gases medicinales

TABLA de PESO de CAÑOS de COBRE REDONDOS							
PESO POR METRO EN GRAMOS							
DIAMETROS		ESPESOR DE PARED [mm]					
PULGADAS	MILIMETROS	0.5	0.75	0.8	1	1.5	2
1/8	3.175	38	51	52	-	-	-
5/32	3.969	49	56	88	-	-	-
3/16	4.762	60	84	104	115	141	-
¼	6.35	82	117	123	150	204	246
5/16	7.94	104	151	158	198	270	337
3/8	9.52	126	184	193	243	337	426
7/16	11.11	149	217	228	283	404	515
½	12.7	171	251	265	331	470	602
9/16	14.29	193	284	300	379	537	694
5/8	15.88	215	317	336	418	604	783
¾	19.05	261	384	407	512	737	963
7/8	22.22	304	451	483	597	870	1143
1	25.4	349	530	556	690	1004	1320
1 1/8	28.57	394	584	618	776	1137	1500
1 ¼	31.75	437	651	689	870	1272	1680
1 3/8	34.92	482	717	760	975	1404	1860
1 ½	38.1	527	784	850	1047	1540	2037



Esquema de distribución de gases medicinales en un Hospital (ejemplo):



## **Guía N°8: Centrales de almacenamiento de gases medicinales**

### **Introducción teórica**

Con el objetivo de lograr una mejor funcionalidad dentro del uso de los gases medicinales, se tiende a la provisión de los mismos por medio de canalizaciones centrales.

Las centrales de almacenamiento a instalar principalmente dependen en su tipo y tamaño del establecimiento hospitalario.

En la actividad hospitalaria básicamente se aplican a cuatro servicios de gases: oxígeno, aire, vacío y óxido nitroso. El resto de los gases como el nitrógeno, anhídrido carbónico, mezclas especiales, son de consumo puntual, por lo que no es necesario implementar sistemas centralizados.

### **Tipos de centrales**

1. Oxígeno
  - a. baterías de tubos de gases comprimidos
  - b. tanques de oxígeno líquido móvil ( Termos )
  - c. tanques de oxígeno líquido fijo
2. Aire
  - a. baterías de tubos
  - b. centrales compresoras de aire comprimido
3. Aspiración
  - a. bombas de vacío
  - b. compresores invertidos

### **Tipos de baterías**

Independientemente del gas a utilizar, y de usar tubos o termos, se forman dos tipos de baterías:

1. Baterías manuales
  - Permiten un alto consumo
  - No aseguran suministro continuo

## 2. Baterías automáticas

- Permiten un alto consumo de gas
- Aseguran un suministro continuo

Una batería automática posee una central de inversión automática en lugar de dos reductores de presión.

### Capacidad de las centrales de almacenamiento de oxígeno

( *Depende de la empresa proveedora* )

- a. Tubos: Normalmente se colocan tubos de 10 m<sup>3</sup> en las rampas. Para movilizar dentro del hospital se utilizan tubos de 5, 6, 7 m<sup>3</sup>.
- b. Temos: 150 m<sup>3</sup>, 180 m<sup>3</sup>.
- c. Tanques: a partir de 800 m<sup>3</sup>, hasta 10.000 m<sup>3</sup>

### Cómo seleccionar la fuente de oxígeno adecuada?

1. Se debe realizar el cálculo de CONSUMO estimado, que no es igual al caudal para el que se dimensionó la cañería. Se realiza un análisis cuantitativo del consumo de cada una de las bocas, hasta determinar m<sup>3</sup>/mes.
2. Se considera el tiempo de abastecimiento (empresa proveedora – institución).
3. Se debe recordar que el tendido de cañería es útil para cualquier tipo de fuente. En esta instancia se evalúan ventajas y desventajas de las fuentes de alimentación.
  - a. Tubos: Ventaja: si no se consume el gas interno no cambia sus propiedades (presión se mantiene constante). Desventaja: es la fuente menos económica, exige un alto recambio, queda oxígeno residual en el envase.
  - b. Termos: Ventaja: la capacidad, es más económico que el O<sub>2</sub> en tubos. Desventaja: si no se consume oxígeno, la presión interna aumenta y ventea. Exige recambio, queda oxígeno residual en el envase.
  - c. Tanque: Ventaja: la capacidad, el oxígeno es más económico, no queda volumen residual, no se recambia. Desventaja: si no se consume, el oxígeno interior aumenta su presión, exigiendo que se abra la válvula de venteo para homogeneizar su presión.

Cómo seleccionar la fuente de aire y vacío adecuadas?

En este caso, cambiar la fuente no es tan sencillo como en el caso del oxígeno, teniendo en cuenta que ante un eventual pico de consumo, el equipo debe ser capaz de abastecerlo. Es decir que el caudal para la selección de la fuente es el caudal de la cañería troncal calculado para su dimensionamiento.

