



## ***APUNTES DE FLEXIBILIDAD***

**OCTUBRE 2008**

Por: Guillermo Díaz Andrade ©



## INTRODUCCIÓN

En todos los ámbitos de la industria y en especial en la tecnología mecánica, los ingenieros de proyecto y montaje se ven enfrentados a un problema común: la dilatación.

Este fenómeno, especialmente apreciable en las tuberías y conductos sometidos a variaciones importantes de temperatura, ha causado y causa no pocos problemas debido principalmente a las graves alteraciones que provoca en el buen funcionamiento de la instalación.

El hecho de que las tuberías acusen particularmente este fenómeno es debido a su facilidad para variar de longitud en presencia de los saltos térmicos y a sus, generalmente, largos trazados.

Por otra parte las condiciones de explotación de las instalaciones de tuberías y conductos han experimentado un creciente incremento de temperatura conforme el rendimiento de las plantas lo ha exigido, y la mejor tecnología de los materiales lo ha permitido.

Todo ello junto con las fuerzas provocadas por la dilatación, las vibraciones engendradas por compresores, turbinas, motores, bombas y otros elementos, convierten a las tuberías y conductos en elementos transmisores y perturbadores por excelencia dado que su rigidez y estructura, generalmente metálica, favorece la rápida y sostenida propagación de molestos efectos a través de las instalaciones.

La adopción de medidas con las cuales se anule o minimice la difusión de estos efectos es de suma importancia en el campo del diseño de ingeniería mecánica precisamente por ser todos ellos perjudiciales y contrarios a la voluntad del diseñador, que es la de vehicular todo tipo de fluidos con eficacia, seguridad y sin efectos secundarios.

Este trabajo no pretende sustituir a nada, ya que el campo es muy complejo y técnicas similares pueden resultar también útiles. Más bien trata de ofrecer un resumen eminentemente práctico, en el cual se aclaran los conceptos en que se basa el problema expuesto y en el que, al mismo tiempo, se ofrecen algunas opciones, acaso las más idóneas, para comprenderlo y solucionarlo.

## CONCEPTOS BASICOS

### TEMPERATURA

Entendemos que es la medida del estado de un cuerpo en relación al calor ó el frío, generalmente la expresamos en grados centígrados (aquí hablaremos de los valores aplicables en Europa continental) y tiene una influencia decisiva sobre la elasticidad, plasticidad y comportamiento de los materiales.

### PRESION

Es la razón de una fuerza normal ejercida sobre un punto y la superficie sobre la que se aplica. La expresaremos en  $Kg/cm^2$  y se relaciona con la resistencia de los materiales.

### FUERZA

Es una magnitud que expresa la cantidad con que un cuerpo es solicitado en una dirección y un sentido.

En tubería se trata, generalmente, con valores muy elevados, por ello deberá prestarse especial atención a los puntos en que se aplican estas fuerzas.

### FATIGA

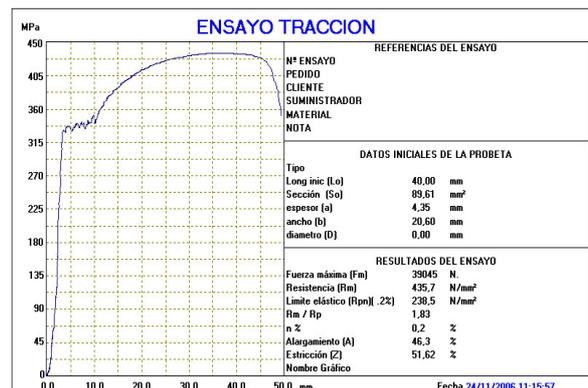
Es la razón proporcional entre una fuerza y su superficie de aplicación. Nos marcará los límites por encima de los cuales la única seguridad es que se romperá todo, así que atención también a estos límites.

### MODULO DE ELASTICIDAD (ley de hooke)

Es la razón de una fatiga a la correspondiente deformación unitaria.

Siempre que no sobrepase el límite de elasticidad encontraremos que esta razón es constante y característica para cada material. La expresaremos en  $Kg/mm^2$ .

Podemos observar un ensayo de tracción realizado a una probeta de hierro, en el que apreciamos la gráfica esfuerzo-alargamiento con las zonas muy bien definidas. La parte lineal corresponde a la zona elástica.



### FLEXIBILIDAD

La definiremos como la capacidad que tiene un material o estructura para deformarse y volver a su posición inicial un número de ciclos elevado sin ver prácticamente alterada su estructura ni sus propiedades.

## DILATACION

Definiremos así a la variación de dimensiones que experimenta un cuerpo cuando se modifica la temperatura a que se encuentra expuesto.

Este fenómeno es apreciable en todos los estados de la materia, se produce a nivel molecular y básicamente consiste en que las órbitas de los elementos constitutivos de los átomos aumentan o disminuyen según se incremente o disminuya la temperatura a que están expuestos.

