

# UNIVERSIDAD NACIONAL TECNICA DEL CALLAO

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

TESIS DE GRADO

PARA OPTAR EL TITULO

DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

"PRESURIZACION DE CABLES TELEFONICOS"

REALIZADO POR

ANDRES CRESPO RODRIGUEZ

PROMOCION 1972 - 2

LIMA - PERU

1980

A MIS PADRES :

DON HORTENCIO CRESPO MALDONADO Y  
DOÑA VICTORIA RODRIGUEZ PEÑA,  
QUE CON SU CARIÑO, TRABAJO Y ESFUERZO  
HICIERON POSIBLE MIS ESTUDIOS.

## C O N T E N I D O

1.- OBJETO.

2.- SISTEMAS DE PRESURIZACION.

3.- PRESURIZACION A FLUJO CONTINUO CONVENCIONAL.

4.- DISEÑO DE PRESURIZACION DEL CABLE C32.

5.- CONSTRUCCION

6.- METRADOS Y PRESUPUESTO.

7.- PLANOS Y GRAFICOS.

8.- BIBLIOGRAFIA.

9.- INDICE.

## I.- OBJETO.

La red telefónica de planta externa, compuesta por cables troncales y de distribución, son la parte mas importante de la misma por su elevado costo de instalación.

Al respecto la experiencia demuestra, que, incluso si las redes de cables estan bien diseñadas y tendidas, los circuitos pueden quedar fuera de servicio por falta de aislamiento entre conductores, originada por la entrada de agua o de aire humedo, a través de las grietas o perforaciones, en la cubierta de los cables. Las causas que motivan esta falta de continuidad en la cubierta pueden ser mecánicas, electroquímicas y de fabricación; en estas circunstancias se puede evitar que los conductores se deterioren, como consecuencia, de la penetración de agua en la cubierta manteniéndola a presión, mediante un gas inerte y seco.

A este respecto, la experiencia de 8 años como ingeniero de planta externa, me induce a preparar el presente trabajo, a fin de que tenga una aplicación directa, en el diseño de presurización de cables telefónicos. En el desarrollo del mismo, para fijar ideas y conceptos, se ha tratado de aplicar toda la teoría matemática que tenga un valor práctico o aplicación directa acompañada con su correspondiente ejemplo.

## C A P I T U L O   I I

### .- SISTEMAS DE PRESURIZACION DE CABLES

El uso de la presurización de cables telefónicos, es esencialmente con el objeto de eliminar la humedad o agua mediante el uso de gas seco, nitrógeno o aire seco, mediante alimentadores como cilindros de gas o compresores desecadores y al mismo tiempo permita la localización de la avería.

Segun el empleo de gas o aire seco estos sistemas pueden ser , Estatico, Por Flujo Continuo Convencional y por Tuberia.

#### 2.1- SISTEMA ESTATICO

Este sistema consiste en establecer en el cable secciones herméticamente cerradas, o secciones estancas, llenandolas con gas o productos quimicos.

##### 2.1.1.- Sistema estático a gas.

Este sistema requiere una preparación previa del cable, localizando y cerrando todos los poros de la cubierta y luego mediante la inyección de nitrógeno o aire seco se llevará una observación continua para controlar la pérdida de gas si se produce, localizando los puntos de fuga reponiendo el gas perdido para mantener la presión inicial. Fig.-1

Este sistema de secciones estancas, es el más seguro de los tres sistemas de presu-

rización en la localización de las fallas en los cables troncales, interurbanos, o de distribución, que debido a su mayor importancia, justifican, el costo de preparación y vigilancia que requiere el sistema. La presión en este sistema es uniforme a lo largo de todo el cable y al producirse una fuga, el gas contenido en el cable fluye hacia dicho punto, escapando a la atmósfera; en consecuencia la presión en el interior del cable no se mantiene uniforme, siendo más baja cuando menor sea la distancia a la fuga, alcanzándose la mínima presión en el punto de la fuga. Fig.2 El descenso de presión a lo largo del cable depende del tamaño de la fuga, de la resistencia neumática, de la cantidad de aire que quede en el cable, y de la posición de la fuga.

Este sistema está provisto de dispositivos para indicar automáticamente, los desen-sos peligrosos de la presión del cable, los cuales están distribuidos a lo largo de todo el cable.

Estos dispositivos llamados manómetros, están graduados para ser más sensibles, que en los otros sistemas convencionales.

### 2.1.2.- Sistema estático con productos químicos

Es empleado para la restauración de cables bajo tierra mediante un producto Gelox Compound, el cual es inyectado dentro del núcleo del cable, eliminando de esta manera el agua emposada dentro del mismo.

Una vez inyectado dentro del cable toma una consistencia gelatinosa resultando por lo tanto en cable permanentemente relleno de este compuesto que previene subsecuentes entradas de agua.

Gelox, es una sustancia gelatinosa de color verde de plástico suave, nunca se endurece completamente.

Un cable bajo tierra, con antecedentes de dificultades, es generalmente, una indicación de que hay agua presente en el núcleo del cable. El agua también puede ser detectada, usando la técnica de reflexión con radar.

La restauración de cables humedecidos, en el terreno usando el método de rellenado, crea un cambio permanente en las propiedades de transmisión del cable. el rellenado del núcleo aumentará la capacitancia apreciablemente sobre los valores dados por el fabricante, dependiendo de la efectividad del llenado. Esto resultará en un pequeño

porcentaje de aumento en atenuación y un cambio en las características de impedancia las ventajas del sistema Gelox son las siguientes:

- .- Se usa una sola inyección, no requiere el uso de ningún otro producto para limpieza previa.
- .- Es un material a base urethano que asegura larga duración a cables plásticos.
- .- Es miscible y al pasar a lo largo del cable para la absorción del agua.

El método mas eficiente de llenado es el de inyectar el compuesto en el centro de una sección de cable, llenando de esta manera simultaneamente ambos lados del punto de inyección o también por los extremos. Fig. 3y<sup>4</sup>. refiérase a la tabla I, para determinar el tiempo de llenado en horas.

La tabla II, cantidad de galones de Gelox, por 100 pies.

La tabla III, indica la presión de inyección de Gelox.

En la Fig. 5, se muestra la forma típica de aplicación de Gelox.



## 2.2.- SISTEMA FLUJO CONTINUO CONVENSIONAL

El sistema de protección con gas a flujo continuo, mantiene a los cables bajo presión con aire seco suministrado continuamente por un Compresor - Deseccador, estableciéndose un equilibrio, entre el gas suministrado y las pérdidas a través de la cubierta de los cables, siempre que éstas no sean superiores a unos determinados límites, manteniéndose constante la presión en el punto de admisión y siendo el descenso de presión, desde este punto al extremo del cable, dependiente del tamaño y número de fugas de gas. Fig. 6.

Como la máxima presión inyección está limitada, por la resistencia mecánica de la cubierta del cable, es necesario que en el extremo del cable la presión alcance el valor necesario para su protección. La fuga de mayor capacidad se ponen de manifiesto cuando aumenta el consumo del gas, para lo cual este sistema está provisto de dispositivos, que indican los descensos de presión del cable, los cuales colocados a lo largo del cable, accionan una alarma en la central, cuando dicho descenso está por debajo de un valor de seguridad determinado.

Este sistema no requiere una preparación tan extensa de la cubierta del cable, ni un control tan

riguroso del gas como en el caso de las secciones estancas, siendo el mas indicado para proteger las redes urbanas o de distribución, ya que debido al flujo continuo del gas, es posible mantener los cables a un valor de presión, que les proporciona protección completa, tolerando al mismo tiempo determinadas pérdidas lo que reduce el gasto de preparación de los cables, y lo hace el mas indicado para las redes de distribución, aéreas o subterráneas.

### 2.3.- SISTEMA DE FLUJO CONTINUO POR TUBERIA

El sistema de tubería, es un método para mantener una presión constante que sirva para proteger varios cables que sigan una misma ruta, mediante una tubería paralela de aluminio y poliofileno, que conduce el aire seco, desde el compresor-desecador de aire ubicado en la central—Fig. 7.

A intervalos de aproximadamente 6,000 pies a lo largo de la tubería, que conduce el aire seco cada cable, es inyectado.

La tubería de aluminio, ofrece baja resistencia al flujo de aire seco, y la caída de presión es solamente de 2 a 3 PSI. A una distancia de varias millas de la oficina central.

Esta baja caída de presión a lo largo de la tubería, acoplada con un repartidor de aire a los

cables, cada 6,000 pies de intervalo, es significativo, por que ello hace posible que grandes volúmenes de aire, sean liberados a niveles de presión sustancialmente altas a través de los cables, en que sea reducida progresivamente la presión, por la resistencia neumática de los cables, y por la distancia desde la oficina central o del compresor desecador.

Este sistema usa un panel de alarma en la oficina central e instala válvulas de prueba cada 3,000 pies, para medir la presión de los cables y también la presión de la tubería en este punto.

\*\*\*

C A P I T U L O   I I I3.- PRESURILACION DE CABLES A FLUJO CONTINUO CONVENCIONAL

El sistema de presurización de cables a flujo continuo es un método por el cual, mediante un compresor desecador, se mantiene los cables bajo presión con aire que es secado, comprimido e inyectado en forma continua. Este equipo constituye la reserva de gas que compensa las posibles pérdidas a través de las perforaciones de la cubierta y mantiene constantemente la presión en el punto de admisión. El descenso de presión, desde este punto, al extremo del cable, depende del tamaño, y número de las fugas.

3.1.- Información general

Definiciones de términos usados en el sistema de gas a presión a flujo continuo convencional.

3.1.1.- Inyector de aire seco (Airdryer)

Inyector automático cuyo objeto es secar el aire por alta compresión y congelación de la humedad.

3.1.2.- Contador (Air Rate Indicator)

Indicadores de medir los pies cúbicos de aire seco por hora.

3.1.3.- Válvulas de análisis (Analysis Valves)

Válvulas permanentes instaladas entre 100 y 300 pies entre ellas, con las cuales se calcula, la caída de presión, en los

cables y sirve para el sistema de análisis de flujo.

3.1.4.- Tubo de paso (By Pass)

Puente de tubo de plomo, plástico o cobre a través de un tapon o restricción en un cable.

3.1.5.- Válvula de paso

Con dos válvulas de prueba (By Pass Valve Dual Stem). Tubo de plomo, plástico o cobre a través de un tapón pero cuyo centro hay una válvula de paso la cual puede ser cerrada permitiendo tomar la presión en ambos lados a través de las válvulas de prueba.

3.1.6.- Contactor o alarma

Instrumento conectado al cable que produce en el par de alarma una señal a la oficina central, cuando hay una caída de presión mas baja a la cual fue ajustada.

3.1.7.- Punto final

Final del cable en relación al punto por donde se inyecta el aire a presión.

3.1.8.- Análisis de flujo (Flow Analysis)

Método para calcular la fuga de aire, analizando el flujo del gas, computando

La caída de presión y la resistencia neumática.

3.1.9.- Flujo de aire

Pies cúbicos de aire por hora "F" (Standard Cubic Feet Perhour S/C:F.H.)

3.1.10.- Resistencia neumática

Unidad para calcular la resistencia o pérdida de presión del interior del cable al flujo de aire a través.

3.1.11.- Gas

Aire seco o nitrógeno, usado en este sistema de gas a presión.

3.1.12.- Medidor de gas (Gas Meter)

Instrumento para medir el volumen total del gas en pies cúbicos a una presión determinada que se inyecta a los cables a sobrepresión continua.

3.1.13.- Sistema de gas a presión

Red de cables inyectandoles gas a presión, desde el mismo inyector a presiones mayores que la atmosférica.

3.1.14.- Gradiente

Gráfica de desplazamiento de presión de gas en sitio o sección específica de una red de cables trazada a escala, usando presión y resistencia neumática o presión y distancia en pies.

3.1.15.- Monitor

Detector de averías en una red telefónica y con instrumentos eléctricos que determinan la caída de presión o un flujo excesivo de gas.

3.1.16.- P.S.I.A.

(Poundo Per Square Inch Absolute) Libras por pulgada cuadrada absolutas. Es la suma de la presión atmosférica mas la presión que tenga el cable que registra el contactor.

3.1.17.- Caída de presión

Variante en la lectura de presión que se toma en distintos puntos a lo largo de la red de cables.

Estas variantes se deben a escapes, restricciones empalmes, etc.

3.1.18.- Fuente de presión

Instrumento o equipo que provee de aire comprimido y seco a la red de cables.

3.1.19.- Restricciones

Obstrucciones interiores totales o parciales que impiden el flujo de aire a través del cable.

3.1.20.- Constante de carga (K)

Es el volumen de gas, medido a la presión.

atmosférica que debe inyectarse al cable en una unidad de longitud, para que la presión se incremente en una unidad.

### 3.1.21.- Proyección a cero

Proceso de análisis de flujo donde la caída de presión entre las valvulas de análisis es proyectada por un gradiente o por computación matemática a un punto de cero presión, para obtener la distancia en pies o resistencia neumática a ese punto.

### 3.2.- PRINCIPIOS TEORICOS

Segun el tipo y manufactura del cable el 50% a 70% de su volúmen interior, está ocupado por aire. Los conductores dividen a este volúmen, en pequeños canales, a traves de los cuales y de las porosidades del papel puede moverse el gas.

Las características estructurales del cable determinan el número, tamaño y forma de los canales y por lo tanto su resistencia neumática; así tambien durante la inyección del aire a presión a los cables, suceden los efectos de la densidad, y velocidad del gas, como tambien la estabilización del flujo de aire y la consiguiente distribución de presiones:

Los conceptos del análisis de éste sistema son:



### 3.2.1.- Resistencia neumática

La razón entre el descenso de presión y gasto, a través de una longitud de cable dada, se denomina resistencia neumática

$$R_t = \frac{P}{F}$$

Donde: P= descenso de presión (PSI).

F= gasto (PIES CUBICOS)

$R_t$  = resistencia neumática total  
de longitud de cable considerado (U.R.N.)

La international telephone and telegraph Corporation, define la unidad de resistencia neumática como la resistencia que ofrece un cable de 1,000 pies de longitud y 1 pulgada de diámetro exterior, cuando inyectando gas, en régimen estabilizado, a una presión de una libra por pulgada cuadrada fluye por el otro extremo 1 pie cúbico a la hora.

La tabla IV indica los valores de resistencia neumática para los cables de aislamiento de papel y cubierta de plomo en una longitud de 1,000 pies.

La tabla V muestra los valores de resistencia neumática de cables con aislamiento de polietileno por cada 1,000 pies.

### 3.2.2.- Flujo estabilizado

Inicialmente el cable tiene aire a presión atmosférica y como el aire y el nitrógeno son comprensibles, debe transcurrir cierto tiempo para que se estabilice el flujo de gas y el gradiente de presión, pueda ser representado por una recta.

En la fig. 8 se representó el gradiente para distintos tiempos.

### 3.2.3.- Constante de carga "K"

Se denomina constante de carga del cable al volumen de gas, medido a la presión atmosférica que debe inyectarse a la unidad de longitud para que la presión se incremente en una unidad.

$$K = \frac{V}{Pa}$$

Donde: K= constante de carga

V= volumen por unidad de longitud

Pa=presión atmosférica.

El volumen de gas inyectado (G) a la presión atmosférica será:

$$G = KL (Pe - Ps)$$

Donde: K= constante de carga

L= longitud

Pe= presión de inyección

Ps= presión inicial del cable.

En cables con la misma estructura y conductores del mismo calibre la capacidad ( $V$ ), y la constante de carga ( $K$ ) son proporcionales a su sección y por tanto, al cuadrado del diámetro exterior. En cables con la misma estructura, y para un mismo diámetro exterior, la capacidad y la constante disminuyen conforme disminuye el calibre de los conductores.

#### 3.2.4.- Efectos de presión, densidad y velocidad

Los efectos de presión, densidad y velocidad del gas son diferentes y de acuerdo a su variación.

El gradiente de presión, es una línea recta entre el punto de admisión del gas a la presión  $P_e$ , y el extremo abierto del cable a la presión atmosférica  $P_a$ .

Sin embargo, la presencia de opturamientos parciales o de fugas producirán irregularidades en el gradiente.

Por la naturaleza del flujo del gas, a través del cable y el hecho de ser compresibles, pueden determinar la no linealidad del gradiente de presión, tomando la gráfica una forma cóncava respecto al punto de admisión.

Si la estructura del cable es uniforme en toda su longitud, la fricción o la resistencia, ofrecida por este al paso del gas, dependerá de la velocidad y densidad del gas en el cable.

La densidad del gas es proporcional a su presión absoluta.

Cuando la velocidad es baja el flujo es laminar, por lo que la fricción, es aproximadamente proporcional, a la primera potencia de la velocidad.

A altas velocidades el flujo es turbulento y la fricción es proporcional a la velocidad elevada a una potencia mayor que uno.

A bajas velocidades, los cambios de densidad y velocidad a lo largo del cable, en cada punto, son aproximadamente de la misma magnitud, por lo que se equilibran sus efectos y el gradiente resultante será una recta; o sea una línea como la 3 de la fig. 9.