**Ejemplo de datos técnicos de compresores lubricados:**

MOD.	CILIND.	PRES. MAX.		CAUDAL		RPM	TANQUE					
							MOD.	LTS.	PRES. MAX. TRAB.		PRES. PRUEBA H I D.	
		KG/CM <sup>2</sup>	LB/PULG <sup>2</sup>	L/MI N	P <sup>3</sup> /MI N				KG/CM <sup>2</sup>	LB/PULG <sup>2</sup>	KG/CM <sup>2</sup>	LB/PULG <sup>2</sup>
0.5	1	7	100	67	2.35	690	T02	30	10.5	150	15.75	224
0.5	1	7	100	67	2.35	690	T03	55	10.5	150	15.75	224
0.75	1	10.5	150	90	3.15	754	T04	70	10.5	150	15.75	224
1	1	12.5	180	138	4.72	570	T05	105	9	128	13.5	192
1 BB	2 BB	8.4	120	154	5.39	618	T05	105	9	128	13.5	192
1.5 BB	2 AB	14	200	158	5.53	666	T06	140	9	128	13.5	192
2 BB	2 BB	8.4	120	274	9.69	570	T06	140	9	128	13.5	192
2 AB	2 AB	14	200	192	7.17	618	T06	140	9	128	13.5	192
3 BB *	2 BB	8.4	120	385	13.5	620	T07	180	9	128	13.5	192
3 AB	2 AB	14	200	333	11.6	540	T08	250	9	128	13.5	192
3 ABAP	2AB	35	500	160	5.6	675	-	-	-	-	-	-
5.5 BB *	2 BB	8.4	120	715	25	580	T09	340	9	128	13.5	192
5.5 AB	2 AB	14	200	618	21.6	525	T09	340	9	128	13.5	192
7.5 BB	2 BB	8.4	120	1037	36.3	440	T09	340	9	128	13.5	192
7.5 AB	2 AB	14	200	750	23.9	638	T09	340	9	128	13.5	192
10 BB	2 BB	8.4	120	1201	42	490	T10	500	11.5	163	17.25	245
12.5 AB	2 AB	14	200	1240	43.4	520	T10	500	11.5	163	17.25	245
15 BB	2 BB	8.4	120	1969	68.9	410	T10	500	11.5	163	17.25	245

\*Modelos que también se fabrican exentos de aceite.

**Ejemplo de características técnicas de los compresores exentos de aceite:**

MODELOS	EA08	EA10	PAEA01	PAEA05
Potencia [CV]	3	5.5	2x3	2x5.5
Cilindros	2BB	2BB	2BB C/U	2BB C/U
Presión Máxima [Kg/cm <sup>2</sup> ]	8.4	8.4	8.4	8.4
Presión Máxima [lb/pulg <sup>2</sup> ]	120	120	120	120
Desplazamiento [nl/min]	380	715	760	1430
Desplazamiento [CFM]	13.4	25	26.8	50
Tanque modelo	T07	T09	T11	T12
Volumen tanque [lts.]	180	340	340	500
Velocidad de rotación [RPM]	620	580	620	580
Motor eléctrico	3 CV – 1400 RPM	5.5 CV – 1400 RPM	2X3 CV – 1400 RPM	2X5.5 CV – 1400 RPM
Dimensiones (largo x ancho x alto)	1500x450x900	1800x550x1100	1500x900x2000	1900x1200x2100
Peso con motor [Kg]	126	210	235	370

**Problemas**

1. Calcular el *caudal total* de cada gas medicinal utilizado para una Institución compuesta por 10 camas de UTI, 2 quirófanos, 1 sala de partos, 2 camas de neonatología, 1 servicio de guardia general y 20 habitaciones. (Se encuentra a 120 Km. de la Empresa proveedora de oxígeno)
2. Calcular el *consumo* diario y mensual *estimado de oxígeno*
3. Indique que central de almacenamiento de oxígeno usaría. Justifique.
4. Calcular la batería de reserva de oxígeno para un día.
5. Indique que equipos de aire comprimido de grado medicinal. Justifique.
6. Realizar un croquis de la instalación completa de aire comprimido de grado medicinal. Indicar en cada tramo de la cañería P de trabajo.

7. Indique como realizará el abastecimiento de vacío. Con que valores de P trabajará en la boca?
8. Indicar equipos de utilización para cada puesto de consumo.
9. Se debe calcular la batería de reserva para una Institución que se encuentra en una zona aislada por la nieve, que tiene un tanque de 1200 m<sup>3</sup> de oxígeno medicinal. El consumo estimado en época invernal es de 1500 m<sup>3</sup> mensuales. Se debe considerar que la empresa proveedora garantiza al menos un abastecimiento mensual. Realizar el croquis de la alimentación general (tanque, regulador/es, llave/s seccionadoras, tubos y/o termos ).
10. En una UTI se debe montar un sistema central de aire comprimido medicinal. Se utilizará exclusivamente como fuerza motriz para los respiradores de última generación que recientemente han adquirido. Consta de 10 camas, 4 respiradores, una tasa de ocupación de cama de 95 %.
  - a) Calcular diámetro de la cañería
  - b) Dimensionar el equipo de abastecimiento. Caracterizarlo
  - c) Realizar un croquis desde el compresor a las bocas colocando reguladores, llaves, accesorios. A lo largo de la línea identificar los valores de P.