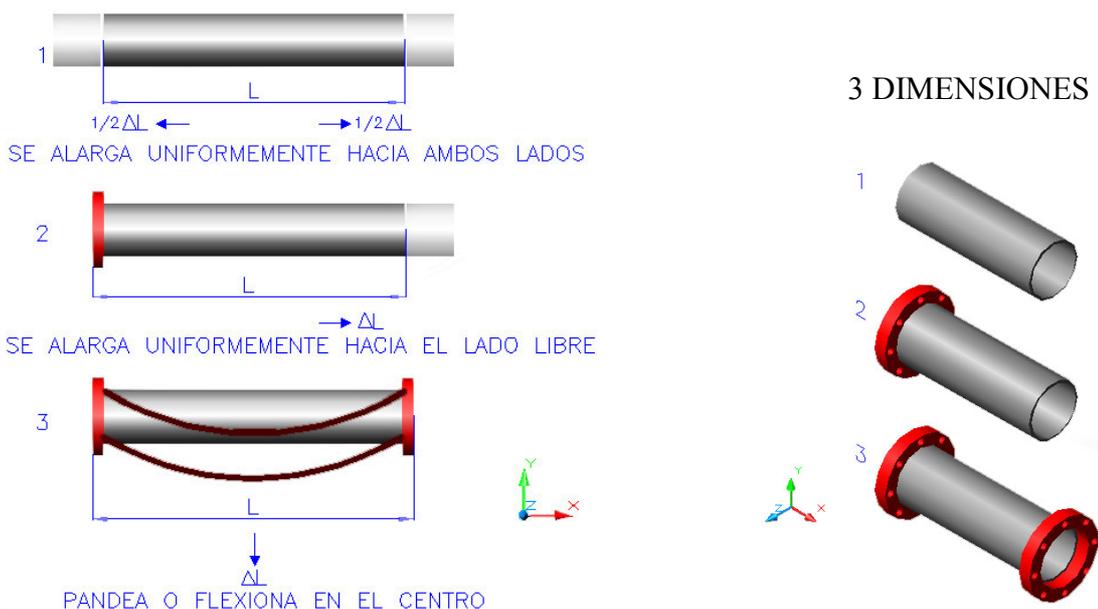
Las fuerzas generadas son enormes y frecuentemente superan el límite elástico de los materiales que las padecen.

Normalmente su magnitud se expresa en mm/m y °C aunque para mayor comodidad existen tablas referidas a escalas de temperatura, donde se expresan directamente en mm/mt obteniéndola de una tabla.

Debe observarse que aunque se hable en general de dilatación, para los casos de temperaturas inferiores a 0°C se trata de lo contrario, esto es retracción o disminución de longitud, en nuestro caso (tuberías) o volumen, en vez de incremento de ésta.

En tubería la dilatación tiene una dirección y un sentido, debido a que la variación de longitud se manifiesta sobre el extremo libre o más elástico de la conducción. Por otra parte el crecimiento radial ó en diámetro de la tubería, es inapreciable ya que las fuerzas necesarias para deformarlo en ese sentido tienen que ser inmensamente superiores a las precisas para provocar su alargamiento.

En la siguiente figura se aprecia la influencia de la dilatación sobre una barra de longitud constante en frío y sometida en todos los casos a idéntica temperatura según sea o no fijada por sus extremos. Como la dilatación es una magnitud vectorial, tiene un origen y una dirección, por lo tanto, podremos calcular su valor.



Como puede apreciarse en el tercer caso, fijación por ambos extremos, la dilatación provoca un excesivo pandeo del tubo. En cualquier circunstancia, esta sería la disposición más desfavorable, puesto que provoca una considerable tensión sobre el material, lo cual se traduce en una destrucción prematura, por fatiga, de la conducción en el supuesto de que no hayamos averiado antes algún equipo de importancia.

La existencia de dilatación incontrolada se aprecia tanto por sus destructivos efectos en caliente, como en las tensiones residuales que deja en frío; notables cuando al intentar desmontar un equipo se produce una brusca desalineación de este con respecto de la tubería a que se encontraba unido, dicho de otra forma, el desmontaje resulta mucho más difícil debido al agarrotamiento que producen las tensiones en los elementos.

El orden de las cargas que se generan en una tubería, sujeta como el tercer caso anterior, y sometida a una temperatura  $T$ , se ve en el siguiente ejemplo :

### TUBO DIN2448 DN 200

Sección int.  $S = 4.211,74 \text{ mm}^2$

Ac. CARBONO < 3% Cr

$T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta/L = \alpha \cdot T = 2,16 \text{ mm/m}$$

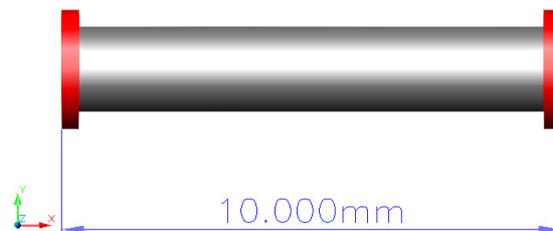
$$L = 10000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{ROT} = 42 \text{ Kg/mm}^2$$

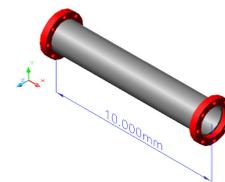
$$\sigma_E = 24,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma_{ADM} = 10,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 19390 \text{ Kg/mm}^2$$



3 DIMENSIONES



Conocido el valor de la dilatación térmica unitaria a la temperatura de trabajo, podemos saber la dilatación que sufrirá la tubería:

$$\Delta = 2,16 \text{ mm/m} \cdot 10 \text{ m} = 21,6 \text{ mm}$$

Para esta dilatación tenemos que la tensión a la que está sometida la tubería es:

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta}{L} = 19390 \text{ Kg/mm}^2 \cdot \frac{21,6 \text{ mm}}{10000 \text{ mm}} = 41,88 \text{ Kg/mm}^2$$

Valor de la tensión muy próximo al valor de la tensión de rotura  $\sigma_{rot}$ .