Dado que la velocidad del gas aumenta conforme se aproxima a la fuga, debe esperarse el régimen sea turbulento en las proximidades de ésta.

Esto dependerá de la distancia al punto de admisión y de la presión que se inyecte. Como la curva 4 de la fig. 9.

### 3.2.5.- Distribución de presiones al producirse una fuga.

Al producirse una fuga el gas contenido en el cable fluye hacia dicho punto, escapando a la atmósfera. Esto trae como consecuencia que la presión en el interior del cable, no se mantiene uniforme en todo los puntos de la sección, sino que es mas baja, cuanto menor sea la distancia a la fuga, alcanzándose el mínimo en ese punto ( Fig 2 ).

El descenso de presión a lo largo del cable, depende del tamaño de la fuga, de la resistencia neumática de la cantidad de aire que quede en cable y de la posición de la fuga.

En el caso de que el cable se mantenga conectado a una reserva de gas (generador de aire seco), la curva presión - distancia tomará la forma como se indica en la figura 10.

El descenso de presión no influirá ,por ser ínfima cuando la averia es de un diámetro menor de 3mm.

### 3.3.- PRESION DE CONSERVACION

Para obtener la máxima protección el cable se mantiene a una presión media tan alta, como sea compatible, con la resistencia de la cubierta y protecciones del cable.

#### 3.3.1.- Cables subterráneos

La máxima presión que puede someterse sin riesgo a un cable subterráneo es de  $600 \text{ g / cm}^2$  a  $700 \text{ g / cm}^2$  a  $17^\circ\text{C}$ .

La mínima presión media requerida para dar un satisfactorio grado de protección, a cables subterráneos depende de la máxima altura probable de agua sobre el cable, la posibilidad de fugas pequeñas antes de que se ponga de manifiesto una fuga de mayor tamaño.

La experiencia indica que se obtiene una satisfactoria protección, si la presión en el extremo del cable mas alejado del compresor desecador es de unos  $150 \text{ g/cm}^2$ . Si hay combinación de cable aéreo y subterráneo la presión se mantiene a unos  $650 \text{ g/cm}^2$ , si el 50% o más, es subterráneo.

#### 3.3.2.- Cables aéreos

La presión de conservación máxima otorgada a los cables aéreos es de  $400 \text{ g/cm}^2$ ,

ya que la exposición a la humedad de los cable aéreos es menor, o no es tan grande, como la de los cables subterráneos.

Segun la experiencia, se obtiene una adecuada protección si la presión del extremo mas alejado del cable, al compresor de secador, no baja de  $100 \text{ g/cm}^2$ ; éste límite evita "la respiración" del cable y tambien da un cierto grado de protección si el cable se sumerge en el caso de derrumbamiento de la línea de poste o inundaciones.

Si hay combinaciones de cable aéreo y subterráneo, la presión se mantiene a unos  $400 \text{ g/cm}^2$ , si el 50% o mas es aéreo.

### 3.4.- NORMAS PARA COLOCAR ALARMAS, VALVULAS Y PUNTOS DE SELLOS

Las normas para colocar alarmas, válvulas de prueba y punto de sello o tapón se encuentran normalizadas y su uso es general en todas las compañías de telecomunicaciones.

#### 3.4.1.- Ubicación de alarmas

En principio las alarmas deberán ser ubicadas de tal manera que cubran en ambas direcciones del cable, un rango de 20 (veinte) unidades de resistencia neumática (U.R.N.).

#### 3.4.1.1.- Cables troncales

- 1.- Hasta 4,000m. una alarma al centro.
- 2.- De 4,000 m. a 12,000m. dos alarmas ubicadas a  $1/3$  y  $2/3$  de la distancia.
- 3.- Mas de 12,000 m., tres alarmas ubicadas a  $1/4$ ,  $1/2$ , y  $3/4$  de la distancia total.

#### 3.4.1.2.- Cables subterráneos y aéreos de distribución

Las alarmas se instalarán de manera, que cubran un rango de 20 U.R.N., en ambas direcciones y en el caso que se calcule mas de una alarma, la distancia entre dos alarmas instaladas, deberá corresponder a una longitud de cable, cuya resistencia neumática sea de 30 U.R.N. Se tratará de agrupar en lo posible las alarmas en una misma cámara con el fin de utilizar un solo par de hablar, con el que se comunica a el panel de alarma de la oficina central.



3.4.2.- Ubicación de válvulas

3.4.2.1.- En cables subterráneos.

Se instalarán a un promedio de 300m. o cada 4 cámaras.

3.4.2.2.- En cables aéreos

Se instalarán a cada 4 postes a un promedio de 200m. a 240m.

3.4.2.3.- En cada punto donde los cables cambien de capacidad.

3.4.2.4.- En la siguiente cámara o poste, donde se ha producido el cambio de capacidad.

3.4.2.5.- En cada punto donde se bifurca un cable

3.4.2.6.- En cada punto final de tramo de cable o ramificación.

3.4.2.7.- En el túnel de la oficina central.

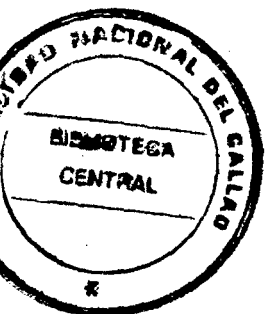
3.4.2.8.- En cada punto de alarma.

3.4.3.- Ubicación de sellos o tapones

3.4.3.1.- En cada muñón, lateral o terminal sin stub, que pueda producir una fuga de aire o gas.

3.4.3.2.- En cada punto final de tramo o ramificación de cable.

3.4.3.3.- En el túnel de la central.



3.5.- SÍMBOLOS DE PRESURIZACIÓN



SELLO O TAPON.



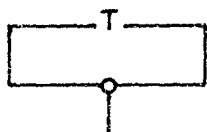
VALVULA DE PRUEBA .



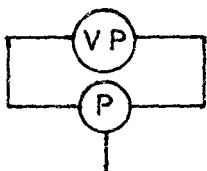
ALARMA DE PRESION DE CABLE SUBTERRANEO.



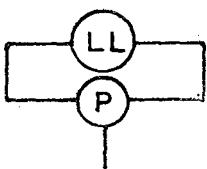
ALARMA DE PRESION DE CABLE AEREO.



TUBO DE PASO .



VALVULA DE PRUEBA Y DE PASO.



LLAVE DE PASO O VALVULA SIMPLE DE PASO.

### 3.6.- LOCALIZACION DE AVERIAS

Para localizar una averia en el cable, hay varios métodos, como gráficas, presión-distancia, presión-resistencia neumática, método analítico, detección por gas reactivo o por ultrasonidos, definiremos los principales y comunes.

#### 3.6.1.- Gráficas presión distancia - Rn.-

Una vez alcanzado el régimen permanente la curva, instantánea de variación de la presión del cable, con la distancia, alimentado por uno o los dos extremos, y con un punto intermedio de fuga del gas, es respectivamente una rama de parábola y una recta horizontal o dos ramas de parábola, Fig. 11.

Conocida la presión instantánea en varios puntos del cable, podemos estrapolar en la curva que obtengamos, y determinar así la ubicación de la falla por la intersección de las dos ramas parabólicas si estamos inyectando gas por los extremos o por la intersección de una rama de parábola con la horizontal, indicadora de la presión en la sección que no se inyecta si solo inyectamos gas por un extremo.

Con la serie de medidas de presión se representa gráficamente la curva presión distancia, tomando presiones en ordenadas y distancias en abcisas.

En el caso de que haya cambios en el número de pares o calibre del cable, se tomará en abcisas resistencia neumática, en lugar de distancia.

De este modo se eliminan los cambios de inclinación de la gráfica que tendría lugar, si se tomase en abcisas distancias en los puntos donde varían las características neumáticas del cable.

### 3.6.2.- Localización de una fuga por aproximación

Este método de determinar por aritmética el punto el punto aproximado del escape, elimina el error en delinear la gráfica pero no el error que pudiera haber por lectura de la presión.

Este método es solo aplicable a cables mantenidos con presión estática o en el caso de las troncales con presión por ambos lados.

### 3.6.3 .- Detección por gas radiactivo

La ventaja fundamental de este método consiste en la precisión extraordinaria con que permite localizar la fuga.

Primero, se procede a detectar la avería por alguno de los procedimientos anteriores, luego se inyecta gas radiactivo en dicho trozo de cable. El gas utilizado es bromuro de metilo radiactivo, cuyo periodo es de 35 horas con una actividad máxima de 10 milicuries. Se presenta envasado en botellas de cristal de unos 500 mililitros de capacidad, envoltura de plomo y dos válvulas.

Para inyectar gas se conecta una válvula al cable, y la otra a un suministro de gas seco a presión en general nitrógeno o aire seco, que lo empuje.

El terreno se explora con contador Geiger a unos 20cm. del suelo, siguiendo la dirección del cable, permitiendo localizar la fuga antes de abrir la zanja en area circular de unos 75cm. de diámetro, cuyo centro coincidirá con la avería.

sus inconvenientes es la dificultad de obtener el bromuro de metilo radiactivo, y

el peligro de las radiaciones, pues el operario durante las operaciones de inyección de gas y localización de la avería, está expuesto a ellas.

#### 3.6.4.- Detección por gas Freon

Se determina primero aproximadamente la avería por alguno de los métodos analíticos o gráficos y luego se procede a inyectar gas Freon por uno de los extremos de la sección de cable en prueba, a presión ligeramente superior a la del gas empleado para la protección dejando el otro extremo del cable abierto.

El Freon diclorodifluorometano, es un gas completamente inócuo e incombustible que hierve a  $-29.80^{\circ}\text{C}$ .

En los terrenos poco porosos se canaliza la salida del gas a la superficie clavando en el suelo, aproximadamente a lo largo del trazado del cable, varillas huecas espaciadas 2 ó 3m.

El detector aprovecha la propiedad del Freon de aumentar la emisión iónica de un electrodo de platino incandescente y permite detectar emanaciones de Freón.

La precisión obtenida es de el orden de

2mts. y despues de abierta la zanja la  
presición es del orden de los centímetros.

#### 3.6.5.- Detección por ultrasonidos

El detector de escapes de gas por ultrasonidos, Delcon Ultrasonic, capta el ruido producido al escaparse el gas a través de la perforación de la cubierta del cable, por detección de ultrasonidos de frecuencias del orden de 36,000 ciclos a 44,000 ciclos/seg. que transforma en sonidos perceptibles por el oído humano, eliminando al mismo tiempo los demas ruidos de tráfico, viento, conversación, etc. Este método es sumamente útil en la localización exacta en fallas de cables aéreos y en puntos accesibles del cable en canalización y enterrado.

\*\*\*\*\*

## C A P I T U L O   I V

### 4.-DISEÑO DE PRESURIZACION DEL CABLE C 3 2

#### 4.1.- CARACTERISTICAS TECNICAS

El cable C 3 2 , es un cable de distribución principal, cuyos conductores son de cobre electrolítico blando, con aislamiento de papel y cubierta de plomo con un diámetro de 0.405mm. por conductor, con una capacidad de 2,400 pares.

Empieza su recorrido en la central de Washington (cámara N°1) hasta la carretera panamericana norte, altura de la fábrica Volvo, con un recorrido de 8km. de cable subterráneo y 5kms. de cable aéreo. Su recorrido en forma de cable subterráneo es de la siguiente manera:

1,765mts. de cable calibre 26<sup>AWS</sup> de 2,400 pares de capacidad, con un diámetro exterior de 83 mm. y un peso aproximado de 7,400Kg/Km. y una resistencia neumática de 4.264 URN/Km.

1,791mts. de calibre 26<sup>AWS</sup> de 1,800 pares de capacidad, con un diámetro exterior de 73mm. peso aproximado de 5,600 Kg/Km. y una resistencia neumática de 5.248 URN/Km.

4,235mts. de cable calibre 26<sup>AWS</sup> de 900 pares de capacidad, con un diámetro exterior de 55mm, y un peso aproximado de 2,900 Kg/Km. y una resistencia neumática de 9.84 URN/Km.



## 4.2.- SELECCION DEL SISTEMA

### 4.2.1.- Criterio de estudio

Los criterios en que se funda la elección del sistema estático, del sistema clásico de flujo continuo, del sistema con tubería o de una combinación de éstos son, la estructura de la red de cables, el número diámetro y longitud de los cables que han de mantenerse bajo presión, el capital y la mano de obra disponible, etc. En los cálculos, hay que considerar que los cables subterráneos pueden estar sumergidos en el agua o en punto cualquiera, pero que normalmente, no están sometidos a alturas de agua superiores a 2.5m. El sistema de secciones estrancas, por los puntos considerados en 2.1.1, y siendo éste cable de distribución principal se encuentran en constante trabajo ya sea de empalme o transferencia, se requeriría una preparación previa del cable, demasiado costosa por lo que no es conveniente aplicar este sistema.

El sistema de flujo continuo por tubería, No es el mas apropiado, ya que el cable en su recorrido no es acompañado por

otros cables, como suceden en los recorridos de cables troncales y cables de enlace entre centrales.

El sistema de flujo continuo convencional por medio de un compresor desecador permite una tolerancia en el control de averías, permitiendo la realización de trabajos, ya sea empalmes o transferencias, al mismo tiempo un solo equipo compresor desecador puede ser utilizado para presurizar varios cables, que converjan en la oficina central dado que los a inyectar no requerirían ninguna preparación previa.

En la mayoría de los casos, éste sistema resulta mas practico y económico que el sistema estático, ya que los cables alimentados permanentemente con aire seco, estan mejor protegidos y son menos sensibles a los efectos de las fugas, ya que en un sistema de flujo continuo, el aire que se escapa por los orificios de la cubierta es inmediatamente reemplazado por el inyectado en el cable, por la fuente de gas comprimido, manteniendose siempre un volumen de gas de reserva.

#### 4.3.- DETERMINACION DEL EQUIPO INYECTOR

La experiencia enseña que el volúmen de gas necesario en la fuente de presión puede determinarse correctamente aplicando ciertas reglas empíricas. Para determinar el consumo de aire seco se estima un valor de 60 g/h o sea  $0.05\text{m}^3/\text{h}$ , por cable instalado, mas una reserva de potencia de 50% para casos de urgencia. Cuando el sistema de inyección es del tipo de tubería de alimentación debe duplicarse el flujo total de producción de aire seco determinado.

Otra regla para determinar el flujo de la fuente de aire seco consiste en calcular el kilometraje total de los cables y multiplicarlo por el consumo unitario medio, 8 g/h o sea  $0.007\text{m}^3/\text{h}$  por Km. de cable, antes de reparar la fuga.

Como las fugas se reparan despues del acoplamiento de la fuente de presión, el consumo desciende a 4 g/h o sea  $0.0035\text{ m}^3/\text{h}$  por Km. de cable.

Una vez determinado el consumo de aire seco de la red de cables considerados, se eligirá la fuente de aire comprimido cuya potencia se acerque mas a esta cifra.

El cable C32 , tiene un recorrido de 8Km. en forma subterránea, e inicia su recorrido en la central de washington, a la cual convergen cerca de

80 cables, los cuales en el futuro deben ser presurizados lo que requerirá gran volúmen de aire seco ya que estos cables presentan muchas averias de cubierta; ésto descarta la posibilidad de usar botellas de nitrógeno o aire seco; siendo a la vez lo mas indicado una máquina eléctrica compresora desecadora que proporcione aire seco en forma continua.

En nuestro caso:

Nº de cables = 80

Consumo = 0.05 m<sup>3</sup>/h

Reserva = 50%

(0.05 X 80 X 24) 1.5 = 144 m<sup>3</sup>.

Usaremos una máquina de la General Cable Division "PUREGAS" modelo 5,000 que tiene una capacidad de 5,000 S.C.F.D. (198m<sup>3</sup>).

Su temperatura de operación, máxima es de 49°C y mínima 6°C; puede producir una presión hasta de 15 PSIG y produce aire seco por debajo del 2% de humedad. Funciona a 230 vóltios, 60 Hz y 13 amperios, y presenta las siguientes ventajas:

- 1.- Disponibilidad de gas independiente de las dificultades en la fabricación y suministros
- 2.- Mayor flexibilidad para consumos imprevistos
- 3.- Estabilidad en el flujo sin necesidad de un control personal continuo.

4.- Mayor seguridad al eliminar movimiento de botellas.

5.- Menor espacio ocupado por el equipo.

Estas máquinas compresoras se presentan en diferentes modelos según la capacidad de producción de aire.

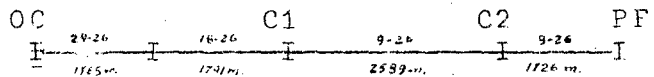
La "PUREGASCOMPANI" tiene sus modelos de M550, M1,500, M2,000, M3,500, M5,000, M8,400.

#### 4.4.- CALCULO DE ALARMAS, VALVULAS Y SELLOS.

##### 4.4.1.- Cálculo de alarmas

En principio las alarmas deberán ser ubicadas de tal manera que cubran un rango de 20 URN.