## **Guía N° 9: Esterilización**

### **Introducción Teórica:**

Aún con los avances en el campo de la medicina y la tecnología, tendientes a mejorar el cuidado del paciente, las infecciones intra hospitalarias continúan produciendo sufrimiento humano y altos costos en el cuidado de la salud.

Un aspecto de prevención de las infecciones nosocomiales es la efectividad en el procesamiento y esterilización de equipos que por su alto costo hacen necesaria su reutilización.

En los hospitales modernos la Central de Equipos y Esterilización (CEYE) es la responsable de llevar a cabo estos procesos y tanto el diseño de las áreas como la operación deben estar de acuerdo con las normas establecidas para tal fin. Los importantes cambios tecnológicos en la Medicina también se han dado en el equipo destinado a la esterilización; sin embargo, las áreas físicas deben estar acordes con estos avances y es necesario hacer una revisión en cada institución hospitalaria con el propósito de brindar una atención médica de calidad.

En la actualidad la creación de un sector específico, cuya responsabilidad sea la preparación y esterilización de todo el equipamiento (instrumental, ropa quirúrgica, material hidrófilo, etc.) del hospital, es una feliz realidad. Este sector es la Central de Esterilización (C.E)

Por definición, la Central de Esterilización es el servicio hospitalario que recepciona, acondiciona, procesa, controla y distribuye textiles (ropa, gasas, apósitos, etc.), instrumental y equipamiento biomédico a todos los sectores del hospital con el objetivo final de obtener un insumo seguro a ser usado con el paciente.

Este sistema de esterilización centralizada presenta las siguientes ventajas:

- “ Eficiencia
- “ Economía
- “ Seguridad

**EFICIENCIA:** debidamente organizado, este sistema proporciona eficiencia a través de una supervisión en las tareas de limpieza, mantenimiento y esterilización propiamente dicha.

La normalización, uniformidad y coordinación de los procedimientos se ven facilitadas pues existe una supervisión constante a cargo de una persona dedicada a esta actividad.

**ECONOMIA:** el servicio centralizado resulta económico, pues evita la existencia multiplicada de equipamiento costoso (autoclaves de vapor de agua, estufas de calor seco, selladoras de pouches, etc.). La vida de los instrumentos se prolonga gracias a un eficiente manipuleo (limpieza, acondicionamiento, esterilización) a cargo de personal especializado.

**SEGURIDAD:** en los viejos sistemas descentralizados de esterilización, con personal no supervisado, se incrementaban las posibilidades de fallas en los procesos. Ejemplo de esto:

- Materiales expuestos a métodos incorrectos de esterilización: elementos no resistentes a elevadas temperaturas destruidos por haber sido procesados por calor seco.

- Modificación de los parámetros seguros de proceso: (aumento de la temperatura y tiempo de proceso por calor seco para aumentar empíricamente la seguridad del proceso.) Al centralizar la esterilización se unifican todos los sistemas de control del proceso, obteniéndose un insumo esterilizado con altos márgenes de seguridad.

Existe otro sistema en la actualidad para la esterilización de materiales, las llamadas "unidad de esterilización". Ubicadas generalmente en las cercanías de la planta quirúrgica, su función es únicamente procesar, por personal especializado, el instrumental ya armado en sus respectivas cajas, así como los paquetes especiales de apoyo a las cirugías.

La ventaja de estas unidades descentralizadas de esterilización, se asocia a la disminución del número de instrumental que se encuentra circulando en el hospital, eliminándose así, los riesgos de los traslados de dichos materiales.

### **Diseño de la Central de Esterilización y Equipos**

La efectividad de la esterilización no depende exclusivamente del control de calidad del proceso, sino también es importante contar con un diseño arquitectónico funcional, que



permita implantar un control de infecciones y de calidad efectivo y otros aspectos de operación del proceso, antes, durante y después de la esterilización, cumpliendo con las normas establecidas por organizaciones internacionales como la AAMI, ANSI, IECEE, ASQC, OSHA y otras.

Para lograr un diseño eficiente es importante la integración de un Comité de Planeación, que deberá ser de tipo interdisciplinario para analizar los diferentes aspectos que intervienen en el diseño, funcionamiento y control administrativo.

El Comité de Planeación deberá estar integrado por: responsable del área, Comité de Infecciones, consultores de los departamentos interactuantes, Departamento de Ingeniería Biomédica, arquitectos especializados y administradores. El Comité es responsable de:

- Definir las funciones de la CEYE,
- Determinar los requerimientos físicos y funcionales de acuerdo con las normas vigentes,
- Establecer las funciones de la CEYE con los departamentos usuarios y
- Determinar los procedimientos para el control de calidad de los procesos.