La fuerza asociada a esta tensión se calcula:

$$F = \sigma \cdot S = 41,88 \text{ Kg/mm}^2 \cdot 4211,74 \text{ mm}^2 = 176387,6 \text{ Kg} = 176,38 \text{ Tn}$$

## TUBERIAS Y ACCESORIOS

Las tuberías y accesorios, como elementos conductores de fluidos de gran responsabilidad, han sido normalizados con objeto de garantizar unos valores exactos de resistencia así como de garantizar su conexión sin tener que reinventarlos cada día en cada proyecto.

Básicamente esta normalización se recoge en las normas DIN de general aplicación en Europa continental y ASME ANSI más aplicada en los Estados Unidos y su área de influencia.

No es necesario extenderse en este capítulo por existir más que abundante información al respecto por parte de los fabricantes y proveedores sobre los estándar disponibles.

Sólo decir que existen tuberías de muchos materiales, pero aquí nos referiremos principalmente a las metálicas soldadas y sin soldadura, las primeras soldadas longitudinales, recomendables sólo para servicios sin temperatura y las soldadas helicoidales que pueden constituir, estudiando bien el caso una alternativa válida para elevada temperatura siempre y cuando no las sometamos a mucha tensión, si lo hiciéramos sobre las soldadas longitudinales probablemente se abrirían en canal.

Las tuberías sin soldadura en cambio se utilizarán preferentemente y siempre que los servicios sean estratégicos o requieran mayor seguridad.

Mención aparte merecen las tuberías termoplásticas ( PVC, polietileno, polipropileno, fibras de vidrio etc.) de las cuales deberemos saber que:

- a) Tienen unos coeficientes de dilatación muy elevados.
- b) No resisten grandes esfuerzos.

Así que poner etiqueta de “delicado” y tratar con esmero. En este caso para la soportación, conexión y guía, recomendamos seguir las instrucciones del fabricante que suele ofrecer una amplia gama de accesorios específicos.

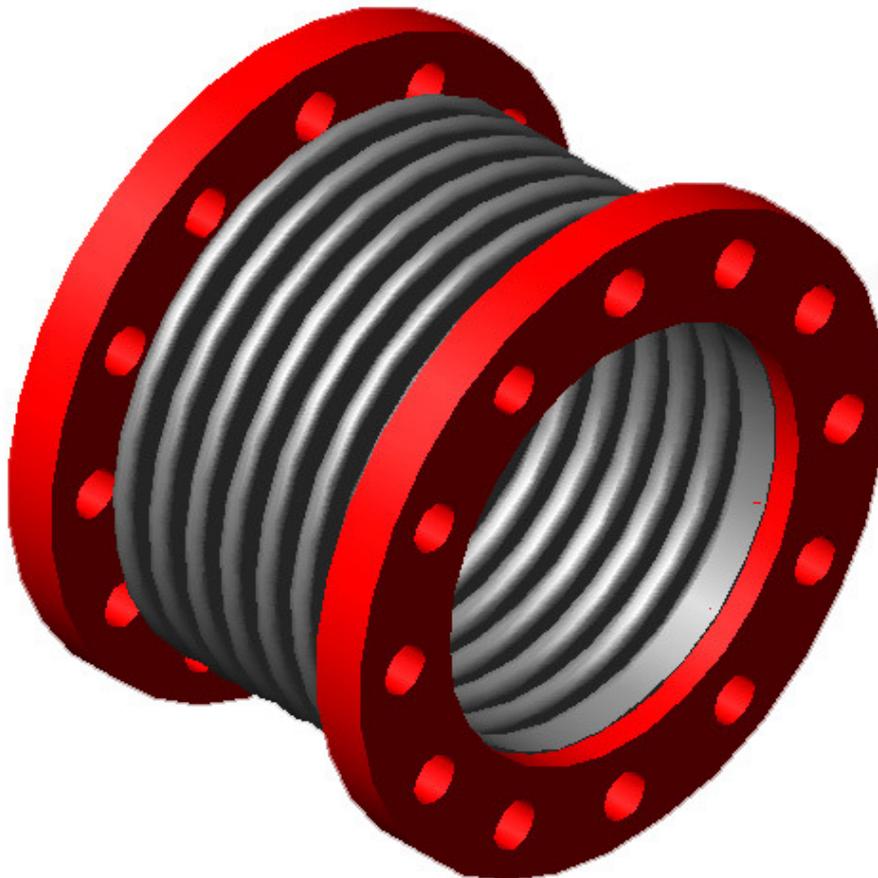
Dentro de las tuberías diferenciaremos a los conductos como un grupo aparte.