Para nuestro caso según el plano N°8799S.



$$C1 = 1.765 \times 4.264 + 1.791 \times 5.248 = 16.925 \text{ urn.}$$

$$C1 = 16.925 \text{ urn.} < 20 \text{ urn.}$$

$$C2 = 2.589 \times 9.84 = 25.4758 \text{ urn.}$$

$$\text{Pero: } C1 + C2 = 40 \text{ URN.}$$

$$C2 = 25.4758 < 40 \text{ urn.}$$

$$C2 = 1.726 \times 9.84 = 16.9884 \text{ urn}$$

$$C2 = 16.984 \text{ urn} < 20 \text{ urn.}$$

Tenemos dos alarmas instaladas para cubrir un rango de 20URN en ambos sentidos.

C1 = se ubicará en la cámara N°1049, y a una distancia de 3,556m. de la oficina central.

C2 = se ubicará en la cámara N°27 y a una distancia de 6,145m. de la oficina central.

#### 4.4.2.- Cálculo de válvulas

Segun lo considerado en 2.4.2., en un rango de 300m. colocaremos una válvula de prueba.

En cada punto donde los cables cambian de capacidad ó donde se bifurcan, colocaremos una válvula de paso.

en el plano N°3199-s, se indica la ubicación de las válvulas de acuerdo a lo indicado a continuación:

<u>O.C</u>	<u>V. PBA.N°1</u>	<u>C.N°1</u>
Rango 300m.	V. Pba.N°2	C.N°61
" "	" " N°3	C.N°354
" "	" " N°4	C.N°286
" "	" " N°5	C.N°297
" "	" " N°6	C.N°1028
" "	" " N°8	C.N°1031
" "	" " N°9	C.N°988
" "	" " N°10	C.N°1041
" "	" " N°11	C.N°1045

Rango 300m.	V. Pba.N°12	C.N°1048
" "	" " N°13	C.N°1049
" "	" " N°15	C.N°4
" "	" " N°16	C.N°7
" "	" " N°17	C.N°12
" "	" " N°18	C.N°16
" "	" " N°19	C.N°20
" "	" " N°20	C.N°23
" "	" " N°21	C.N°25
" "	" " N°22	C.N°27
" "	" " N°23	C.N°29
" "	" " N°24	C.N°31
" "	" " N°25	C.N°33
" "	" " N°26	C.N°36
C.Capacidad	V. Pso.N°7	C.N°1028
" "	" " N°6-2	C.N°340
" "	" " N°14	C.N°1049
Bifurcación	" " N°6-1	C.N°1028
"	" " N°14	C.N°1049
Punto final	V. Pba.N°27	C.N°39

4.4.3.- Ubicación de sellos o tapones.

Procedemos segun lo indicado en 3.4.3., en nuestro pl.no N°8799-s, se indica la ubicación de acuerdo a lo indicado a continuación:

Oficina central C.N°1

En muñon o lateral	C.N°60
" " " "	C.N°63
" " " "	C.N°64
" " " "	C.N°354
" " " "	C.N°192
" " " "	C.N°284
" " " "	C.N°275
" " " "	C.N°286
" " " "	C.N°300
" " " "	C.N°299
" " " "	C.N°297
" " " "	C.N°337
" " " "	C.N°338
" " " "	C.N°1028
" " " "	C.N°340
" " " "	C.N°673
" " " "	C.N°1042
" " " "	C.N°1045
" " " "	C.N°1049
En unto final	C.N°413
" " " "	C.N°39

\*\*\*\*\*



En muñon o lateral	C.N°60
" " " "	C.N°63
" " " "	C.N°64
" " " "	C.N°354
" " " "	C.N°192
" " " "	C.N°284
" " " "	C.N°275
" " " "	C.N°286
" " " "	C.N°300
" " " "	C.N°299
" " " "	C.N°297
" " " "	C.N°337
" " " "	C.N°338
" " " "	C.N°1028
" " " "	C.N°340
" " " "	C.N°673
" " " "	C.N°1042
" " " "	C.N°1045
" " " "	C.N°1049
En unto final	C.N°413
" " " "	C.N°39

\*\*\*\*\*

## C A P I T U L O V

### 5.- CONSTRUCCION

#### 5.1.- ELEMENTOS DE PROTECCION DEL SISTEMA

Son los materiales empleados tanto para la instalación de valvulas, sellos, alarmas, como para la inyección del gas, control de presión; que servirá para extender la protección del gas a la mayor distancia posible:

##### 5.1.1.- Adaptadores

Estos dispositivos se instalan directamente en el cable, para la instalación de válvulas, alarmas, ó para la construcción de tapones o sellos de resina. Hay dos tipos: "C" y "D". Fig. 12 y 13.

##### 5.1.1.1.- Adaptador "C"

Se emplea en la instalación de válvulas eventuales en la cubierta o empalmes. También pueden usarse con su tapón roscado para cerrar las perforaciones practicadas en la cubierta del cable durante las pruebas. Se instalan del modo siguiente:

- 1.- Limpiar con la rasqueta y cubrir de estearina el lugar elegido de la cubierta

de plomo del cable para la colocación del adaptador.

- 2.- Hacer un anillo de 3.5 cm, a 4 cm, de alambre de estaño con alma de recina y colocarlo sobre la cubierta en el lugar que se desee - instalar el adaptador.
- 3.- Colocar el adaptador sobre el anillo de alambre de estaño y mantenerlo en su posición con el sujetador, el muelle se contraerá para - equilibrar la tensión de las cadenas.
- 4.- Aplicar el soldador caliente en la parte superior del adaptador hasta que el estaño fluya y se adhiera uniformemente al rededor de él, y de la cubierta.
- 5.-,Separar la cubierta de plomo en el punto de la soldadura unos 3mm. de núcleo - de los conductores. Para ello roscar en el adaptador

el tornillo del separador.

6.- Roscar una válvula eventual y probar la soldadura.

7.- Practicar la perforación en la cubierta, através del adaptador con un taladrador.

8.- Roscar la válvula o tapón.

5.1.1.2.- Adaptador "D"

Se utiliza para la instalación de alarmas y para la construcción de tapones o op-turadores. Se instalan del modo siguiente.

1.- Limpiar con la masqueta y cubrir de estearina el lugar elegido de la cubierta de plomo del cable o manguito para la colocación del adaptador.

2.- Taladrar la cubierta o manguito teniendo cuidado para no dañar el aislamiento de los conductores.

3.- Eliminar las rebabas al

taladrar.

4.- Roscar la base del adaptador.

5.- Soldar el adaptador con alambre de estaño con alma de resina y una vez frio separar la cubierta 1.5mm. aproximadamente, del núcleo de conductores con el separador.

#### 5.1.2.- Valvulas

Las válvulas son dispositivos que se instalan en el cable, para medir su presión interior y para inyectar el gas nitrógeno o aire, en los trabajos de localización de averías. Hay dos tipos: Fijas y eventuales.

##### 5.1.2.1.- Valvulas fijas

Estas válvulas se instalan con carácter permanente en determinados empalmes del cable y a una distancia conveniente para disponer en todo momento de puntos de inyección de gas y para

realizar las medidas de presión del cable en estos puntos. Se colocan del modo siguiente:

- 1.- Se perforarán el manguito de empalme con el taladrador a unos 10cm del extremo.
- 2.- La válvula a la que previamente se habrá desmontado el obús, se atornillará en la perforación del manguito usando la terraja a modo de llave soldando a continuación su base al mismo. Fig. 14.
- 3.- Una vez fría se montará el obus y se probará éste y la soldadura con solución de jabon.

#### 5.1.2.2.- Válvulas eventuales

Se instalan en los adaptadores "C" para proveer al cable de puntos temporales de admisión de gas y de me-

dida de la presión para localizar las averías. Fig. 15. En caso de cables cargados de gas, inmediatamente después de practicar la perforación se retirará el taladrador y se atornillarán la válvula en el adaptador para evitar en lo posible la pérdida de gas.

#### 5.1.3.- Taponos o Opturadores

Los Opturadores son dispositivos que cierran neumáticamente el cable. Se instalan en los extremos del cable y sus derivaciones para evitar pérdidas de gas.

Existen dos clases de Opturadores, unos que funcionan permanentemente y otros provistos de un tubo de paso, para permitir la circulación de gas, y solamente opturan cuando se cierran por medio de una válvula dispuesta en dicho tubo de paso.

Los materiales a emplearse para la construcción de opturadores en cables con aislamiento de papel y cubierta

de plomo son los siguientes:

Compuesto Opturador, Resina Epóxida, Manga de Plomo, (para el opturador), Adaptador "D" (para acoplar el inyector), Tapon Roscado del latón (para cerrar el adaptador), Codo (para conectar el inyector al adaptador), Palitos de madera naranjo, Inyector, Tubo de plomo, Unión "T" , Valvulas de paso y Termómetro de Mercurio.

Para la construcción de opturadores hay tres métodos siguientes:

5.1.3.1.- Método de inyección en la cubierta

Consiste en inyectar el compuesto opturador en el cable a través de los adaptadores instalados en la cubierta del mismo. Se pueden construir horizontal o verticalmente como también en las partes curvas del cable, teniendo en cuenta que la distancia al empalme más próximo no debe ser inferior a 75cm., para evitar toda



posibilidad de que la resina fluya a su interior.

Ver figuras N°16 y 17.

#### 5.1.3.2.- Método de inyección en el manguito

Este método se emplea en cables de diámetro exterior superior a 41mm., situados horizontal o verticalmente teniendo en cuenta que la distancia al empalme más próximo no sea inferior a 50cm.

Se levanta un trozo de 20cm. de cubierta y el papel o cinta de algodón que cubre el núcleo de conductores de modo que sobresalgan unos 2cm. a ambos lados de la cubierta de plomo. Fig.18.

#### 5.1.3.3.- Opturadores con puente de paso

Se siguen las normas anteriores y una vez terminado el opturador, se instalará un adaptador "D" en la cu-

bierta de cada lado a unos 50cm., de los extremos del opturador atornillando en en cada uno una unión "T" Se prepara el tubo de paso, constituido por un tubo de plomo de 6.5mm. de diámetro interior y una válvula de pase y luego se suelda en las ramas no roscadas de la unión "T" . Las ramas roscadas se cierran con una válvula eventual. FIG. 19.

#### 5.1.4.- Alarmas

Llamadas manostatos, se instalarán a lo largo de la ruta del cable accionando una alarma en la central, cuando su presión cae por debajo del valor de seguridad.

Existen 2 clases: para cable aéreo, uno que se fija directamente a la cubierta del cable y otro que se puede usar en la pared o

poste, y alarma para cable subterráneo. en nuestro caso usamos alarmas subterráneas que son totalmente estancas y estan protegidas contra la accion del agua, estan provistas de un tubo de cobre recubierto de estaño, en cuyo interior van alojados el par de alarma y el par de conversación. Fig. 20.

La instalación de las alarmas subterráneas se realiza de la siguiente forma:

- 1.- Primero se soldará los extremos de los conductores del interior del tubo de cobre a un alambre guia, luego se levantará la tapa y se recuperan desde el manostato 50cm. de los 4 conductores y se cortará el tubo a 20cm. del extremo.
- 2.- Se abrirá el manguito del empalme al que se vaya a instalar el manostato y se empalman los pares de alarma y conversación.
- 3.- Seguidamente se acopla un manguito de plomo de tamaño superior al que tuviera con anterioridad al empalme. previamente se le habrá soldado un adaptador "D" que coincida con el pun

to de salida, el vendaje de muselina del cordel y del alambre guía pasando a continuación éstos através del adaptador.

4.- Una vez frio el manguito se tirará primero del alambre guía y despues del cordel hasta que salgan por el adaptador los conductores, empalmando los conectados a los pares de alarma y conversación del cable a los correspondientes del manostato.

5.- Los empalmes se colocarán escalonadamente y los conductores se doblarán y atarán con un cordel cortando el extremo de éste a 10cm. de la ligadura. Despues se introducirán de nuevo en el manguito através del adaptador. El adaptador se cerrará con una válvula eventual.

## 5.2.- EQUIPO INYECTOR

La fuente de alimentación está constituida por un equipo compresor desecador.

### 5.2.1.- Funcionamiento

#### 5.2.1.1.- Principio de secado de aire.

El del ambiente se comprime a varias atmósferas y se almacena en un tanque donde se enfría a una temperatura a penas superior a 0°C. La temperatura de trabajo se mantiene mediante un sistema de refrigeración controlado por un termostato. Como resultado de la compresión y refrigeración el 98% , del vapor de agua presente en el aire se condensa y se pulsa al exterior.

posteriormente hay una nueva reducción de la humedad relativa del aire durante su expansión al pasar del tanque a alta presión a los cables mantenidos a baja presión. Este proceso puede eliminar la humedad relativa ambiente desde

el 100% a altas temperaturas  
a menos del 2% a 21°C.

#### 5.2.1.2.- Circuito del aire comprimido

El aire ambiente pasa a través de un filtro, silenciador y válvula de succión al cilindro del compresor y se descarga ya a presión a través de la válvula de descarga pasando por el cambiador en el tanque. La válvula de succión permanece abierta durante la admisión del aire y cerrada en la compresión. Cuando la cantidad de aire suministrado es superior al consumido por los cables, siendo en este momento la presión del tanque 10.5 Kg./ Cm<sup>2</sup>, la válvula piloto de sobrecarga mantiene abierta automáticamente la válvula de succión impidiendo así la compresión del aire y deja de actuar sobre ella cuando la presión del mismo desciende a 9.5Kg./Cm<sup>2</sup>. El compresor trabaja en vacío mien-

tras la válvula de succión permanece abierta.

El tanque contiene un Serpentin que enfria el aire condensando así el vapor de agua. El agua condensada se expulsa mediante el extractor cada vez que el compresor inicia o interrumpe el suministro de aire al tanque, desaguando al exterior a través de la cámara de expansión.

El aire comprimido del tanque, pasa por un filtro y por el cambiador del calor, refrigerando al aire que suministra el compresor, y a continuación, al regulador, que reduce la presión al valor deseado. Con esta reducción de la presión disminuye la humedad relativa del aire. Fig. 21.

El aire seco ya a baja presión sale al exterior pasando por las alarmas de presión y de humedad. La primera actúa cuando

la presión sobrepase los límites a que haya sido ajustada y la segunda cuando la humedad relativa alcance el 10% a 21°C.

#### 5.2.1.3.- Sistema de refrigeración

El compresor de refrigeración comprime al gas freon 12, y lo descarga en un radiador enfriado por un ventilador. Este ventilador solo funciona cuando lo hace el compresor.

El freon ya líquido después de esta compresión y enfriamiento fluye a través de un tubo capilar en el serpentín del tanque. El tubo capilar regula el flujo del freon en el serpentín. Aquí el freon hierve absorbiendo calor del aire comprimido y retorna gasificado al compresor repitiéndose el ciclo. El funcionamiento del compresor y ventilador está controlado por un termostato sincronizado, para que se ponga en marcha al llegar la temperatu-



ra del tanque a  $5.5^{\circ}\text{C}$ . y pare  
a  $-1^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.2.2.- Instalación del compresor desecador

No debe situarse en la galería de entrada de cables en la central, por que entorpecería el tendido de los cables además del riesgo de ser inmundada por el agua o vapores corrosivos que puedan entrar por los conductores de la canalización de entrada.

La pérdida de carga en los tubos de conducción aumenta al aumentar el gasto el gasto. Este es relativamente alto entre el generador, y el panel y bajo entre el panel y los cables; por lo que la distancia entre el generador y el panel será lo más corta posible, normalmente no mas de 3m. La distancia entre el panel y los cables es normalmente mucho mas larga asta unos 30m.

tambien no debe instalarse en lugares donde la temperatura puede ser inferior a  $5^{\circ}\text{C}$ . y a menos de 30cm. de la pared para permitir la libre circulación del aire y tener acceso a la parte posterior.

#### 5.3.- DISPOSITIVOS UBICADOS EN LA CENTRAL

5.3.1.-

### 5.3.- DISPOSITIVOS UBICADOS EN LA CENTRAL

#### 5.3.1.- Obturadores

En la galería de entrada de cables se debe obturar todo los cables a proteger diendo este punto inicial de la longitud del cable a proteger mediante el gas a presión. Fig 22..

#### 5.3.2.- Conducción del aire seco a los cables

La conducción del aire seco desde el panel de medición de flujo hasta los cables, es por medio de un tubo de politeno (polior) 1/4"  $\phi$  exterior (6.3.5mm.).

La conexión del panel y la salida de aire a baja presión de el compresor desecador, se efectúa por medio de un tubo de cobre.

#### 5.3.3.- Válvulas

En la galería de entrada de cables, se instalan válvulas, una despues del obturador, y otra despues de la conexión del tubo politeno al cable. Fig. 23.

#### 5.3.4.- Compresor desecador

La distancia entre el compresor y el panel de flujo no puede ser mayor de 3m, y de éste a los cables hasta 30m.

#### 5.3.5.- Alarmas

Se instala una alarma para cada cable en

la mesa de prueba que funciona de acuerdo a los contactores colocados a lo largo de la ruta del cable.