## **Diseño arquitectónico de la Central de Esterilización y Equipos**

### ***Ubicación dentro de la planta física del hospital***

Debe cumplir con las siguientes características: acceso directo a áreas quirúrgicas, fácil acceso a las unidades de Terapia Intensiva, Urgencias, Hospitalización y Servicios Auxiliares y de diagnóstico, disponibilidad de sistemas de transporte vertical u horizontal y separada físicamente de almacenes, para prevenir la contaminación por insectos o roedores.

### ***Distribución física, funciones y requerimientos***

El diseño del área facilita la eficiencia del proceso, minimiza la contaminación ambiental y mantiene la esterilidad de los artículos procesados. En la Tabla 1 mencionamos las áreas y funciones con que debe contar la Central de Esterilización y Equipos, de acuerdo con la normatividad vigente (Figura 1)

### ***Acondicionamiento Ambiental***

El sistema de ventilación y control ambiental tiene por objeto:

- Evitar la proliferación de microorganismos.
- Prevenir la transmisión de infecciones a través de la contaminación del aire.
- Evitar niveles tóxicos por gas óxido de etileno y vapores generados por el uso de desinfectantes químicos.
- Brindar un ambiente de trabajo adecuado, dada la disipación de calor de los equipos de esterilización.

Las características que debe cumplir el acondicionamiento ambiental son:

- Filtrado absoluto de aire en todas las áreas.
- En el área de limpieza y descontaminación, la ventilación es por extracción.
- El área de preparación y esterilización requiere de inyección vertical de aire acondicionado.
- Para el área de almacenamiento estéril los requerimientos son: filtrado absoluto, 10 cambios por hora, presión positiva y sistema de aire sin recirculación (Figura 2).

### ***Flujo y Manejo de Material***

El diseño de la Central de Esterilización y Equipos debe permitir la separación de las áreas de recepción y procesamiento de los artículos sucios, por un lado, de las áreas de almacenamiento de consumibles y artículos para ser empaquetados, y por otro, con el propósito de prevenir la contaminación ambiental o por contacto. Cada una de las áreas debe ser estrictamente utilizada para el fin que fue diseñada, de esta manera, la separación de áreas será efectiva (Figura 3).

Para la entrega y distribución de materiales estériles es recomendable el diseño de ventanas con sistemas de exclusión (doble ventana), para evitar la entrada de corrientes de aire que originen turbulencias y posible contaminación.

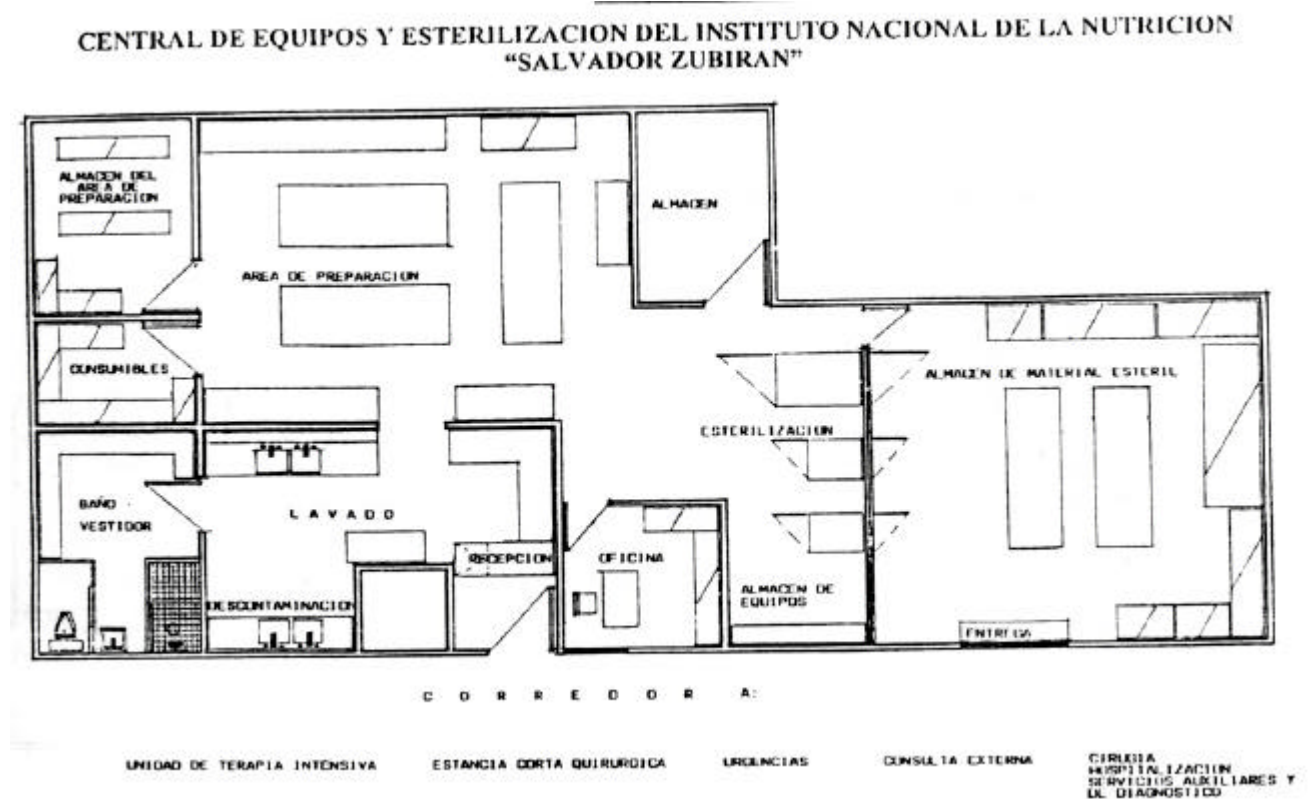
Por otra parte, la delimitación funcional de las áreas debe ser respetada por personal.