Entenderemos por conductos todas aquellas conducciones que escapan a la normalización de tuberías, que en general son redondas. Los conductos, por el contrario, suelen ser de diversas secciones (cuadrada, rectangular u otras) y en general de diámetros o secciones muy grandes. También es cierto que preferentemente están destinados a servicios de baja presión a excepción hecha de las aplicaciones hidráulicas en las que aunque se trata de auténticas tuberías, suele hablarse de conductos, que conducen elevadas presiones. Los conductos sí se reinventan para cada proyecto, ya que sus dimensiones vienen determinadas por los caudales a trasladar.

Atención, las tuberías dan mucho juego, admiten tensiones elevadas, figuras de dilatación o autocompensadas y resultan bastante elásticas, sobre todo en diámetros inferiores a 300 mm.

En cambio los conductos no admiten bromas, sus paredes suelen ser muy delgadas respecto al diámetro o sección, y se arrugan y desgarran con facilidad. Igual que sucede en el diseño de aparatos a presión, es frecuente que el espesor mínimo que sería necesario deba aumentarse por criterios de simple y pura resistencia estructural.

En general, en conductos se deben aplicar soluciones para dilatación lineal (compensadores axiales), no intentar figuras autocompensadas.



## EJEMPLO DE CALCULO Y SOLUCION A UN PROBLEMA DE DILATACION

Tras haber situado la conducción y conocer su peso y los puntos en los que inicialmente podemos soportarla, hemos estudiado su comportamiento cuando es sometida a la temperatura de diseño.

Efectuamos una distribución de los elementos a tomar en cuenta simulando un escaneado, (esta técnica la recomendamos para cualquier análisis a realizar sobre tuberías), con origen en el nacimiento de la línea A, denominado **Punto Fijo Principal PFP**, y a partir de él hemos ido señalando nuevos puntos o nodos que numeramos con una escala a criterio del diseñador **de forma que podamos denominar el tramo delimitado entre dos nodos, e incluso intercalar si es el caso segmentos intermedios por modificaciones incluidas posteriormente.**

Hemos definido que la dilatación es una magnitud vectorial, que puede ser medida y que tiene un origen y un sentido: **hacia donde encuentre mayor grado de libertad**, por lo tanto, y esto es lo más importante, ¡podemos controlarla!

Hemos ido calculando la dilatación y verificando que los tramos que quedan comprendidos entre dos puntos fijos **tienen suficiente capacidad para absorberla**, así como que ninguno de ellos **queda sometido a una tensión excesiva**, ya sea por pandeo o cualquier otra causa.

De ser así, tendremos que replantear el diseño de la línea bien modificando su trazado, si es posible, o dotándola de mayor elasticidad artificialmente mediante curvas, figuras de dilatación, liras o **compensadores de dilatación, que resultan más simples que todo lo anterior.**

Ya hemos comentado anteriormente el tema y ahora ofreceremos un ejemplo del efecto de la dilatación, ya comentado anteriormente:

**Efectos de la dilatación en tubería recta sin compensación:**

**TUBO DIN2448 DN 200**

Sección int.  $S = 4.211,74 \text{ mm}^2$

Ac. CARBONO < 3% Cr

$T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta/L = \alpha \cdot T = 2,16 \text{ mm/m}$$

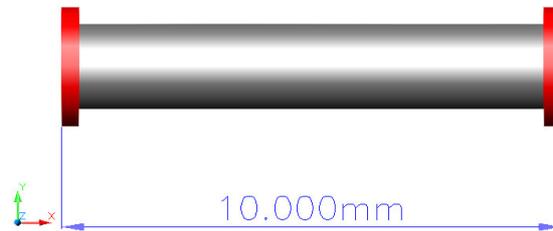
$$L = 10000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{ROT} = 42 \text{ Kg/mm}^2$$

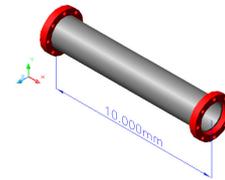
$$\sigma_E = 24,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma_{ADM} = 10,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 19390 \text{ Kg/mm}^2$$



3 DIMENSIONES



Ya hemos visto éste ejemplo, así que solo recordaremos los resultados que se obtenían:

$$\Delta = 2,16 \text{ mm/m} \cdot 10 \text{ m} = 21,6 \text{ mm}$$

Para esta dilatación tenemos que la tensión a la que está sometida la tubería es:

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta}{L} = 19390 \text{ Kg/mm}^2 \cdot \frac{21,6 \text{ mm}}{10000 \text{ mm}} = 41,88 \text{ Kg/mm}^2$$

Como ya hemos dicho, el valor de la tensión está muy próximo al valor de la tensión de rotura  $\sigma_{rot}$ .