#### 5.4.- DISPOSITIVOS UBICADOS EN LA RUTA DEL CABLE

##### 5.4.1.- Obturadores

Se instalan en los terminales de las cajas de conexión y en todas las derivaciones del cable principal y en sus extremos

##### 5.4.2.- Válvulas

Se instalan en todo los empalmes del cable principal con los de distribución y donde haya una alarma, en donde varia el calibre o capacidad del cable se instala una válvula. Fig 23.

##### 5.4.3.- Alarmas

Se instalará una alarma que funcione en un rango de 20U.N.R. y se conectará a un par del cable, que no sea cargado hasta el panel de alarma de cables ubicado en la central Fig. 24.

\*\*\*\*\*

## C A P I T U L O VI

### 6.- METRADOS Y PRESUPUESTOS

Usualmente las administraciones telefónicas , encargan al departamento de construcción de planta externa la ejecución de los trabajos correspondientes a la presurización de cables, para lo cual autoriza un presupuesto específico, que cubre los gastos necesarios, para realizar éstos trabajos.

El cálculo del costo o presupuesto específico, se calcula básicamente de acuerdo a la mano de obra de hombre-hora, y la cantidad de material a usarse para realizar dichos trabajos.

#### 6.1.- MATERIALES

La cantidad de materiales necesarios, para instalar una válvula, un tapón, alma, etc., por experiencia es estandar y en algunos casos su variación es ínfima, según se trate de un cable de cubierta de plomo o de cubierta de polietileno; así tenemos que para un cable de cubierta de plomo los materiales necesarios son:

##### 6.1.1.- Material para válvulas

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
Válvula de prueba tipo P	1c/u
Válvula de paso	" "
Válvula tipo C	" "
Adaptador D	" "

6.1.2.- Material por sello o tapon

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
Sellador recina NBR 11	8 c/u
Cinta aislante 1/2"	2 Ro.
C.Aste.negra 3/4x66ps.	2 Ro.
Agujas de canalización P9	6 c/u
V.de inyección scoth P1	1 c/u
Boquilla inyección Scot:P5	8 c/u
C.espaciadora scotch P3	2 Ro.
C.restriptora scotch P4	2 Ro.
Scotch cast P45	2 Ro.
Soldadura 40/60	200Gr.
Soldadura patente 50/50	100gr.
Adaptador "D"	2 c/u
Codo de cobre	2 c/u
Estearina	30gr.

6.1.3.- Materiales para puente de paso

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
Tubo de plomo 1/4" ø	6m.
Union "E"	2 c/u
Válvula de paso	1 c/u
Adaptador "D"	2 c/u
Soldadura	20gr
Estearina	20gr
Válvula eventual	2 c/u
Tapon roscado	2 c/u

6.4.- MANO DE OBRA UTILIZADA PARA EL CABLE C32

De acuerdo a lo indicado en 6.2, y en nuestro plano N°8799-S, tenemos:

<u>Descripción trabajo</u>	<u>Cdad.</u>	<u>H/H.</u>
Sello de inyección	25	500
" " gravedad	7	70
Válvula de prueba	26	260
" dual	4	120
Contactor	2	40
Inyección de equipo	1	10
Carga denaje	1	40
Puente de paso	14	168
Placa, identificación	1	2
" bja presion	1	2
Chequeo del recorrido	1	140
Seguridad	20%	270
TOTAL GENERAL.....	1622	horas.

Para presurizar el cable de distribución C32 de la oficina central de Washington, en todo su recorrido subterráneo se emplearán 1,622 Horas.

Este trabajo ejecutado en horas normales por la sección de presurización corresponde a 4 semanas de trabajo.

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

N° DE PARES	-	CALIBRE	LONGITUD A LLENAR (PIES)					
			50	100	150	200	250	300
100 a 300 Pts	-	CALIBRE 19	0.5	0.5	1.	1.5	2.	3.
100 Pts.	-	CALIBRE 22	0.5	2	4			
200 a 600 Pts	-	CALIBRE 22	0.5	0.5	1.	1.5	2.	3.
100 Pts	-	CALIBRE 24	1	2	4			
200 Pts	-	CALIBRE 24	0.5	1	2	3	4	
400 a 900 Pts	-	CALIBRE 24	0.5	0.5	1	1.5	2	3
100 Pts	-	CALIBRE 26	2	4				
200 Pts	-	CALIBRE 26	1	2	4			
500 Pts.	-	CALIBRE 28	0.5	1.	2.	3.	4	
600 a 900 Pts	-	CALIBRE 28	0.5	0.5	1.	1.5	2	3

TABLA I

El Tiempo de llenado en horas, según la longitud, N° de Pares y Calibre.

N° DE PARES	CALIBRE			
	19	22	24	26
25	2	1	1	1
50	4	2	2	1
100	7	4	3	2
150	10	5	4	2
200	13	7	5	2
300	20	10	7	4
400	-	13	8	-
600	-	16	12	-
900	-	-	15	12

TABLA 31

1.- Galones de Gelox para una longitud de 100 Pies según el N° de pares y calibre de cable.



N° DE PARES	CALIBRE	TEMPERATURA DEL TERRENO °F				
		40°	50°	60°	70°	80°
100 Psa.	CALIBRE 26	80	75	70	65	60
200 Psa.	CALIBRE 26	70	65	65	60	55
300 Psa.	CALIBRE 26	65	65	60	55	48
400 Psa.	CALIBRE 23	60	60	55	50	48
500 Psa.	CALIBRE 23	60	55	53	48	40
600 Psa.	CALIBRE 26	55	50	50	45	40
100 Psa.	CALIBRE 24	85	80	75	70	65
200 Psa.	CALIBRE 24	78	70	70	65	60
400 Psa.	CALIBRE 24	65	65	60	55	50
600 Psa.	CALIBRE 22	70	65	65	65	50
900 Psa.	CALIBRE 22	65	60	60	55	50

TABLA III

1.- Presión de inyección Gelox Libras / Pulgada Cuadrada según temperatura del terreno, N° de Pares y Calibre.

RESISTENCIA NEUMATICA POR 1000 PIS

CABLE DE AISLAMIENTO DE PAPER

Nº DE FARES	CALIBRE			
	19	22	24	26
2 4 2 4				1
2 1 2 1				1.3
1 8 1 8				1.6
1 2 1 2			1.5	2.2
9 0 9		1	1.9	3.
6 0 6		1.5	2.5	4.5
4 0 4	0.8	2	4	6.
3 0 3	1	3	5	7.5
2 0 2	1.5	4	8	11.5
1 0 1	3	7.5	13	20
5 1	6	15	20	40
2 6	10	25	40	50

TABLE IV

RESISTENCIA NEUMATICA POR 1,000 PIES

PARA CABLES DE AISLAMIENTO PLASTICO

Nº DE PARES	CALIBRE			
	19	22	24	26
900			0.2	0.6
600		0.2	0.3	0.5
400		0.3	0.5	1.2
300	0.1	0.4	0.7	1.7
200	0.2	0.6	1.1	2.5
100	6.5	1.2	2.1	5
50	1.1	2.7	5	10

Tabla

LONGITUD EN METROS PARA UNA RESISTENCIA DE 20  
U.R.N. (CABLE DE AISLAMIENTO DE PAPEL)

Nº DE PARES	CALIBRE			
	19	22	24	26
2424				6097
2121				4692
1818				3813
1212			4067	2772
909		6100	3210	2033
606		4067	2440	1355
404	7525	3050	1525	1017
303	6100	2033	1220	613
202	4067	1525	763	530
101	2033	813	469	305
51	1016	407	305	153
26	610	244	153	122

Tabla VI

SISTEMA ESTÁTICO A GAS O SECCION ESTANCA

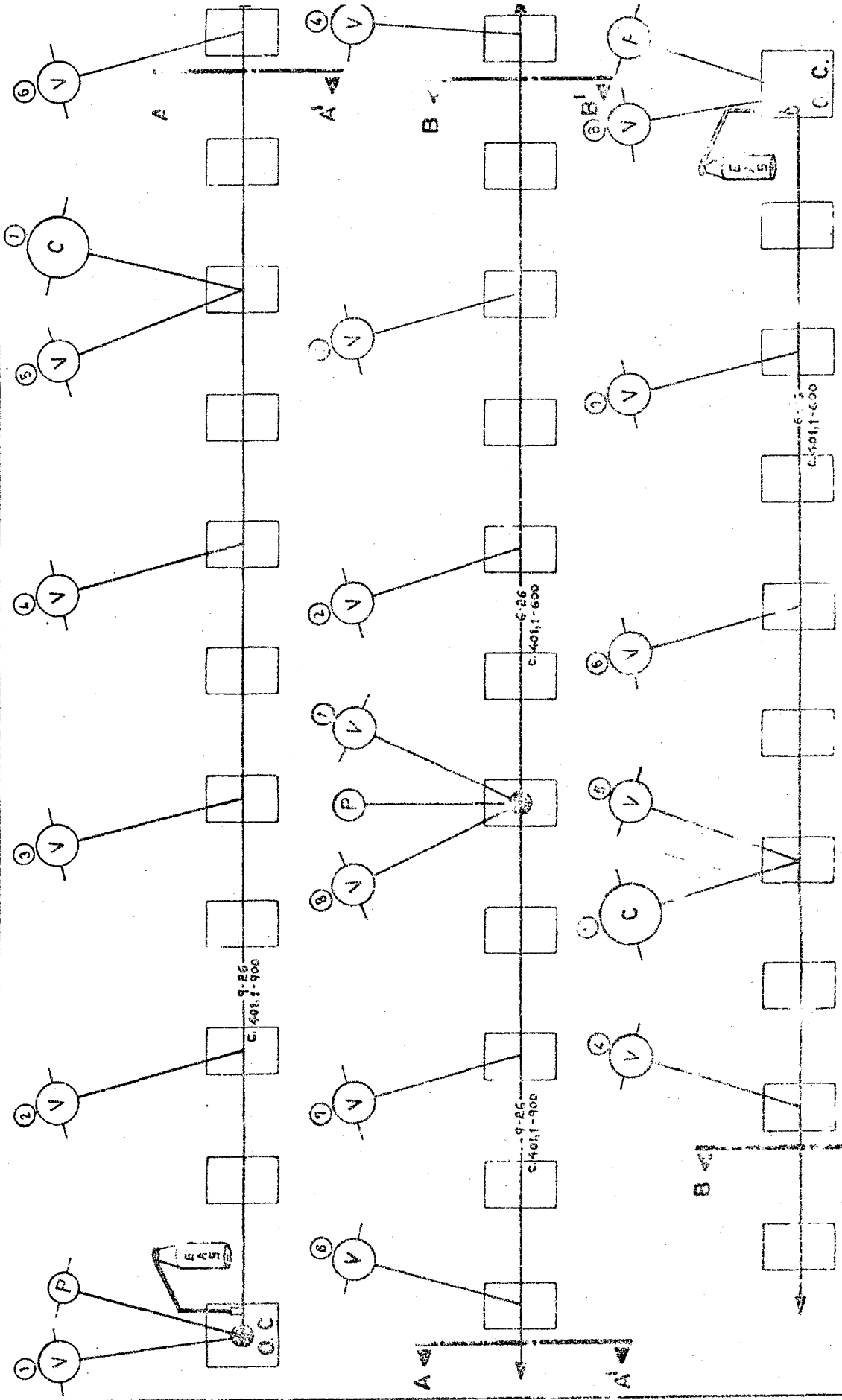


FIG. - 1 -

GRAFICA DE UNA FUGA

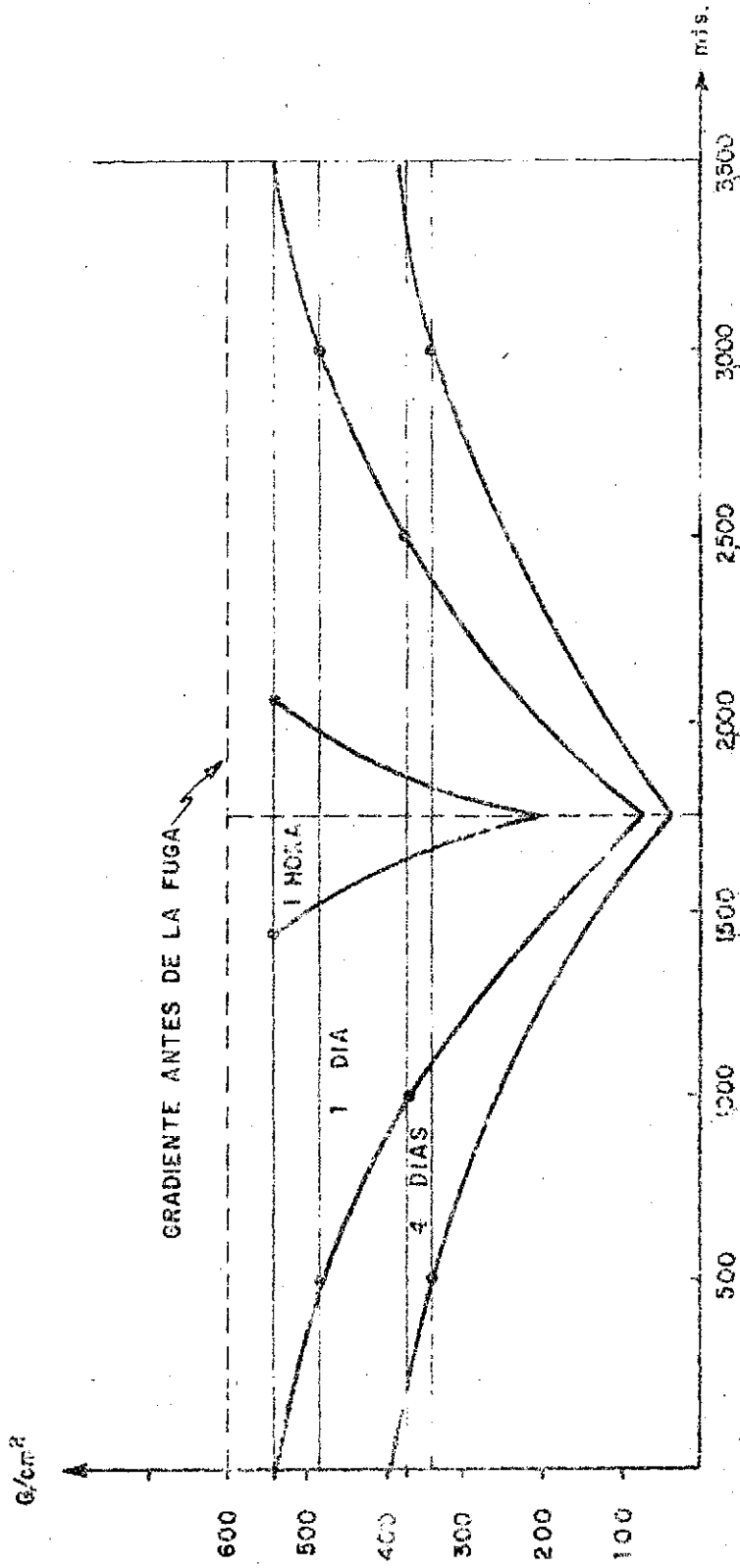
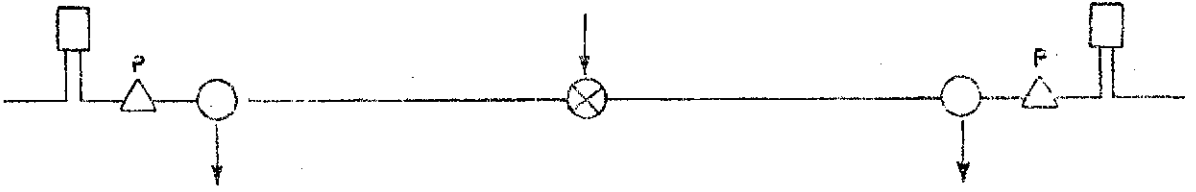
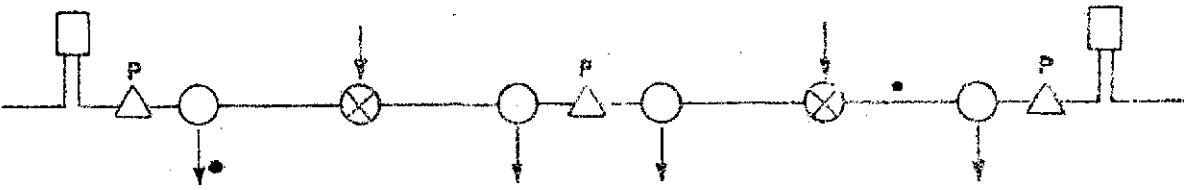