### Recomendaciones

Para que las centrales de equipo y esterilización cumplan con sus objetivos, es necesario hacer una revisión de los siguientes puntos:

- La integración de un grupo interdisciplinario que defina los aspectos de planeación, organización y control del departamento.
- Elegir la ubicación dentro de la planta física del hospital.
- Analizar el diseño arquitectónico e instalaciones para plantearlas o adecuarlas de acuerdo con la normatividad vigente.
- Seleccionar o renovar el equipamiento que cubra las necesidades y de acuerdo con los avances tecnológicos.
- Establecer un programa de control de calidad de los procesos.
- Implantar programas de educación continua para el personal.
- Mantener una supervisión constante y estricta.

*Fuente: Material entregado por la Ing. Teófila Cadena Alfaro*



**Fig. 1**

## REQUERIMIENTOS DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

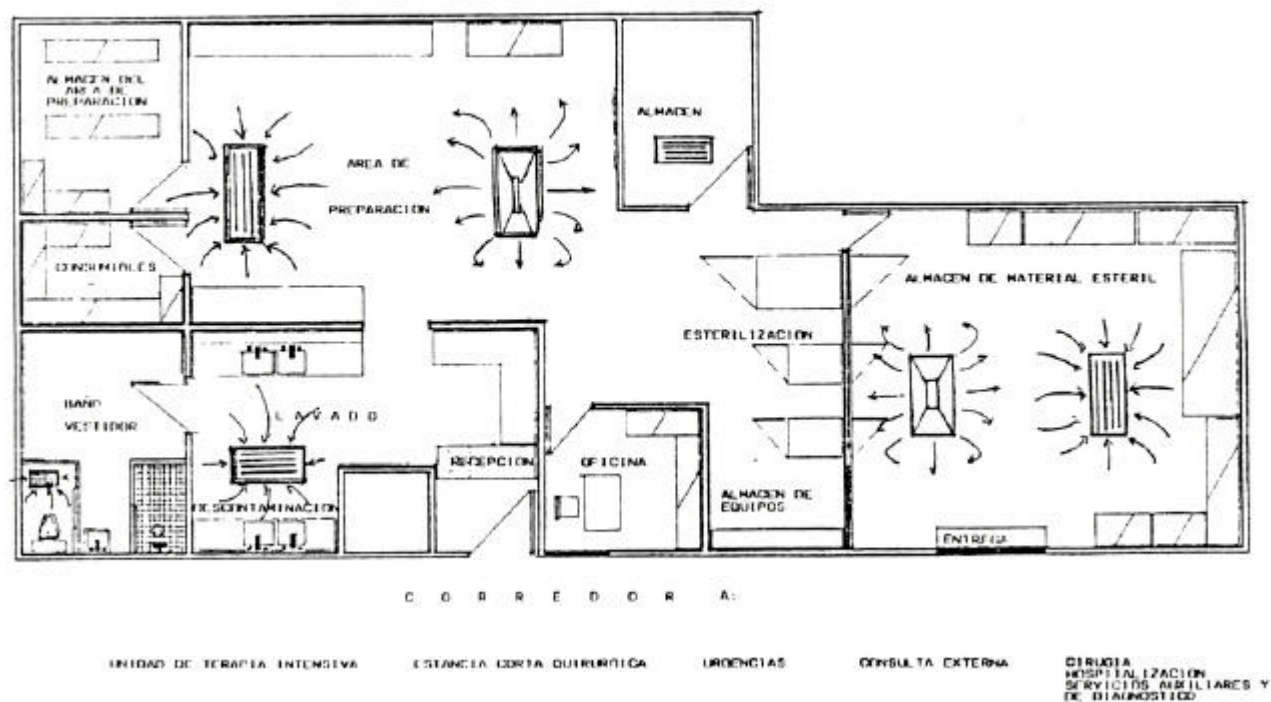


Fig 2

## FLUJO DE MATERIALES

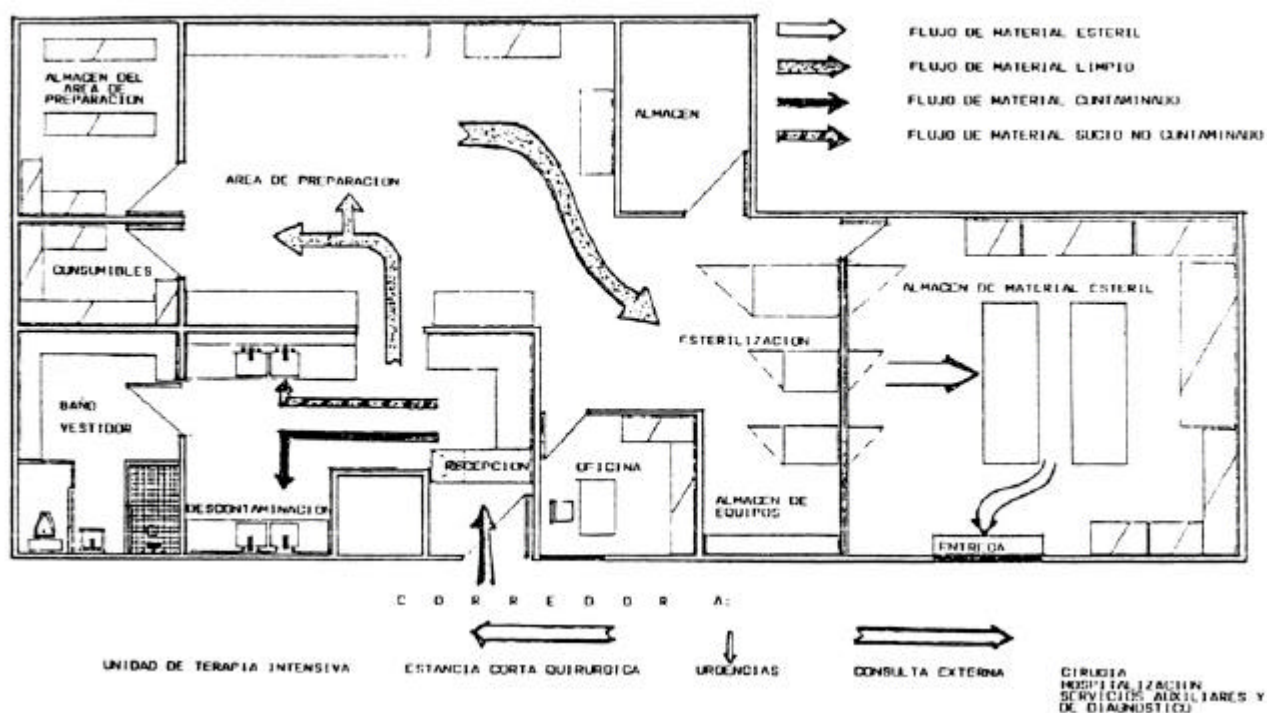


Fig 3

AREA	FUNCIÓN	REQUERIMIENTOS
1) Recepción	- Ingreso de artículos y materiales sucios para ser reprocesados.	- Acceso directo del corredor. - Iluminación adecuada para la separación de artículos e instrumentos. - Ventilación: Rejillas de extracción.
2) Limpieza y descontaminación	- Limpieza y/o descontaminación de artículos y materiales reusables.	- Área físicamente separada del resto de las áreas del servicio. - Tarjas para descontaminación - Tarjas para lavado - Control ambiental por material contaminante - Pisos, muros, techo y muebles con superficies lisas, no porosas y lavables