**Y la fuerza asociada a esta tensión:**

$$F = \sigma \cdot S = 41,88 \text{ Kg/mm}^2 \cdot 4211,74 \text{ mm}^2 = 176387,6 \text{ Kg} = 176,38 \text{ Tn}$$

**Solución al efecto de dilatación con tubería recta con compensador:**

**TUBO DIN2448 DN 200**

Sección int.  $S = 4.211,74 \text{ mm}^2$

Ac. CARBONO < 3% Cr

$T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta/L = \alpha \cdot T = 2,16 \text{ mm/m}$$

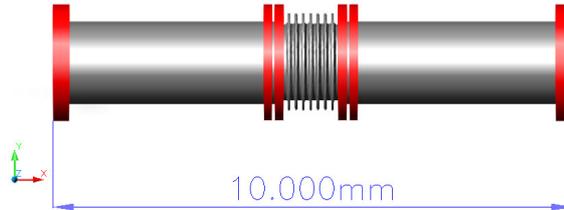
$L = 10000 \text{ mm}$

$$\sigma_{ROT} = 42 \text{ Kg/mm}^2$$

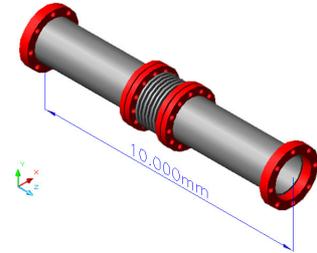
$$\sigma_E = 24,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma_{ADM} = 10,5 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 19390 \text{ Kg/mm}^2$$



3 DIMENSIONES



**COMPENSADOR DE DILATACIÓN (características de un compensador HFC 5240)**

$$R = 20 \text{ Kg/mm}$$

$$A_m = 438 \text{ cm}^2$$

Suponemos que el fluido que circula por el interior de la tubería lo hace a una presión de 10 bar.

La dilatación de la tubería continua siendo la misma del ejemplo anterior:  $\Delta = 21,6 \text{ mm}$

Por tanto la fuerza que se ejerce sobre el compensador para provocar un desplazamiento es:

$$F_i = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \Delta = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ Kg/mm} \cdot 21,6 \text{ mm} = 216 \text{ Kg}$$

y la fuerza debida a la presión interior de 10 bar:

$$F_j = P \cdot S = 10 \text{ bar} \cdot 438 \text{ cm}^2 = 43800 \text{ Kg}$$

Así la fuerza total que se ejerce es de :

$$F_R = 216 + 43800 = 45960 \text{ kg} = 45,9 \text{ Tn}$$

Y la tensión que aparece en la tubería debido a ese esfuerzo:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{45960 \text{ Kg}}{4211,74 \text{ mm}^2} = 10,912 \text{ Kg/mm}^2$$

**Valor muy inferior a la tensión de rotura de  $42 \text{ Kg/mm}^2$**

Vamos a repasar la disposición general de los elementos a tomar en cuenta en un problema de dilatación de tubería.

### **Punto Fijo Principal PFP**

Se entiende por tal aquel lugar donde la tubería queda firmemente sujeta a una estructura sólida e inamovible.

Reviste especial importancia la solidez de esta fijación, ya que es precisamente sobre ella donde repercuten los mayores esfuerzos provocados por la dilatación o los elementos encargados de absorberla.

Ya hemos comentado antes que las cargas son importantes, véase el comparativo de la carga que genera una tubería recta sin elemento de compensación y el de otra que sí lo incorpora:

Hay que saber que cuando se intercala un elemento de compensación se interrumpen todas las fuerzas existentes debidas a tensiones de la tubería y son sustituidas por las de reacción del propio elemento de compensación.

Deben considerarse como puntos fijos, a parte de las fijaciones artificiales, todas las conexiones fijas a equipos, bombas, compresores, intercambiadores, motores, injertos de tubería, torres de refrigeración, calderas etc. así como los codos a 90° excepto cuando forman parte de un sistema de compensación.

Para el calculo de las resistencias en los puntos fijos, en los dos casos anteriores, se tendrán en cuenta las resistencias que se generan en la tubería debido a la colocación de soportes-guías intermedios que sumados a las tensiones calculadas anteriormente nos aumentarán notablemente el valor final de la tensión:

Caso sin compensación:

$$F = (\sigma \cdot S) + \Sigma_R$$

Caso con compensador

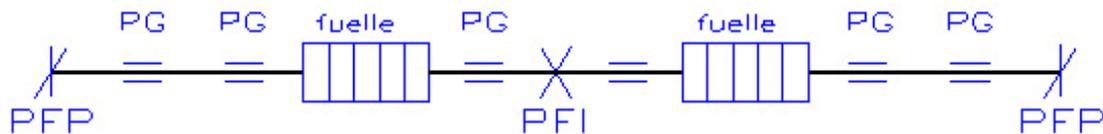
$$F = P \cdot A_m + (1/2 \cdot \Delta_L \cdot R) + \Sigma_R$$

Donde  $\Sigma_R$  es el sumatorio de todas las resistencias ofrecidas por las guías a lo largo de la tubería.

## Punto Fijo Intermedio PFI

Es un punto situado entre dos puntos fijos.

En la figura anexa se muestra una disposición característica; un largo tramo recto ha sido dividido en dos segmentos más cortos, con objeto de adaptar los valores de dilatación obtenidos al rendimiento de dos elementos de compensación convencionales.



El correcto dimensionado de estos puntos no ofrece mayor dificultad, debido a que las fuerzas engendradas por el sistema tienden a anularse sobre ellos por ser de sentidos opuestos. En el caso más desfavorable, desigualdad de estas fuerzas, la resultante será la diferencia de ambas, obteniéndose normalmente un valor pequeño.

Lo ideal es que ambas sean iguales, con lo cual el sistema queda en equilibrio.