FIG. - 2 -

INYECCION DE GELOX




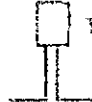


LLENADO DE DOS SECCIONES DESDE UN PUNTO CENTRAL

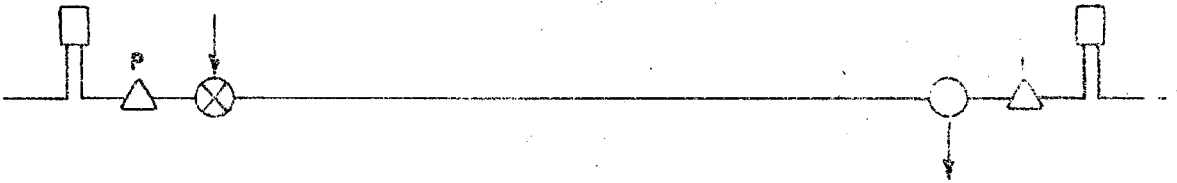


LLENADO DE CUATRO SECCIONES DESDE DOS PUNTOS CENTRALES

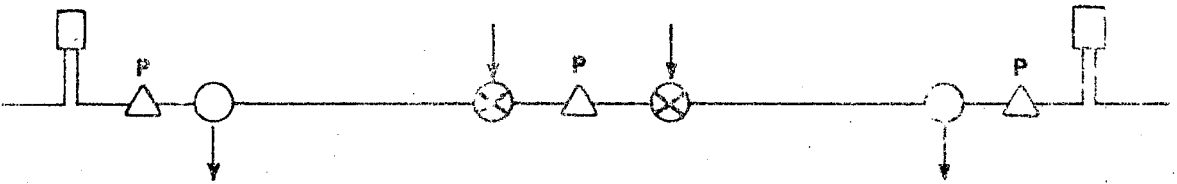
SIMBOLOS

 PUNTO DE INYECCION	 ABERTURA DE DESCARGA	 TAPON	 TERMINAL
--	--	---	--

INYECCION DE GELOX



LLENADO DE UNA SECCION POR LOS EXTREMOS



LLENADO DE DOS SECCIONES POR LOS EXTREMOS

SIMBOLOS




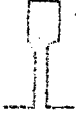
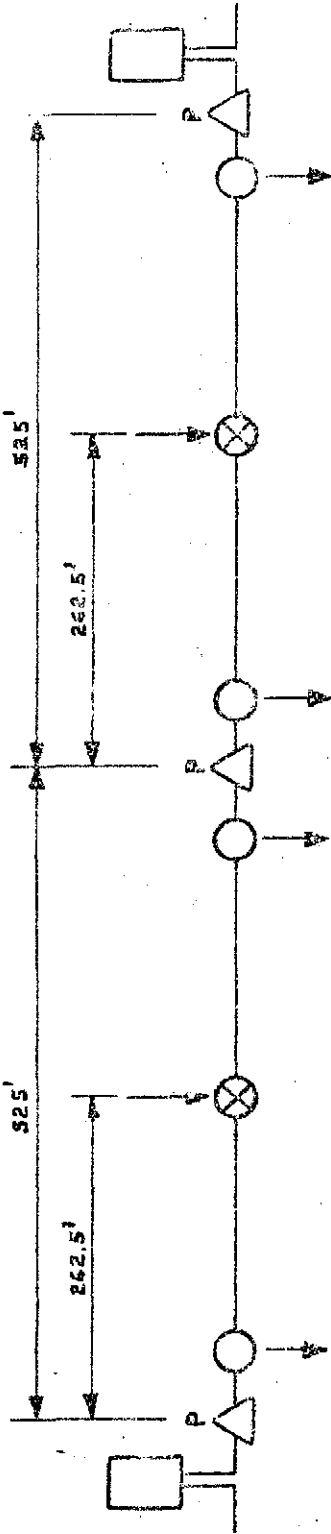
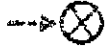



 PUNTO DE INYECCION	 ABERTURA DE DESCARGA	 TAPON	 TERMINAL
---	--	---	--

FIG. - 4



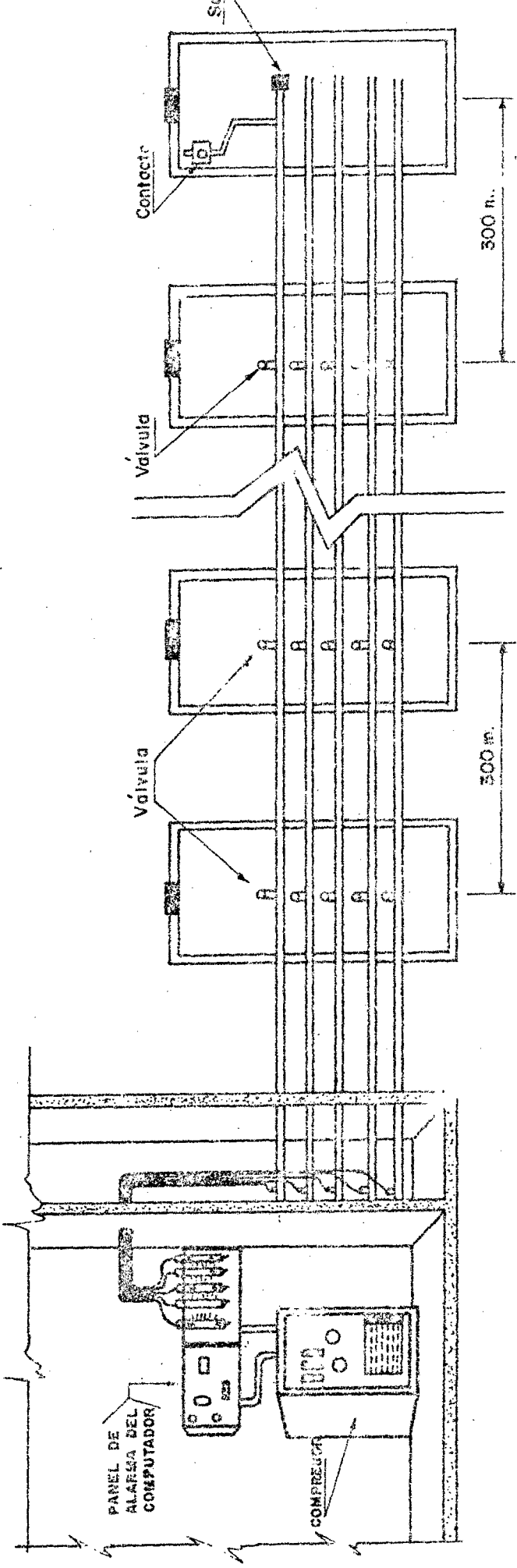
APLICACION TIPICA DEL GELOX COMPOUND



SIMBOLOS			
	FUNTO DE INYECCION		ABERTURA DE DESCARGA
	TAPON		TERMINAL

**SISTEMA DE FLUJO CONTINUO CONVENCIONAL**

**OFICINA CENTRAL**



**FIG. 6**

# SISTEMA DE FLUJO CONTINUO POR TUBERIA

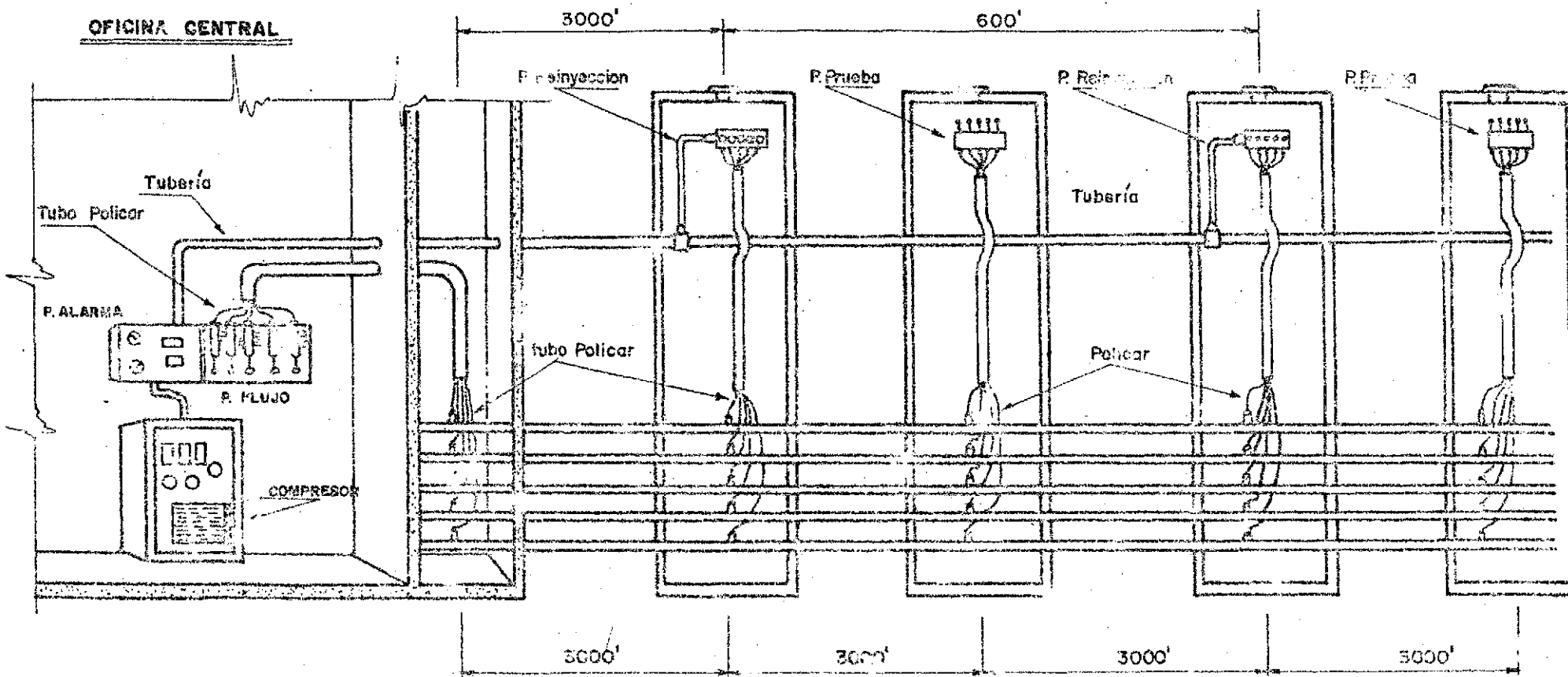


FIG. 7

GRADIENTE DE PRESION

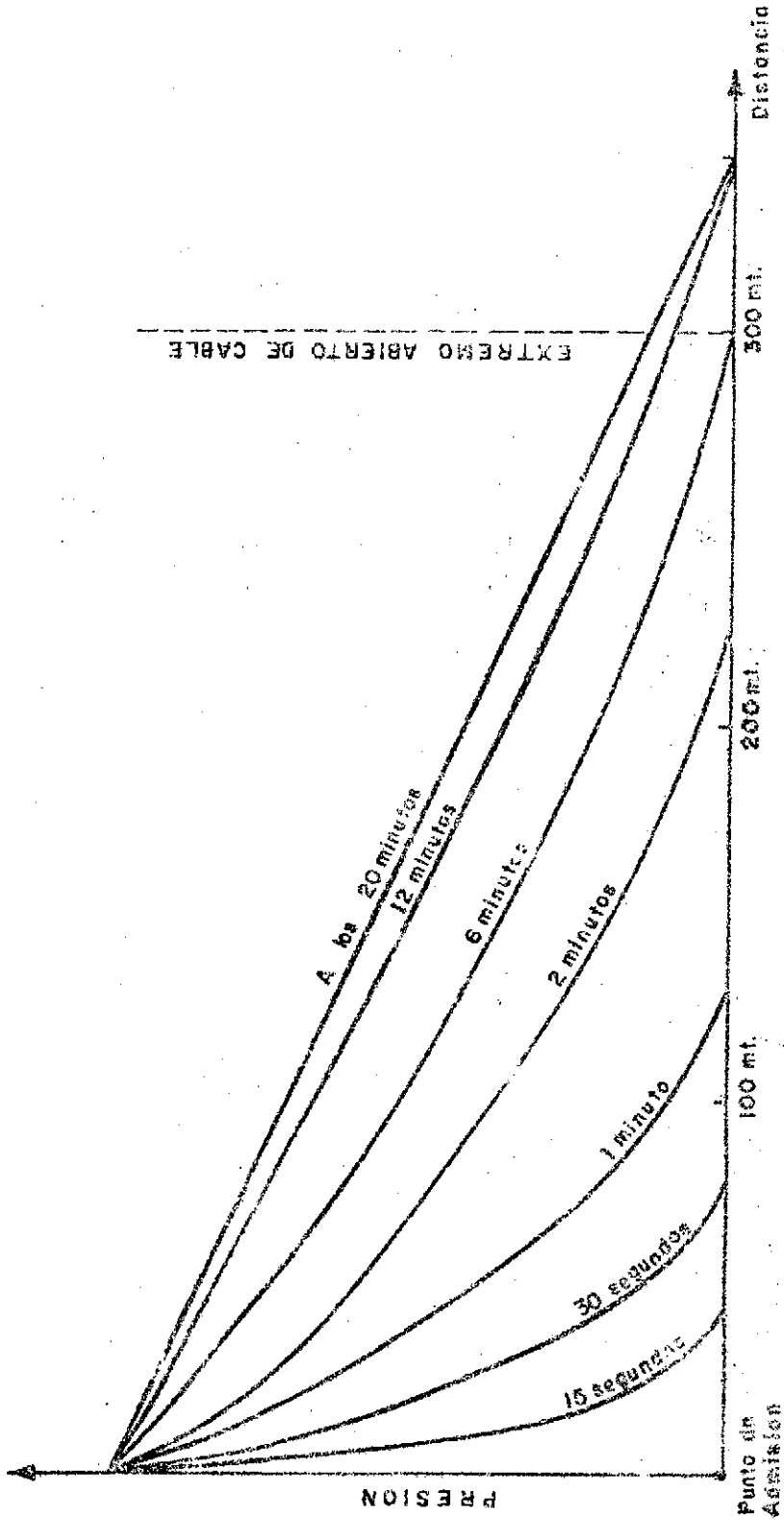
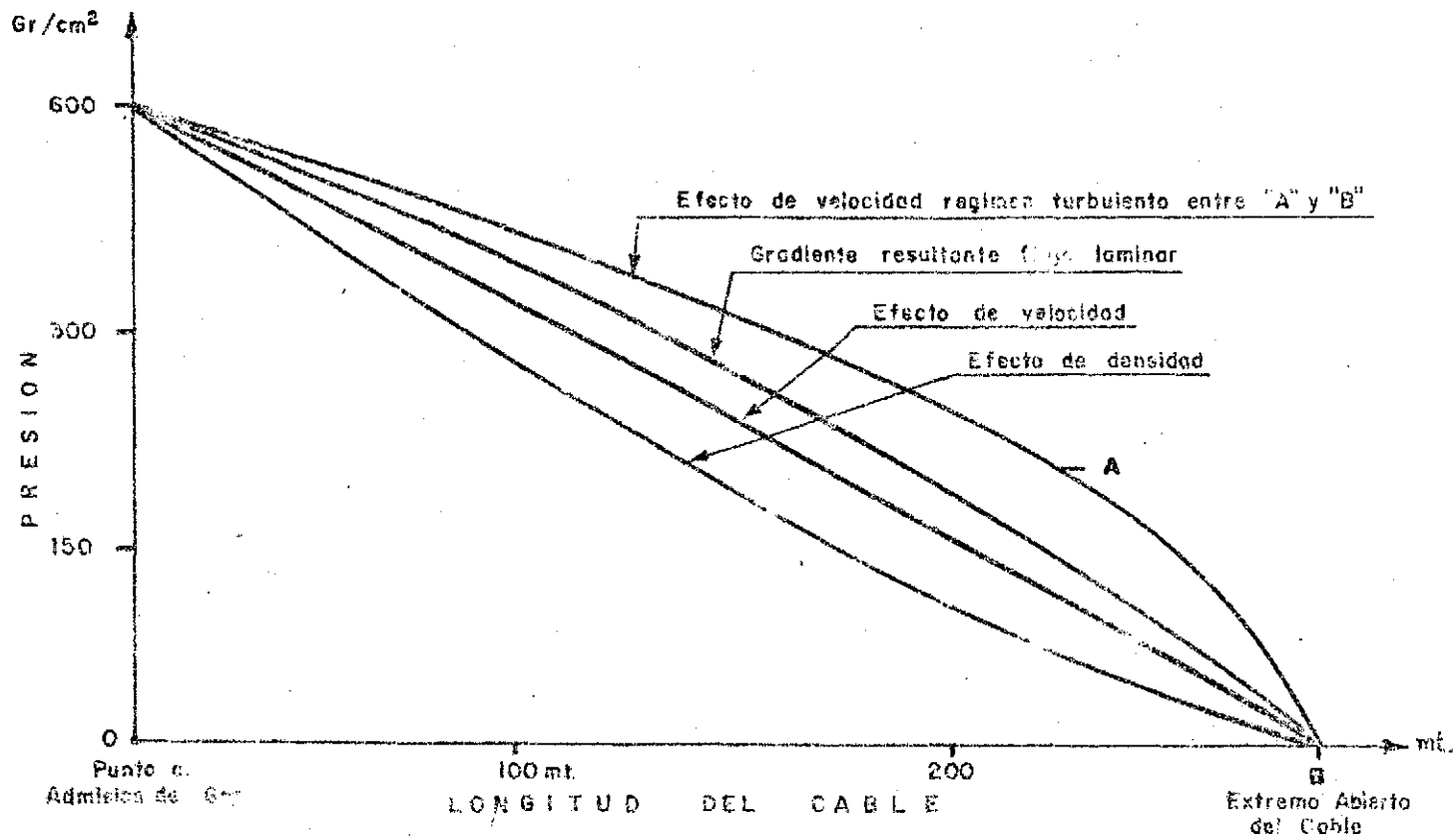


FIG. - 8 -

E F E C T O S   D E   P R E S I O N   D E N S I D A D   Y   V E L O C I D A D   D E L   G A S



F I G . - 9 -

DISTRIBUCION DE PRESIONES EN UNA FUGA

CASO : El cable se mantenga conectado al compresor.