3) Preparación	- Inspección, preparación de bultos y empaquetamiento de los materiales a esterilizar.	- Cuartos de preparación exclusivos para textiles y guantes (en caso de reutilización) - Iluminación apropiada para la inspección de artículos y textiles. - Condiciones ambientales confortables para el personal.
4) Esterilización	- Esterilización de los paquetes previamente preparados.	- Suministros e instalaciones necesarias para los equipos de esterilización de vapor y gas (eléctricas, vapor, extracción, aire comprimido, drenaje y agua). - Control y supervisión de la efectividad de los procesos de esterilización de óxido de etileno y vapor. - Espacios para mantenimiento de los equipos. - Ventilación forzada para evitar la acumulación de gases tóxicos.
5) Almacén de material estéril	- Almacenamiento de artículos y materiales estériles para su distribución.	- Limpieza y desinfección diaria de superficies. - Acceso controlado de personal. - Ventilación con presión positiva, filtrado absoluto 10 cambios/hora. - Control de caducidad del material estéril. - Ventana de distribución con sistema de exclusión (doble ventana). - Muebles, techos, muros y piso con superficies lisas, no porosas, lavables y desinfectables.
Áreas de soporte		
6) De servicio	- Sala de descanso, baños y vestidores	
7) Almacén de equipos	- Limpieza y guarda de equipo médico	
8) Administrativa	- Oficina del supervisor o jefe del departamento.	
9) Almacenes	- Guarda de artículos y materiales de consumo.	