## Puntos de Guía PG

Son puntos que repartidos uniformemente a lo largo de toda la tubería evitan la desalineación de esta respecto a su eje al mismo tiempo que permiten y facilitan el desplazamiento del tubo en sentido longitudinal u otro si necesario.

Estos puntos son asimismo muy importantes, haya o no elementos de compensación dentro del sistema, ya que es mediante su acción que conseguiremos “dirigir” la tubería en el sentido de desplazamiento previsto.

En su diseño ha de tenerse en cuenta que la superficie de deslizamiento sea suficiente para no descabalar y siempre superior al valor de dilatación en ese punto, asimismo deberá ser considerado en sentido negativo, es decir retracción si la temperatura puede ser negativa o la tubería pre-estirada en frío.

Deberán procurarse coeficientes de rozamiento pequeños con objeto de la suma del producto del peso de la tubería por dicho coeficiente y por todos los puntos de guía no dé un valor excesivo de carga sobre el punto fijo o incluso llegue a atascar la tubería impidiendo su movimiento.

La distribución de puntos fijos y de guía es variable; debe, por tanto, estudiarse para cada instalación en función del sistema de compensación adoptado y fluidos conducidos.

Los puntos de guía deben tener una holgura de un par de mm en diámetro sin hacer contacto con el tubo o patín de forma que aseguremos el libre desplazamiento axial o la necesaria para permitir otro tipo de desplazamiento si es el caso.

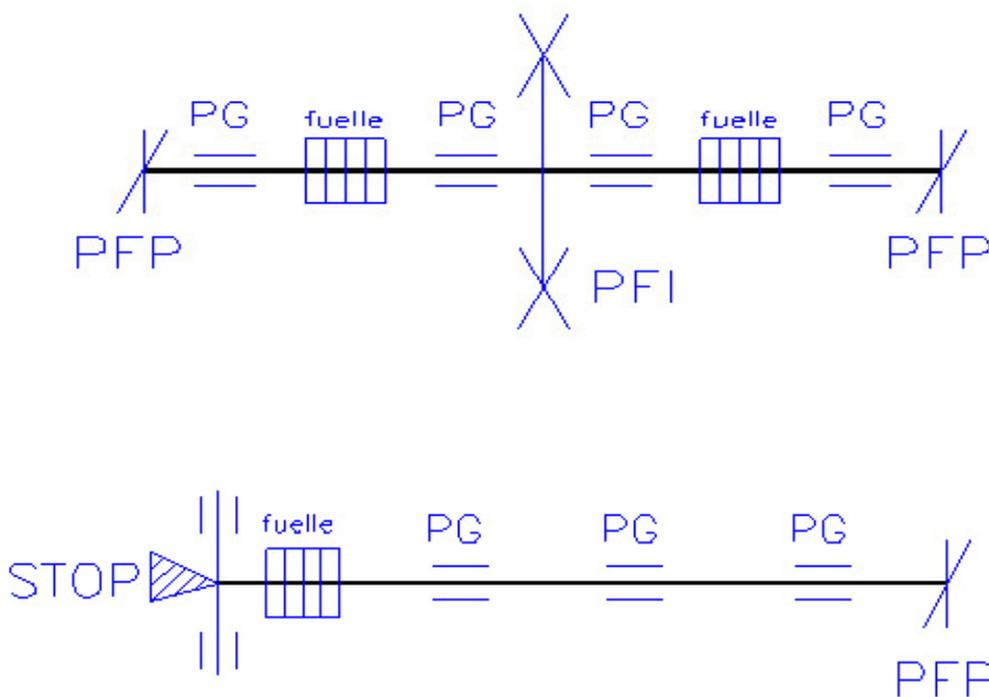
Fundamental recordar:

Los puntos fijos existen siempre, los puntos fijos intermedios si no los prevenimos se crean ellos solos incontroladamente y los puntos guía deberemos incorporarlos siempre al proyecto si queremos llevar la tubería a alguna parte y que no se nos caiga todo.

**Restricciones STOP**

Denominaremos así a ciertos puntos que actuarán como puntos fijos en un sentido y eje y como punto guía en otro al mismo tiempo.

A continuación, adjuntamos las siguientes figuras que representan los puntos anteriores:



## APLICACION DE COMPENSADORES AXIALES

En el empleo de este tipo de compensadores, existen dos factores muy importantes a tomar en cuenta:

- 1) El montaje de acuerdo a un sistema de puntos fijos y de guía adecuados.
- 2) Las reacciones que provocan sobre las tuberías.

En función del DN y modelo disponible o propuesto las fórmulas básicas de aplicación serán:

$$C \cdot K_c \cdot N_c$$

C = movimiento nominal

$C_{adm}$  = movimiento admisible

$K_c$  = coeficiente reductor de carrera en función de la temperatura

$N_c$  = número de ciclos de vida si es diferente de 1.000

$$P \cdot K_p$$

P = presión nominal

$K_p$  = coeficiente reductor de presión en función de la temperatura

$$\Delta_L / C_{adm} = n^\circ \text{ total de compensadores axiales necesarios}$$