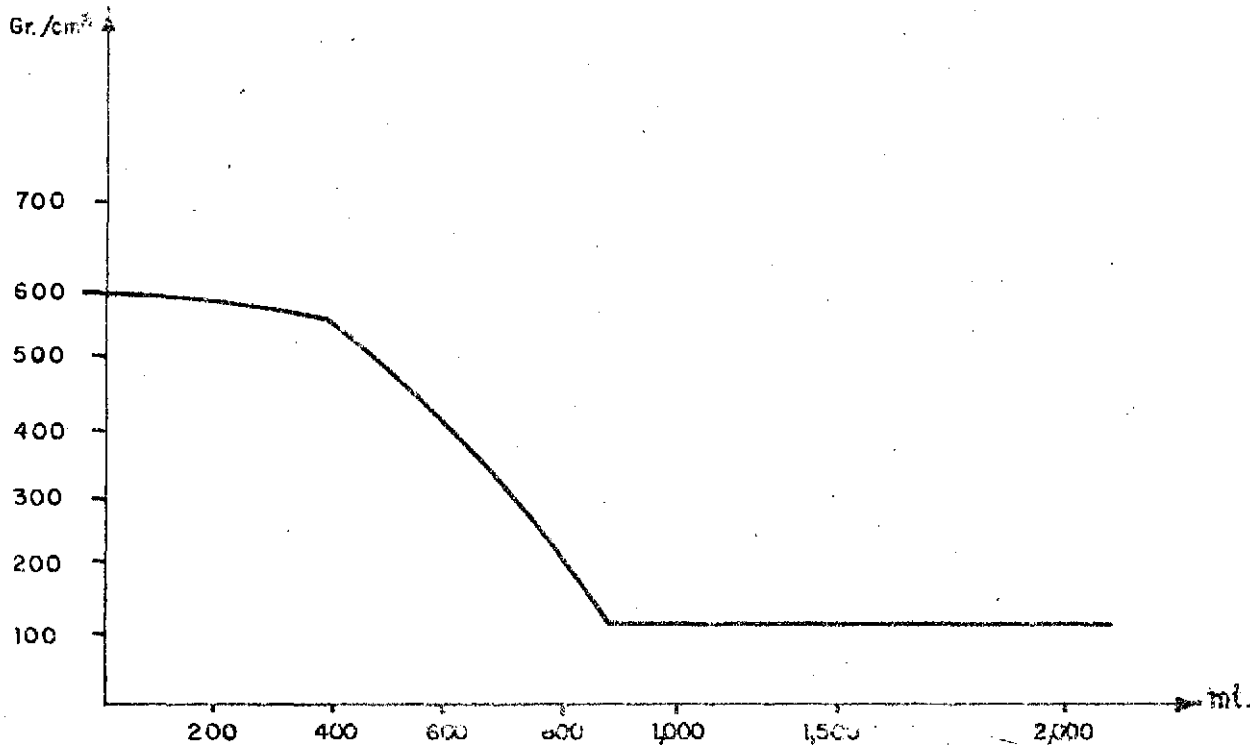


FIG. - 10 -

LOCALIZACION DE AYERIAS

GRAFICA PRESION - DISTANCIA

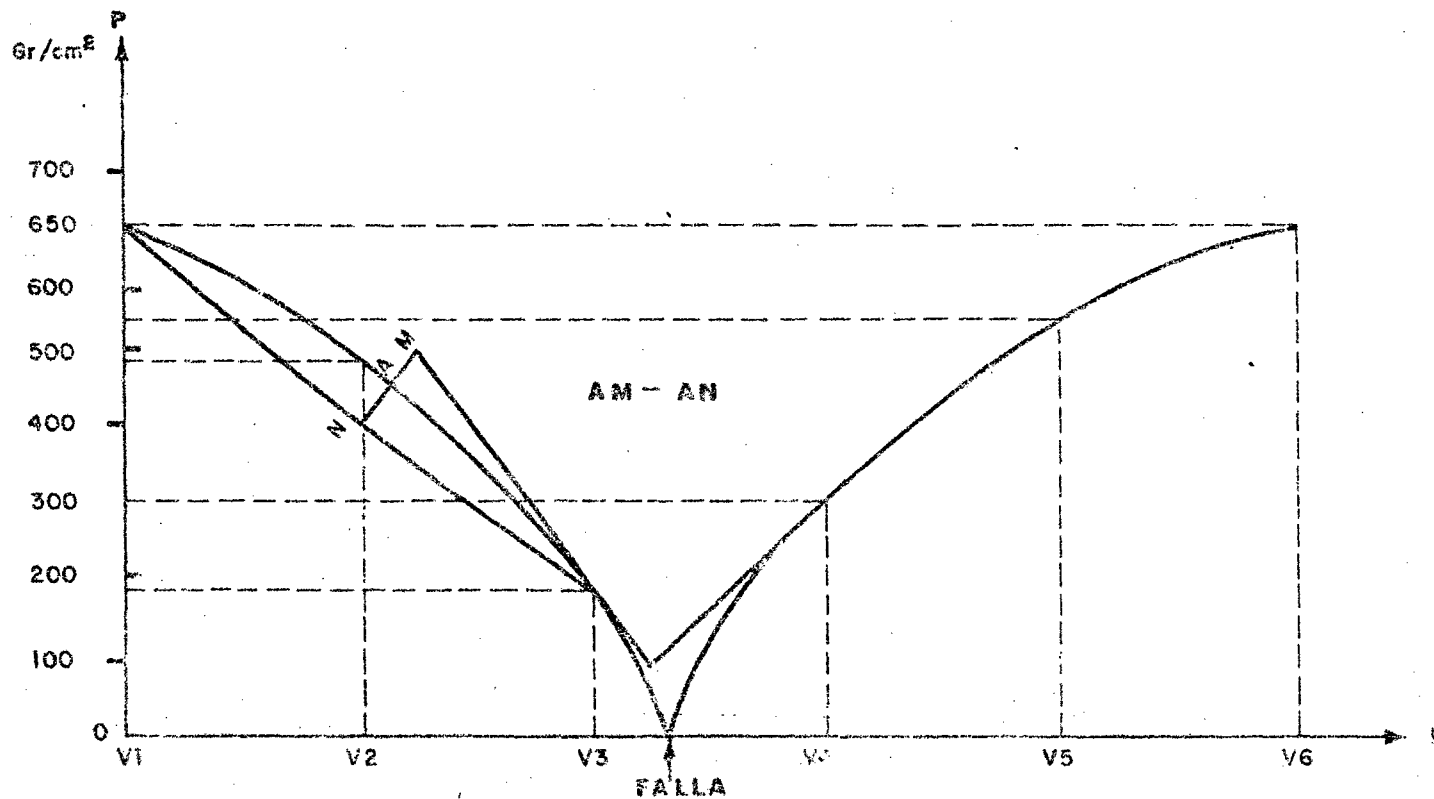


FIG. - 11 -

# ADAPTADOR C

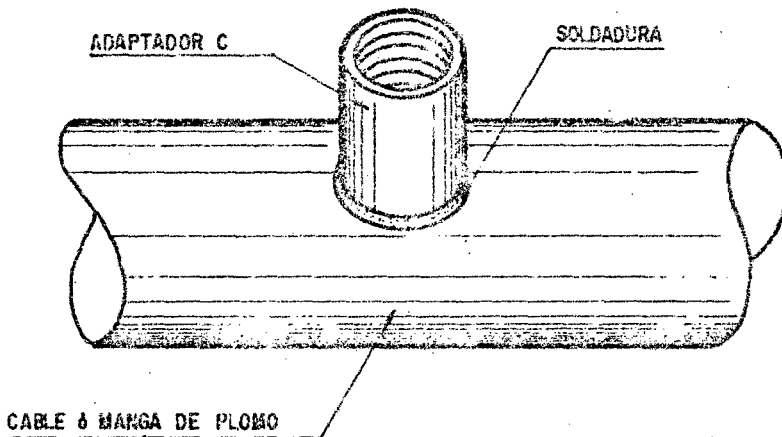
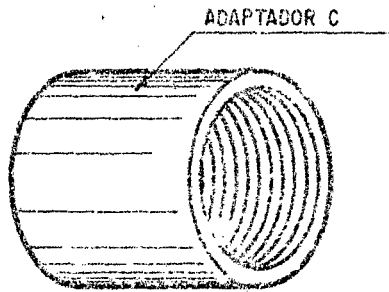


FIG. 12



# ADAPTADOR D

ADAPTADOR D

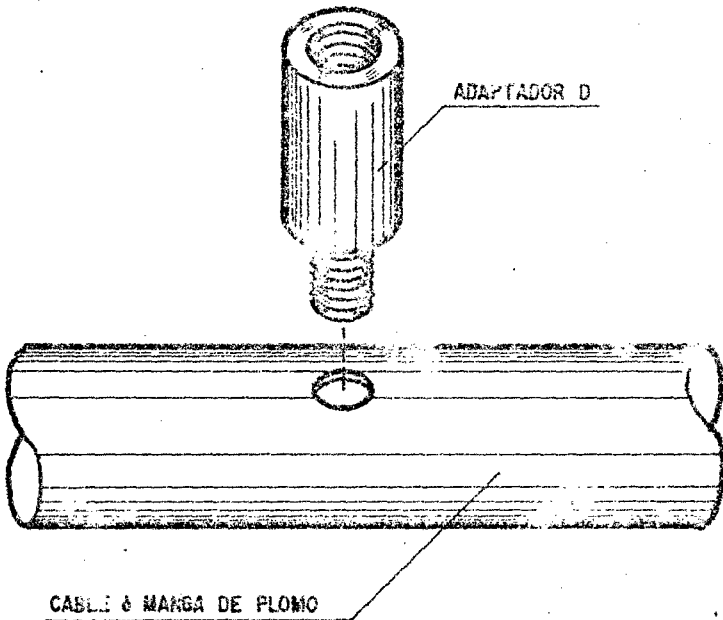
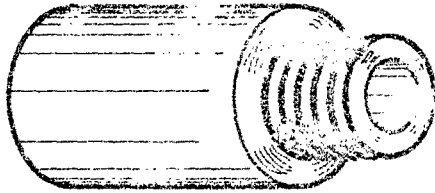


FIG. 13

VALVULA FIJA

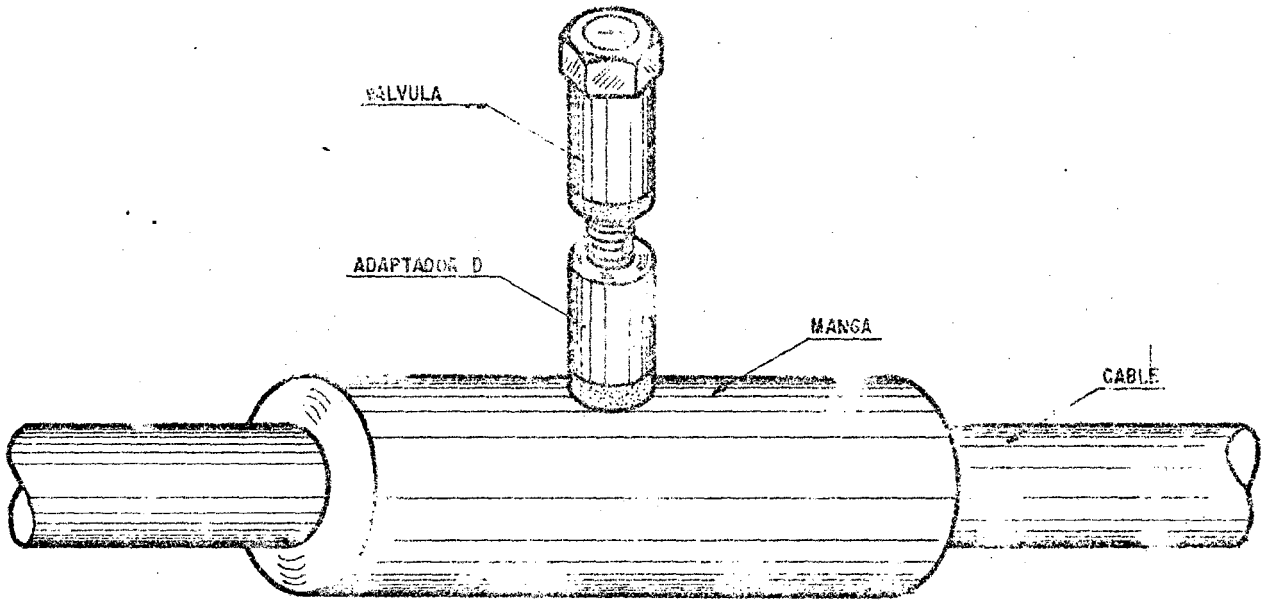


FIG. 14

VALVULA EVENTUAL

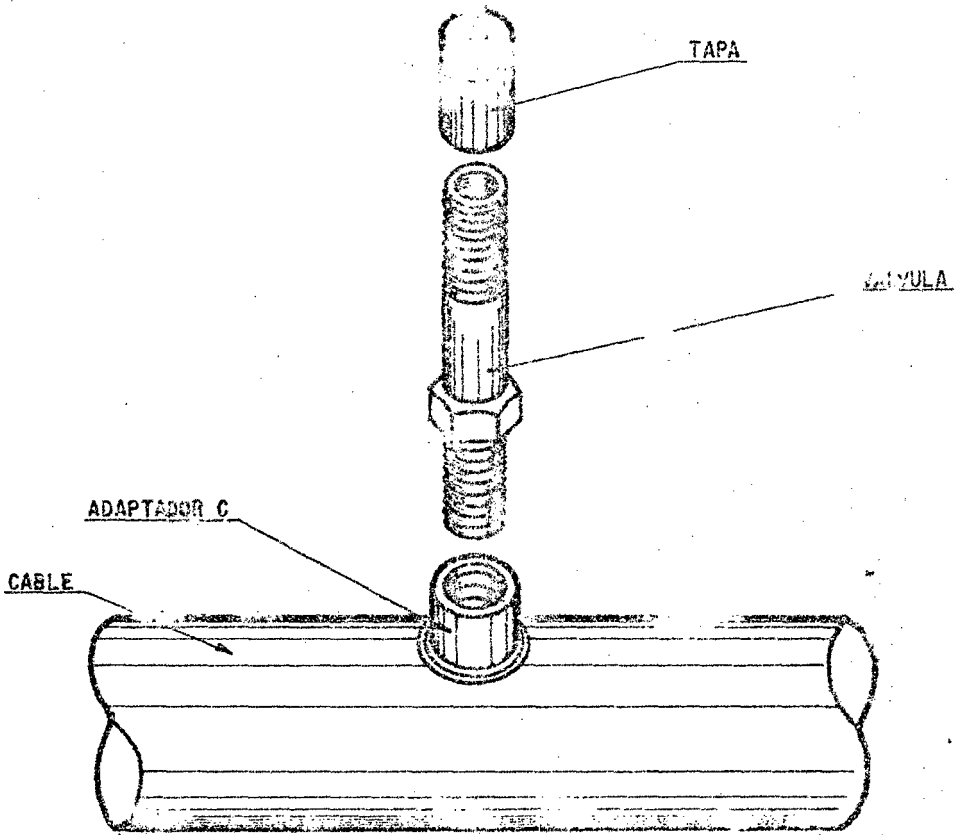


FIG. 15

OBTURADOR — METODO DE INYECCION EN LA CUBIERTA PARA  
CABLES DE 22.5 A 41. m. l.