Tabla 1

## Problemas

Tomando como referencia el plano dado por la cátedra y los conceptos teóricos adquiridos:

1. Analizar la situación de la central de esterilización que se muestra en el plano
2. Si corresponde, rediseñar dicha central

Se debe entregar un informe (que incluya un croquis), donde se explique el análisis efectuado junto a las justificaciones teóricas correspondientes.

*Ejercicios mixtos (esterilización – mando ).*

- 2) Se debe diseñar el control automático de un equipo de esterilización por vacío. Se pide desarrollar el módulo correspondiente a la fase de preparación – esterilización – secado. El equipo es monofásico. Realizar el esquema al menos para dos tipos de materiales diferentes. Los controladores son de libre elección.
- 3) Realizar el esquema de comando del cierre automático de la puerta de la esterilizadora. Tener en cuenta que la apertura manual debe anularse desde que se perfore el cartucho de ETO hasta el final del ciclo.
  - a) Enumerar, indicando valores de tiempo, niveles de vacío y temperatura, los pasos de un ciclo típico de ETO.
  - b) Señalar en cuales pasos puede abrirse la puerta

## **Guía N° 10: Balance Térmico**

### **Introducción teórica**

El balance térmico de invierno tiende a determinar la cantidad de calor que se debe suministrar a los locales para compensar las pérdidas, manteniendo la temperatura interior establecida.

Consiste en determinar las pérdidas de calor que se producen por las paredes, vidrios, techos, pisos que componen el contorno del local, así como también las pérdidas de calor por el aire frío que se infiltra a través de las aberturas.

En el análisis térmico de invierno no se tiene en cuenta la incidencia favorable de la cantidad de calor aportadas por personas, iluminación, etc., porque se considera el local en la condición más comprometida.

Temperatura interior: se considera en locales habitados:

- 18 a 19 °C: para calefacción por paneles radiantes
- 21°C: para calefacción por aire caliente
- 20 °C: para calefacción por radiadores

Temperatura exterior: es la temperatura de la localidad.

Ej. Paraná 2,4 °C, Buenos Aires 0 °C, Córdoba - 0,4 °C

### **Método del Balance Térmico**

El cálculo de la cantidad de calor de pérdida de los locales se realiza de la siguiente manera:

$$Q_T = Q_t + Q_L$$

$Q_T$ : Pérdida total [kcal/h]

$Q_t$ : cantidad de calor de pérdida por transmisión, a través de los elementos del contorno del local [kcal/h].

$Q_L$ : cantidad de calor para compensar la infiltración del aire exterior

#### CANTIDAD DE CALOR POR TRANSMISIÓN ( $Q_t$ )

Esta cantidad de calor vale:

$$Q_t = Q_0(1 + Z_d + Z_h + Z_c)$$

donde:

$Q_0$ : pérdida de calor por transmisión de las superficies que limitan el ambiente (kcal/h);

$Z_d$ : mejoramiento por interrupción del servicio (%);

$Z_c$ : mejoramiento por pérdidas en cañerías de calefacción o conductos de aire caliente (%);

$Z_h$ : mejoramiento por orientación (%).

#### **Pérdidas por transmisión ( $Q_0$ )**

Las pérdidas de calor por transmisión ( $q_0$ ) de cada una de las superficies del contorno de un local se calculan, según las leyes de la transmisión, mediante la fórmula:

$$q_0 = K A (t_i - t_e)$$

siendo:

$q_0$ : cantidad de calor de pérdida de cada elemento de la superficie del contorno del local (kcal/h);

$K$ : coeficiente total de transmisión del calor [ kcal / ( h m<sup>2</sup> °C)]

$A$ : área [m<sup>2</sup>]

$t_i$ : temperatura interior °C

$t_e$ : temperatura exterior °C

La suma de todas las pérdidas individuales de cada uno de los elementos del contorno del local representa la pérdida de calor de todo el local  $Q_0$ , de modo que:

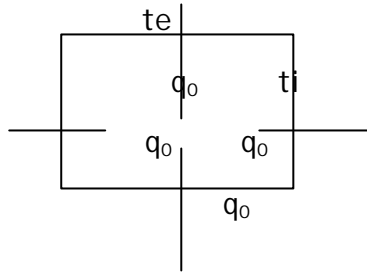
$$Q_0 = \sum q_0$$

donde:

$Q_0$ : cantidad de calor de pérdida del local (kcal/h).



A esa cantidad de calor  $Q_0$ , es necesario aplicarle una serie de suplementos de mejoramiento.