$\Delta_L$  = dilatación axial total

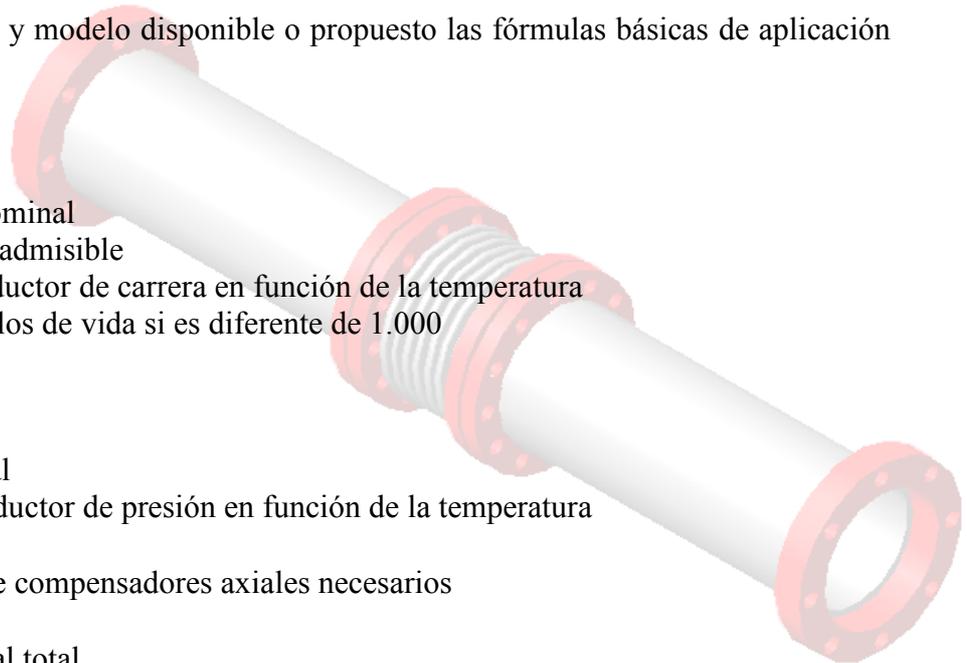
$$F_R = P \cdot A_m + \frac{1}{2} \cdot C_{adm} \cdot R + \sum R$$

$F_R$  = fuerza total ejercida sobre la tubería

$A_m$  = área media efectiva del compensador

R = rigidez del compensador

$\sum R$  = sumatorio de todas las resistencias ofrecidas por las guías a lo largo de la tubería



**EJEMPLO DE CÁLCULO:**

Línea de tubería en acero al carbono de la cual conocemos que la dilatación

$$\Delta_L = 70,29\text{mm}$$

Fluido → Agua

Presión de trabajo → 8 Bar

Temperatura → 95°C

*Verificación de idoneidad de la presión nominal:*

Elegimos sobre catálogo un compensador PN16.

$$\text{Condición de idoneidad} \Rightarrow \text{PN} \cdot K_p \geq P_{\text{TRABAJO}}$$

Por tablas, para T=95°C  $K_p = 0,84$ ;  $16 \cdot 0,84 = \mathbf{13,44} \geq \mathbf{8} \Rightarrow \text{OK}$

*Verificación de idoneidad de la carrera disponible:*

Elegimos sobre catálogo un compensador con una carrera de 30mm.

$$\text{Condición de idoneidad} \Rightarrow C \cdot K_c \geq \Delta_{\text{LINEA}}$$

Por tablas, para T=95°C  $K_p = 0,84$ ;  $30 \cdot 0,85 = \mathbf{25,5} < \mathbf{70,29} \Rightarrow \text{MAL}$

Posibles soluciones:

- ❖ Si existe una carrera superior, pasar a ella y recalcular a ver si es suficiente.
- ❖ Si no existe carrera superior, montar más de un compensador.

$$25,5 \cdot \mathbf{3} \text{ compensadores} = \mathbf{76,5} > \mathbf{70,29} \Rightarrow \text{OK}$$

Para más información, tablas de  $K_p$  y  $K_c$  disponibles **en el catálogo de CORACI S.A.**

Actualmente el catálogo de **CORACI, S.A.** dispone de una serie de gamas bien diferenciadas:

COMPENSADORES		DN	APLICACIÓN
MATERIAL	TIPO		
CAUCHO	C-FLEX	12 mm hasta 2.800 mm	General e industria
METÁLICOS	KAPPA-A	12 mm hasta 50 mm	Calefacción y A.A.
	KMC KFC	12 mm hasta 300 mm	Calefacción y A.A.
	HMC HFC	40 mm hasta 2200 mm	Industria
	CMC CFC	1.000mm hasta 10.000 mm	Industria
TEXTILES	TXT	Cualquier dimensión bajo demanda	Industria
TEFLON	PTFE	40mm hasta 500mm (otras bajo pedido)	Ind. Química

que fabrica y distribuye en, para y desde España a diversos países del mundo.

Para **asegurar la instalación** en caso de ausencia del punto fijo por error del instalador o rotura accidental del mismo que provocaría la extensión total de un compensador sometido a presión, **todos ellos pueden ser dotados de un elemento de seguridad patentado por CORACI, S.A. consistente en un dispositivo limitador en extensión y compresión.**

## **TUBOS FLEXIBLES**

Son elementos elásticos contruidos en base a una estructura tubular más o menos reforzada que puede ser de material sintético (caucho, silicona, PTFE, etc.) o metálico (aleaciones de cobre y más usualmente aceros inoxidable y altos aleados).