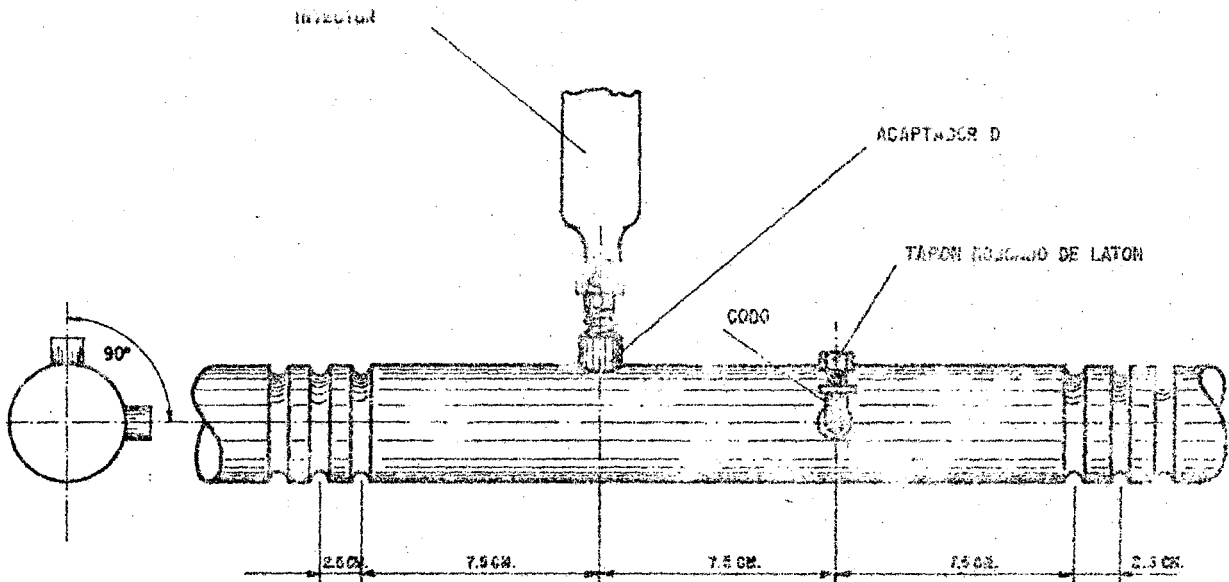


FIG. 16

OBTURADOR—METCDO DE INYECCION EN LA CUBIERTA PARA  
CABLES DE 16 A 22.4 mm.

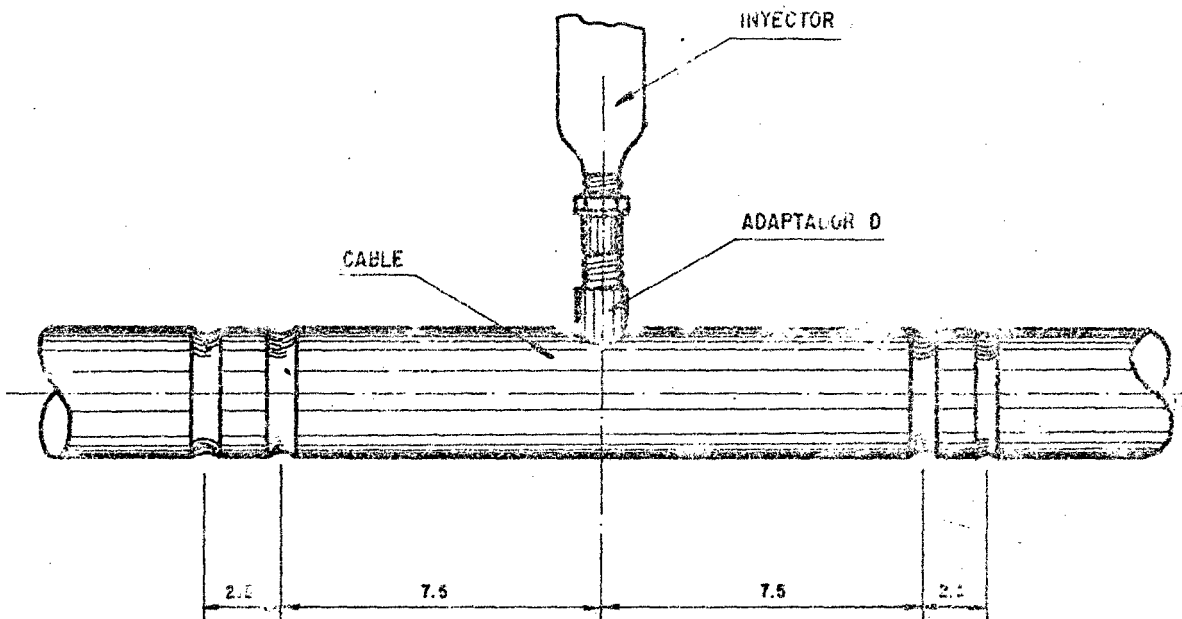


FIG. 17

OBTURADOR — METODO DE INYECCION EN EL MANGUITO PARA  
CABLES MAYORES DE 41 mm.