Algunos valores de K:

Pared exterior de ladrillos macizos (30 cm)	1.62
Pared interior de ladrillos huecos (10cm)	2.40
Ventana corrediza	5
Piso sobre tierra	1
Techo de losa, contrapiso y baldosas.	1.5

### Suplemento por interrupción del servicio ( $Z_d$ )

Producida una interrupción del servicio de calefacción, al ponerse nuevamente en marcha es necesario un suplemento de calor, a fin de llevar nuevamente el edificio al estado de régimen estacionario de funcionamiento, para el que fue realizado el balance de transmisión de calor.

Pueden distinguirse 3 casos característicos en la aplicación práctica:

- I) **Servicio ininterrumpido**, con marcha reducida durante la noche: casos de viviendas, hospitales.
- II) **Interrupción del suministro de calor de 8 a 12 horas diarias**: se aplica para edificios de comercio, oficinas, etc.
- III) **Interrupción del servicio de calefacción de 12 a 16 horas diarias**: se aplica para casos de fábricas o casos particulares.

Los suplementos  $Z_d$  aumentan con el tiempo de interrupción del servicio, dado que cuanto más tiempo se encuentra sin funcionar la instalación, mayor será la cantidad de calor necesario para volver el edificio al régimen estacionario.

Para edificios de construcciones normales pueden adoptarse los valores indicados a continuación.

Clase de servicio	$Z_d$ %
I. Servicio ininterrumpido	7
II. Interrumpido de 8 a 12 h	15
III. Interrumpido de 12 a 16 h	25

### Suplemento por orientación ( $Z_h$ )

La magnitud de este suplemento está determinada por la diferente exposición solar del local.

Se adopta como porcentaje del calor por transmisión  $Q_o$ , pudiéndose considerar los siguientes valores para el Hemisferio Sur:

E	N	S
O	NE	SE
	NO	SO
0%	-5%	5%

### Suplemento por pérdidas de calor en cañerías y conductos ( $Z_c$ )

Este valor depende de la magnitud de cañerías o conductos y de las características de su aislación.

Suele adoptarse como norma práctica considerando un margen de seguridad:

$$Z_c = 5 \text{ a } 10\%.$$

### CANTIDAD DE CALOR DE PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN DE AIRE ( $Q_L$ )

$Q_L$  es la cantidad de calor de pérdida por infiltración de aire. Depende de la hermeticidad y la diferencia de presión entre el interior y el exterior.

$$Q_L = 17 C (t_i - t_e)$$

$Q_L$ : [ Kcal/h]

17: constante que tiene en cuenta el calor específico y peso específico del aire que penetra.

C: caudal de aire que penetra [ $m^3$  / min]

$t_i$  y  $t_e$ : [ $^{\circ}C$ ]

En la práctica se estima el caudal de infiltración en función del número de renovaciones horarias del volumen de aire del local, donde

$$C = \frac{n^{\circ} \text{ renov / h } \times \text{ Vol local } [m^3]}{60 \text{ [ min/h]}}$$

Clase de Local	Nº renovaciones por hora
Sin paredes exterior	0,5
Con paredes al exterior por un lado	1
Con paredes al exterior por dos lados	1,5
Con paredes al exterior por tres lados	2
Con paredes al exterior por cuatro lados	2

Sustituyendo:

$$Q_L = 0.3 (n^{\circ} \text{ renov / h}) \times \text{Vol} \times (t_i - t_e)$$

### Método de los cubajes de aire

Para el cálculo de las necesidades caloríficas de los distintos locales se suelen relacionar los  $m^3$  del local con la cantidad de calor necesaria, es decir se establecen *coeficientes de pérdidas de calor por  $m^3$  del local*

$$Q = c V \text{ [ kcal/h]}$$

Q: cantidad de calor por pérdida de calor [ kcal/h]

c: coeficiente por pérdida de calor [ kcal/h  $m^3$  ]

V: volumen del local [ $\text{m}^3$ ]

Para un salto térmico de  $20^\circ\text{C}$  entre el interior y el exterior y construcciones de albañilería común los coeficientes  $c$  son:

hasta $20 \text{ m}^3$	$55 \text{ kcal/ h m}^3$
de $20$ a $40 \text{ m}^3$	$40 \text{ kcal/ h m}^3$
de $40$ a $70 \text{ m}^3$	$30 \text{ kcal/ h m}^3$
de $70$ a $120 \text{ m}^3$	$25 \text{ kcal/ h m}^3$
de $120$ a $200 \text{ m}^3$	$20 \text{ kcal/ h m}^3$

Este método es incorrecto por los siguientes motivos:

- 1 Para un mismo volumen, la superficie de pérdida puede ser mas o menos importante.
- 2 Los locales pueden ser mas o menos vecinos de otros locales calentados, tener diferentes paredes exteriores o ventanas, distintas características constructivas, diversas condiciones interiores y exteriores, etc.

Este sistema, con las limitaciones expuestas, puede llegar a emplearse para cálculos rápidos en instalaciones de calefacción por estufas a gas, en la que no se requiere un control riguroso.