A diferencia de los compensadores con los que no deben ser confundidos, ni utilizados como sustitutos de aquellos, su longitud puede ser teóricamente indefinida.

En ocasiones se utilizan para absorber dilataciones pero nunca axialmente, sólo imitando el comportamiento de los sistemas articulados.

Se emplean con mayor seguridad para establecer conexiones flexibles entre dos puntos rígidos que tienen un movimiento relativo entre sí, bien sea cíclico por razones de producción (autoclaves, prensas de bandejas, inyección, refrigeración, etc.) o esporádica (desplazamiento de una máquina, desmontaje de equipos para su traslado o limpieza, etc)

En todo caso **constituyen uniones muy fiables que facilitan el montaje, desmontaje y eliminan o amortiguan efectos indeseables de vibraciones generadas por máquinas así como también tensiones** sobre derivaciones de línea principal hacia aerotermos y otros equipos, con las ventajas de soportar elevadas presiones y altas temperaturas (hasta aprox. 600°C) simultáneamente, en el caso de las tuberías **metálicas** flexibles.

Sus **posibilidades de conexión son innumerables**, cualquier accesorio que pueda ser prensado o soldado es adaptable a un tubo flexible.

Para su selección y forma de colocación, recomendamos seguir las instrucciones sobre catálogo del fabricante según requerimientos del servicio y normativa al respecto.



## CONCLUSION

**Conocido el fenómeno de la dilatación, no puede ignorarse.**

Aunque conocer el comportamiento exacto de los materiales resulta en este caso verdaderamente complejo, cada día lo es menos dado el perfeccionamiento de los modelos teóricos contrastados en potentes programas de cálculo y pruebas reales.

Lo verdaderamente importante es que la información de base sea correcta, que el diseñador tenga suficientes conocimientos para crear el modelo por sí mismo si es necesario y que sepa interpretar y valorar los resultados que se le ofrecen.

O lo que es lo mismo, que esté plenamente convencido y seguro de lo que está haciendo.

## UN COMENTARIO

La fuerte expansión de la industria en los últimos veinticinco años ha provocado un alud de información imposible de digerir individualmente, razón que ha obligado a implantar normativas que simplifican el trabajo de ingeniería así como grupos de trabajo multidisciplinares dado que ante la diversidad y complejidad de cada rama el individuo tiende a especializarse.

Un ingeniero o responsable de proyecto encontrará su atención dispersa entre el conjunto de componentes de la planta pero deberá centrarla en el desarrollo del proyecto y su posterior rendimiento, por lo cual de algunas especialidades muy concretas, no tendrá más que un conocimiento muy superficial.

Lo fundamental es que su base de conocimientos generales sea sólida y le permita solicitar, obtener y saber valorar la ayuda que puedan prestarle otros ingenieros y técnicos especializados en la materia.

En cierto modo la función de coordinador general del proyecto es más importante que saber mucho de algo y del resto nada.

## Y UN CONSEJO.

### EL DISEÑADOR DEBE HACER RESPETAR SU DISEÑO

Cuando hablamos de proyectos de ingeniería y productos técnicos que han requerido toda nuestra atención y un buen montón de horas para especificar los componentes adecuados con los cuales se asegura un resultado satisfactorio, de ninguna forma es aconsejable permitir la introducción de modificaciones.

El buen criterio aconseja escuchar siempre, pero en los casos en que como el presente, la modificación de un punto fijo, de guía, soporte o elemento de compensación puede modificar el comportamiento de toda una línea de tubería, ó se vé muy clara la mejora ó es preferible no ceder a los cambios que suelen proponer sobre la marcha y que pueden acabar por convertir un buen proyecto en un galimatías.

No deje de visitar nuestra página web, solicitar información y catálogos, así como nuestra colaboración. Se la prestaremos encantados. Nuestros objetivos són comunes: realizar buenos proyectos de ingeniería con buenos materiales y contribuir con ello a un desarrollo correcto de nuestra industria basado en la Calidad, Fiabilidad y Garantía.



#### SEDE SOCIAL / MAIN OFFICES

Albert Einstein 56-62, Naves 19 y 20. Polígono industrial Almeda I

08940 CORNELLA DE LLOBREGAT (Barcelona) España

Tel. 34 93 474 11 11 – Fax: 34 93 377 06 45

e-mail: [coraci@coraci.es](mailto:coraci@coraci.es)

web: <http://www.coraci.es>

#### TALLERES / WORKSHOPS

CORNELLA DE LLOBREGAT (Barcelona) España





 **coraci**sa

**SEDE SOCIAL / MAIN OFFICES**

Albert Einstein 56-62, Naves 19 y 20, Polígono Industrial Almeda I  
08940 CORNELLÁ DE LLOBREGAT (Barcelona) España  
Tel. 34 93 474 11 11 - Fax: 34 93 377 06 45  
e-mail: [coraci@coraci.es](mailto:coraci@coraci.es)  
web: <http://www.coraci.es>

**DELEGACIONES / OTHER SALES OFFICES**

MADRID - BILBAO

**TALLERES / WORKSHOPS**

CORNELLÁ DE LLOBREGAT (Barcelona) España