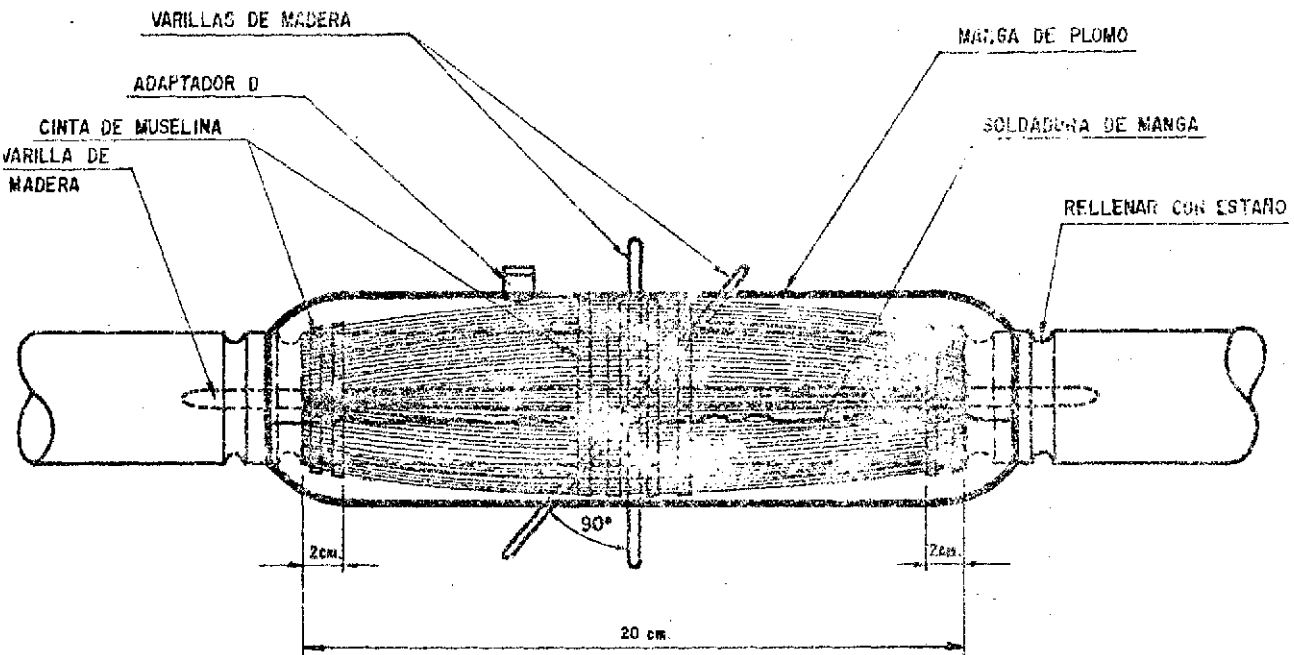


FIG. 18

# OBTURADOR — METODO DE OBTURADOR CON PUENTE DE PASO

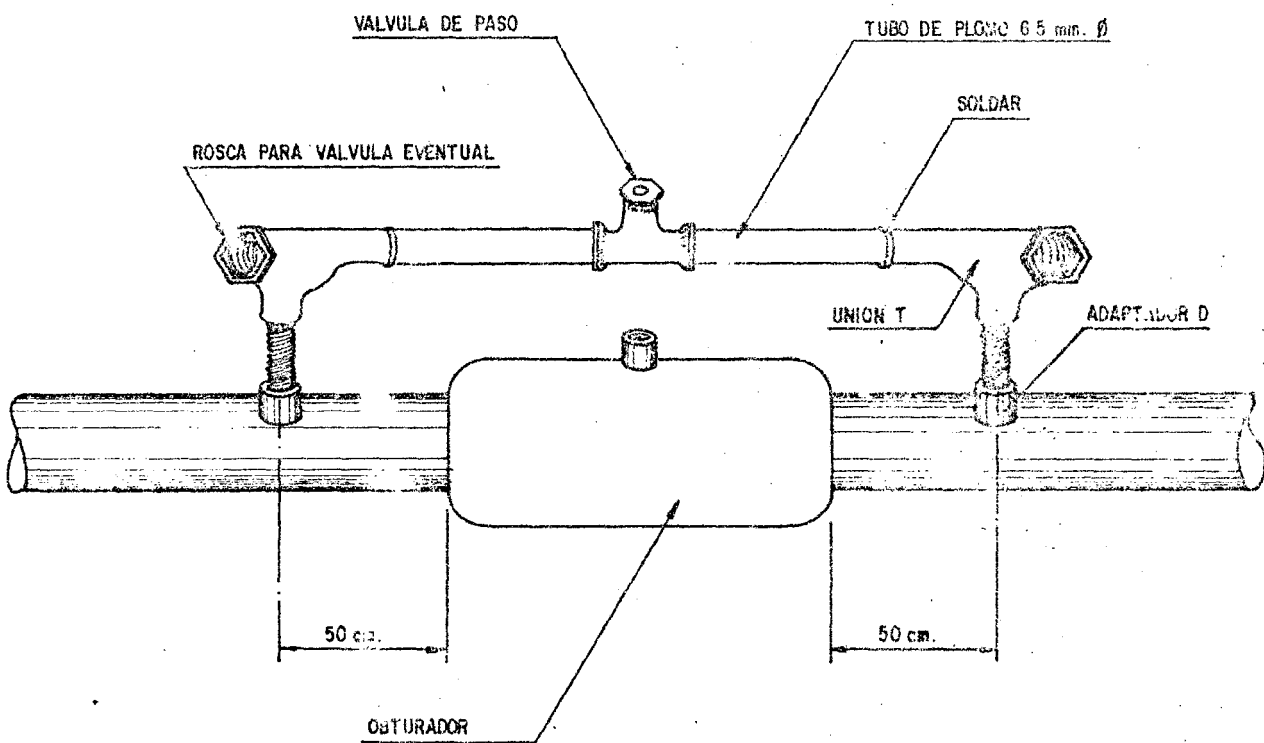


FIG. 19

CONTACTOR PARA CABLE SUBTERRAEO

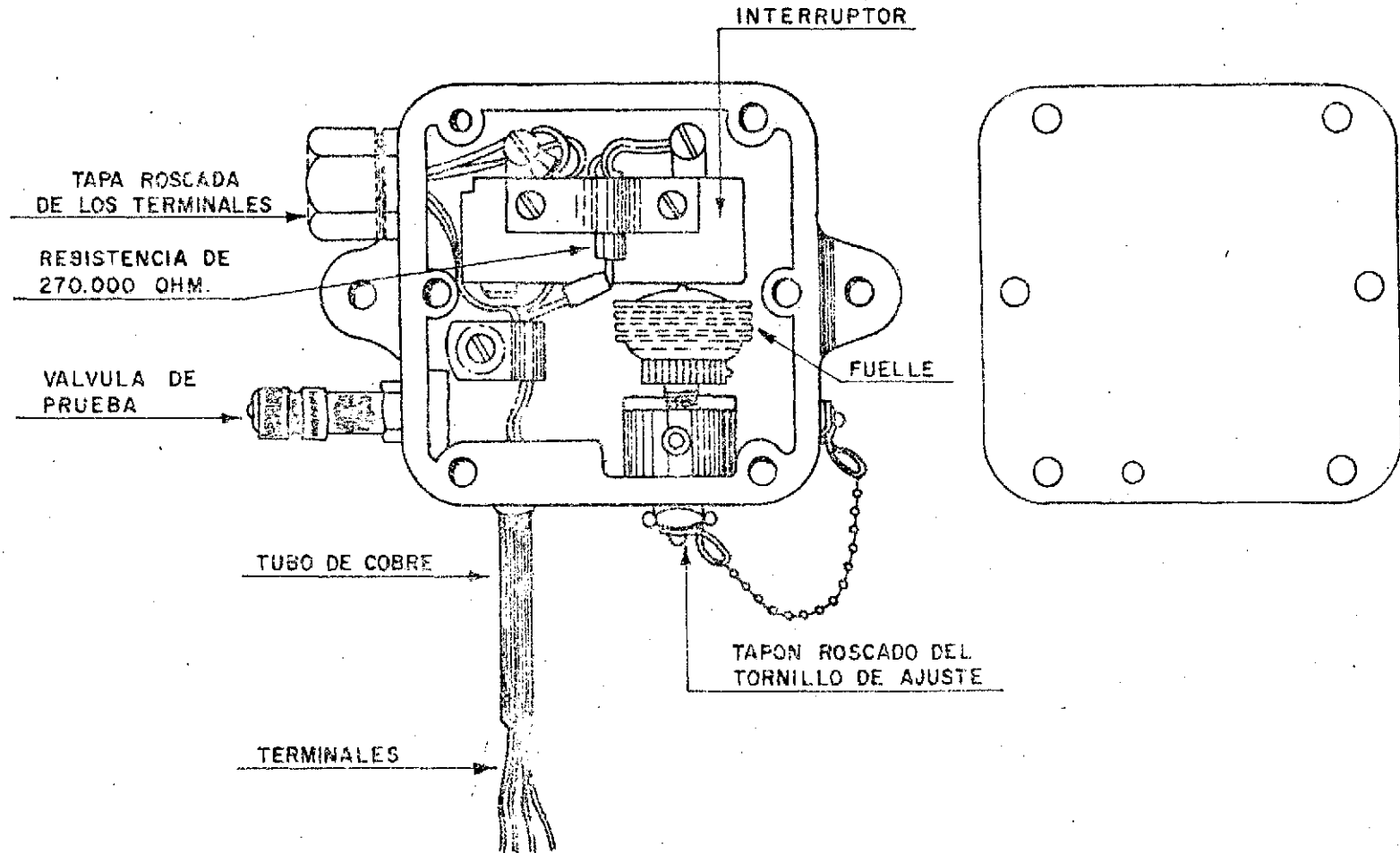


FIG. - 20 -



# CIRCUITO DE AIRE Y REFRIGERACION

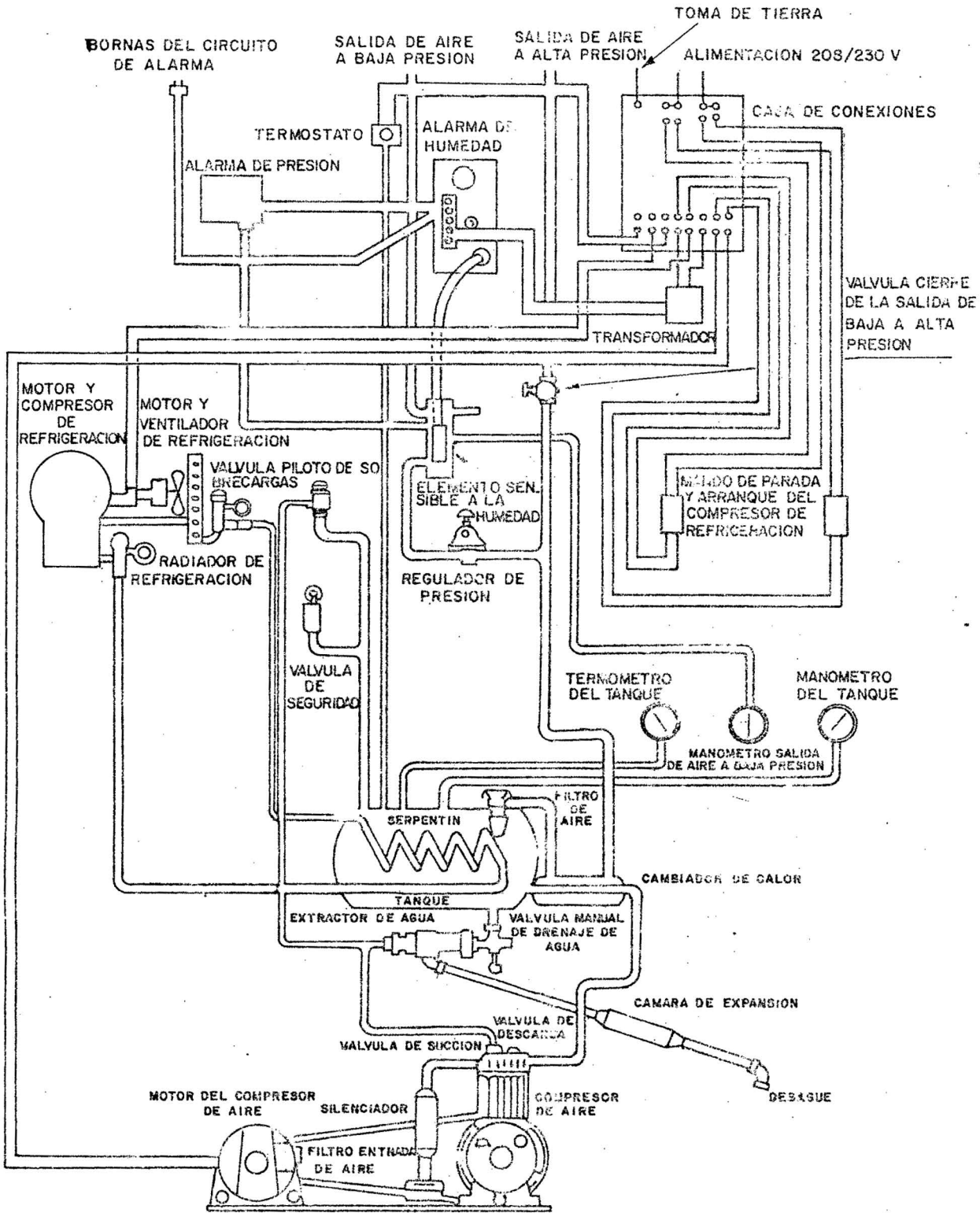


Fig. 21

S E L L A D O   E N   T U N E L   D E   C A B L E S

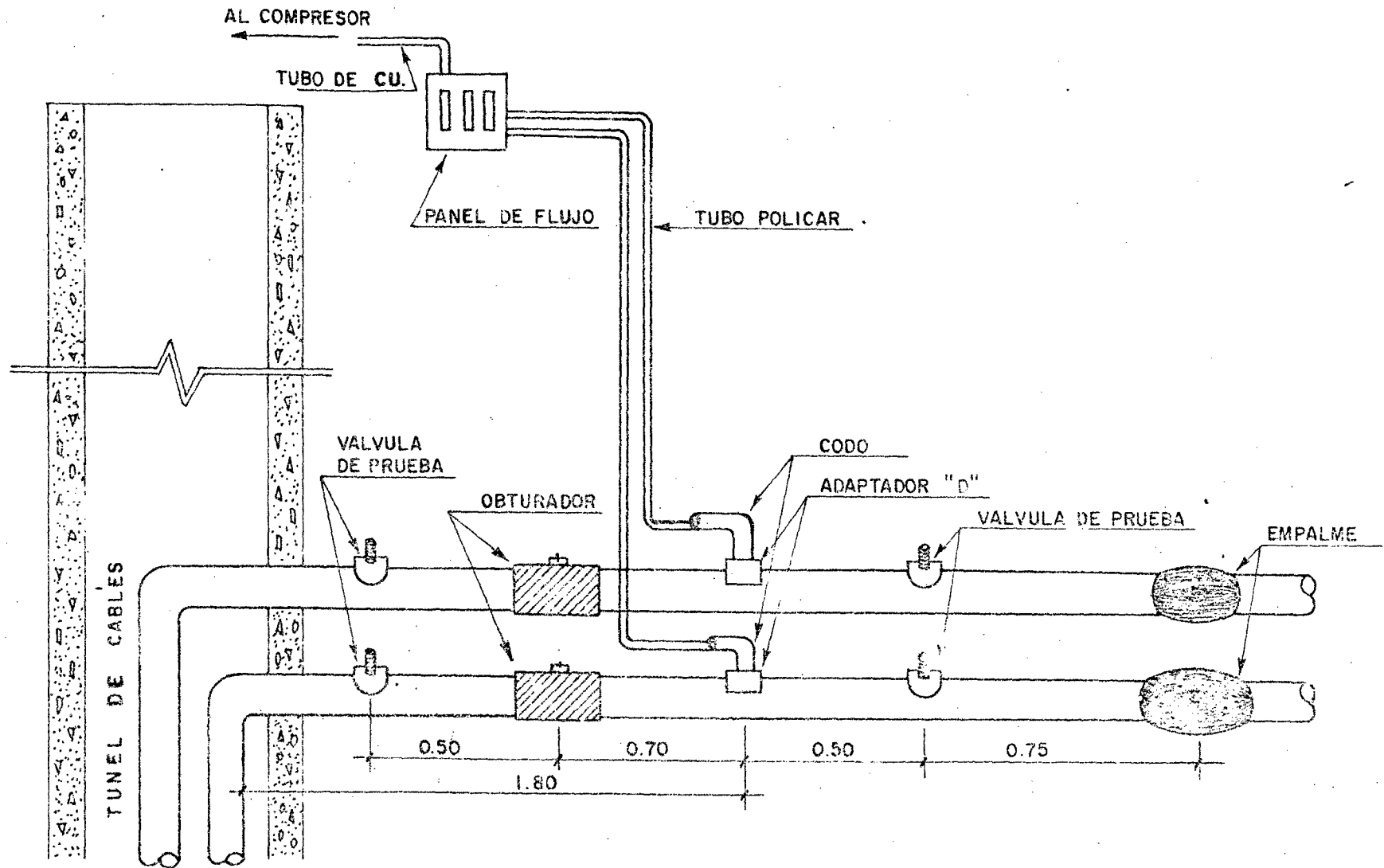


FIG. -22-

# VALVULA DE PRUEBA

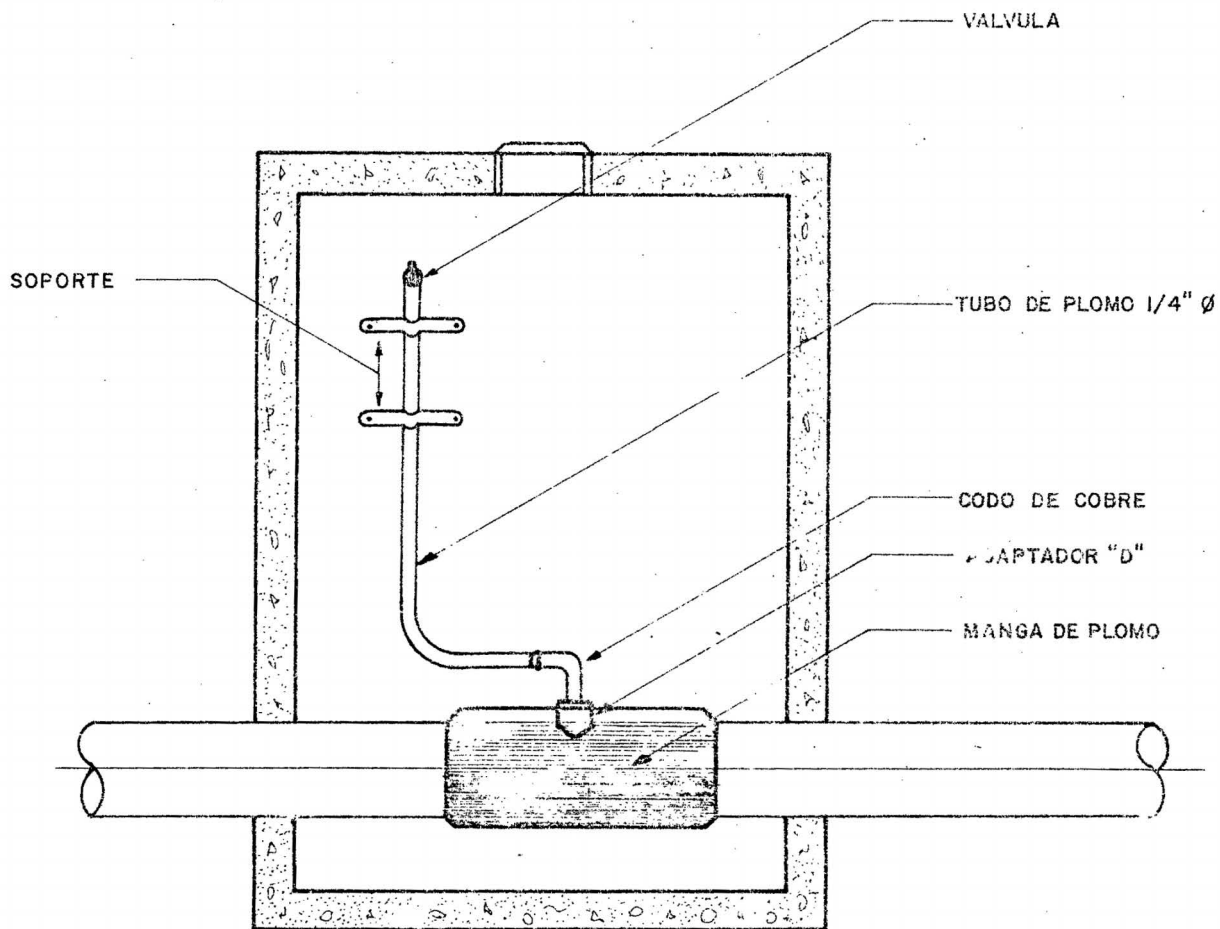


Fig. 23

ALARMA DE PRESION PARA CABLE SUBTERRANEO

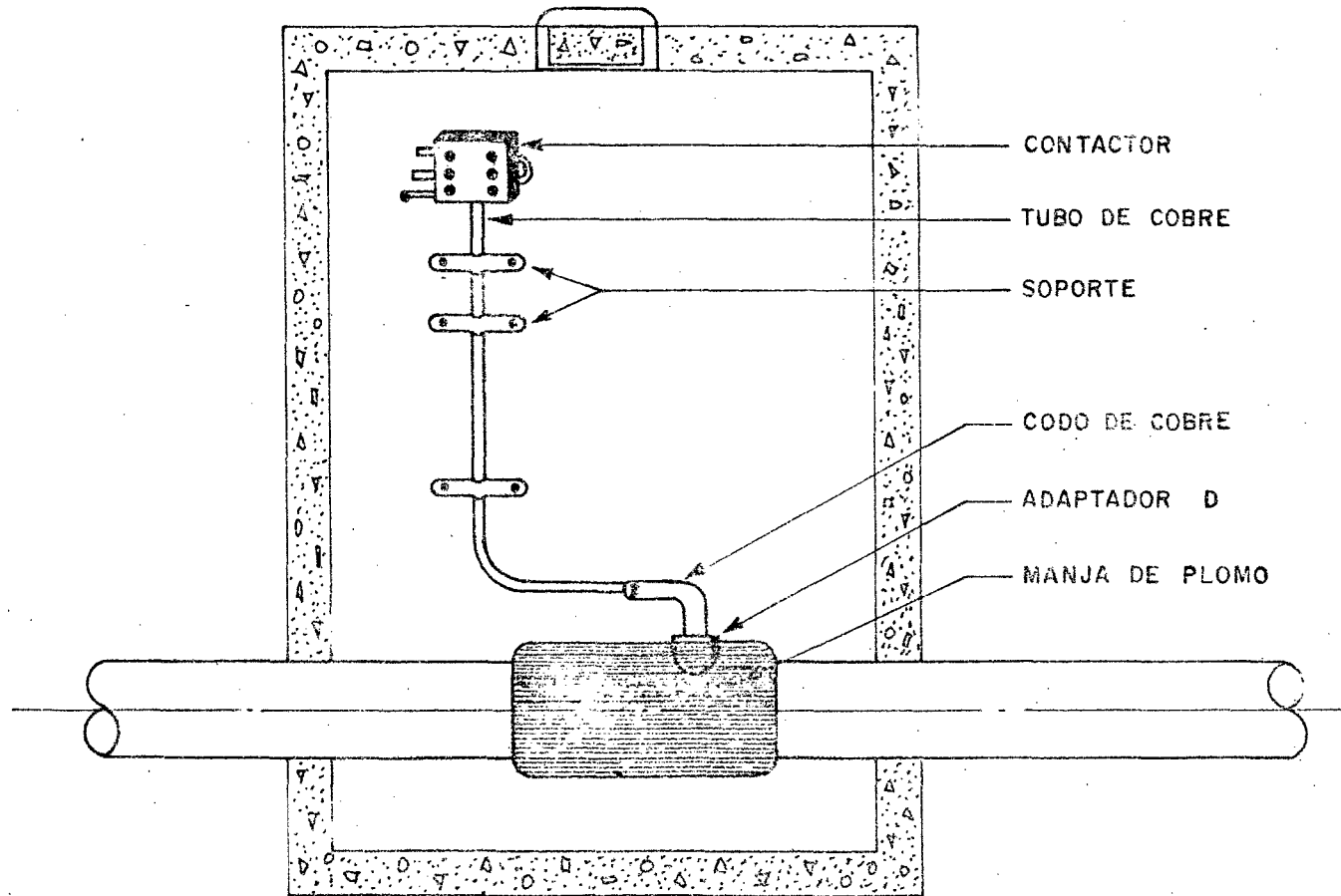


FIG. - 24 -

VIII BIBLIOGRAFIA

- 8.1.- PROTECCION DE CABLES DE TELECOMUNICACIONES MEDIANTE GAS A PRESION
- Comité Consultivo Internacional Telegráfico y telefónico.
- 8.2.- SUPERVISION DE CABLES LOCALES Y LOCALIZACION DE DEFECTOS.
- Mediante el mantenimiento bajo presion gaseosa.
- I. Leunertz y G Nebell
- 8.3.- THEORETICAL STUDY ON GAS PRESSURE SYSTEMS FOR TELEPHONE CABLE.
- Akira Saito.
- 8.4.- TEORIA DEL FLUJO DE GAS EN LOS CABLES DE TELECOMUNICACIONES.
- H. Pascher.
- 8.5.- FLUJO DE GAS EN LOS CABLES DE TELECOMUNICACIONES.
- P. Pfahler.
- 8.6.- LOCALIZACION DE FUGAS EN LAS CUBIERTAS DE CABLES CON GAS.
- Radioactivo.
- Valdemar Wallgren.
- 8.7.- PRESURIZATION OF TELECOMMUNICATION CABLES.
- J. R. Walters J. F. Keep y J.F. GRAGGS.
- 8.8.- PRESSURIZATION OF BURIED PLASTIC CABLE.
- Louis Ance y W.F. Bishop.

## IX I N D I C E

### 9.1.- DE LAS MATERIAS.

- 1.- Objeto.
- 2.- Sistemas de presurización de cables.
  - 2.1.- Sistema estático.
    - 2.1.1.- Sistema estático a gas.
    - 2.1.2.- Sistema estático con productos químicos.
  - 2.2.- Sistema de flujo continuo convencional.
  - 2.3.- Sistema de flujo continuo por tubería.
- 3.- Presurización de cables a flujo continuo convencional.
  - 3.1.- Información general
  - 3.2.- Principios teóricos
    - 3.2.1.- Resistencia neumática
    - 3.2.2.- Flujo estabilizado
    - 3.2.3.- Constante de carga
    - 3.2.4.- Efectos de presión, densidad, velocidad.
    - 3.2.5.- Distribución de presiones al producirse una fuga.
  - 3.3.- Presión de conservación
    - 3.3.1.- Cables subterráneos.
    - 3.3.2.- Cables aéreos.
  - 3.4.- Normas para colocar alarmas válvulas sellos
    - 3.4.1.- Ubicación de alarmas.
    - 3.4.2.- Ubicación de válvulas.

- 3.4.3.- Ubicación de sellos.
- 3.5.- Símbolos de presurización.
- 3.6.- Localización de averías.
  - 3.6.1.- Gráficos presión distancia
  - 3.6.2.- Localización de una fuga por aproximación.
  - 3.6.3.- Detección por gas radioactivo.
  - 3.6.4.- Detección por gas Freon.
  - 3.6.5.- Detección por Ultrasonidos.
- 4.- Diseño de presurización del cable C32.
  - 4.1.- Características técnicas.
  - 4.2.- Selección del sistema.
  - 4.3.- Determinación del equipo inyector.
  - 4.4.- Cálculo de alarmas, valvulas y sellos.
- 5.- Construcción.
  - 5.1.- Elementos de protección del sistema.
    - 5.1.1.- Adaptadores.
    - 5.1.2.- Válvulas.
    - 5.1.3.- Tapones o sellos.
    - 5.1.4.- Alarmas.
  - 5.2.- Equipo inyector.
    - 5.2.1.- Funcionamiento.
    - 5.2.2.- Instalación.
  - 5.3.- Dispositivos ubicados en la central.
    - 5.3.1.- Obturadores.
    - 5.3.2.- Conduccion del aire.

5.3.3.- Válvulas.

5.3.4.- Compresor.

5.3.5.- Alarmas.

5.4.- Dispositivos ubicados en la ruta del cable.

6.- Metrados y presupuestos.

6.1.- Materiales.

6.2.- Mano de obra.

6.3.- Materiales utilizados en cable C32.

6.4.- Mano de obra utilizada en cable C32.

7.- Planos y gráficos.

8.- Bibliografía.

9.2.- DE LAS LAMINAS

1.- Sistema estático de gas o sección estanca.

2.- Gráfica de una fuga.

3.- Inyección de gelox.

4.- Inyección de gelox.

5.- Aplicación típica de gelox.

6.- Sistema de flujo continuo conveccional.

7.- Sistema de flujo continuo convencional por tubería.

8.- Gradiente de presión.

9.- Efectos de presión, densidad y velocidad del gas

1.0.-Distribución de presiones en una fuga

1.1.-Localización de averías

1.2.-Adaptador C.

1.3.-Adaptador D.



- 1.4.- Válvula fija
- 1.5.- Válvula eventual.
- 1.6.- Obturador.
- 1.7.- Sello.
- 1.8.- Tapon
- 1.9.- Obturador.
- 2.0.- Alarma.
- 2.1.- Circuito de aire y refrigeración.
- 2.2.- Sellado en tunel de cables.
- 2.3.- Válvula de prueba.
- 2.4.- Alarma de cable subterráneo.

9.3.- DE LAS TABLAS

- 1.- Tiempo de llenado de gelox.
- 2.- Cantidad de gelox por cable.
- 3.- Presion de inyección de gelox.
- 4.- Resistencia neumática de cables.
- 5.- Resistencia neumática de cables.
- 6.- Longitud para una resistencia de 20 U.R.H.

\*\*\*\*\*