

APPLICAZIONE E INSTALLAZIONE
APPLICATION AND INSTALLATION



IDROSapiens



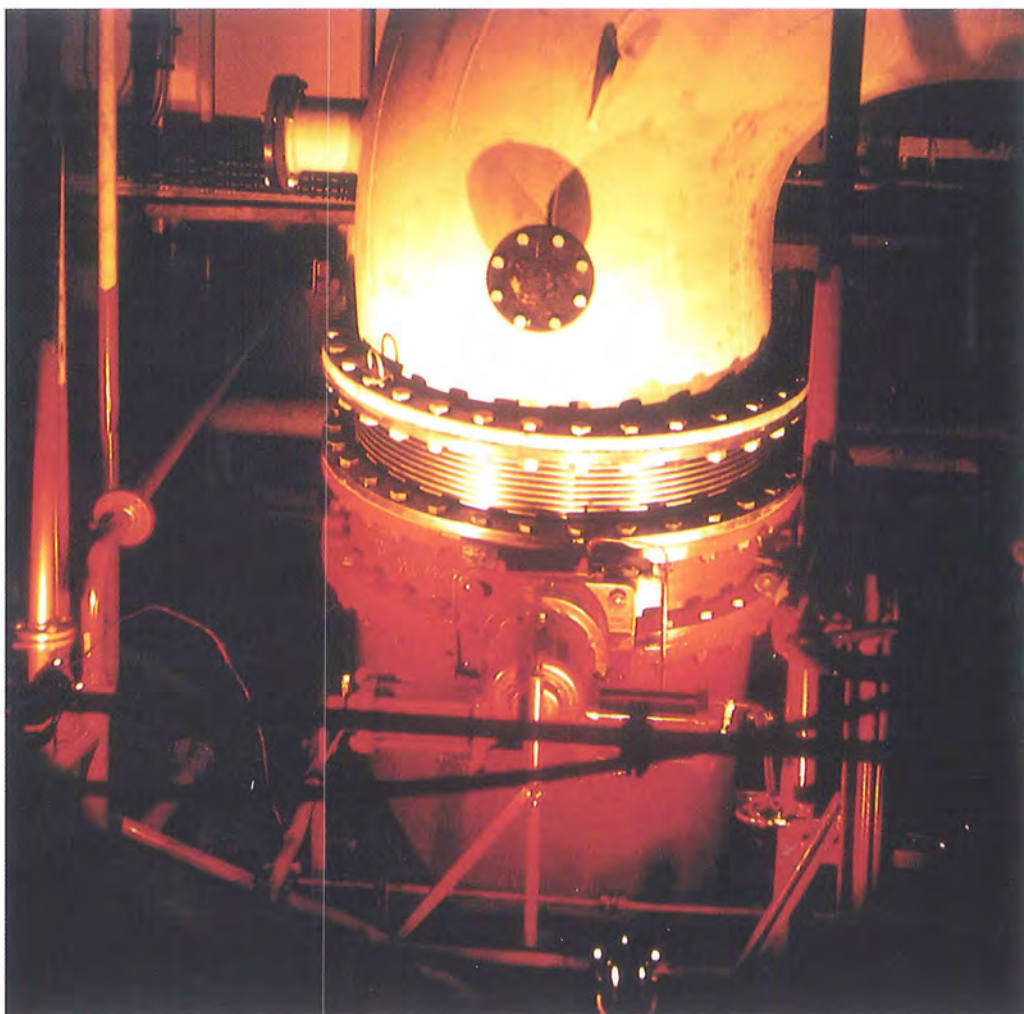
INDICE
INDEX

Applicazione e installazione
Application and installation

da pag. 51 a pag. 82

COMPENSATORI DI DILATAZIONE IDROINOX ***IDROINOX EXPANSION JOINTS***

APPLICAZIONE ED INSTALLAZIONE
APPLICATION AND INSTALLATION



INDICE

- 1.0 Criteri di impiego e scelta dei compensatori di dilatazione IDROINOX.
- 1.1 Scelta della pressione nominale in funzione della temperatura.
- 1.2 Durata.
- 1.3 Temperature massime ammissibili per compensatori di dilatazione IDROINOX standard con soffiello in acciaio inox ASTM A 240 Tipo 321 e rimanenti parti in acciaio al carbonio.
- 2.0 Installazione dei compensatori di dilatazione IDROINOX.
- 2.1 Calcolo dilatazione termica.
- 2.2 Punti fissi e guide.
- 2.3 Nomenclatura e simbologia.
- 2.4 Installazione compensatori di dilatazione assiali.
- 2.5 Pretensione.
- 2.6 Installazione compensatori di dilatazione a snodo semplice e cardanico.
- 2.7 Installazione compensatori di dilatazione laterali.
- 2.8 Installazione compensatori di dilatazione universali.

TABLE OF CONTENTS

- 1.0 *How to select IDROINOX expansion joints.*
- 1.1 *Selection of nominal pressure versus temperature.*
- 1.2 *Fatigue life.*
- 1.3 *Max allowable temperatures for IDROINOX standard expansion joints with bellows in stainless steel ASTM A 240 Type 321 and the other parts in carbon steel.*
- 2.0 *Installation of IDROINOX expansion joints.*
- 2.1 *Thermal expansion joint calculation.*
- 2.2 *Pipe anchors and guide.*
- 2.3 *Nomenclature and symbology.*
- 2.4 *Axial expansion joints installation.*
- 2.5 *Cold spring.*
- 2.6 *Hinged and gimbal expansion joints installation.*
- 2.7 *Swing expansion joints installation.*
- 2.8 *Universal expansion joints installation.*

1.0 Criteri di impiego e scelta dei compensatori di dilatazione IDROINOX

1.0 How to select IDROINOX expansion joints

1.1 Scelta della pressione nominale in funzione della temperatura

Come è noto la temperatura limita la resistenza dei materiali ed in particolar modo, nei soffietti metallici, limita la capacità di resistere alla pressione interna.

Pertanto occorre correggere convenientemente la pressione di esercizio in funzione della temperatura per trovare il corrispondente valore a freddo.

P	= Pressione d'esercizio	MPa
T	= Temperatura d'esercizio corrispondente alla P	°C
Cp	= Fattore di correzione in funzione del materiale e della temperatura (vedi tabella pag. 5) riferito a soffietti indicati nella tabella	
Pc	= Pressione a freddo equivalente	MPa
PN	= Pressione nominale	MPa
P_c	$= \frac{P}{C_p}$	
PN	$\geq P_c$	

1.1 Selection of nominal pressure versus temperature

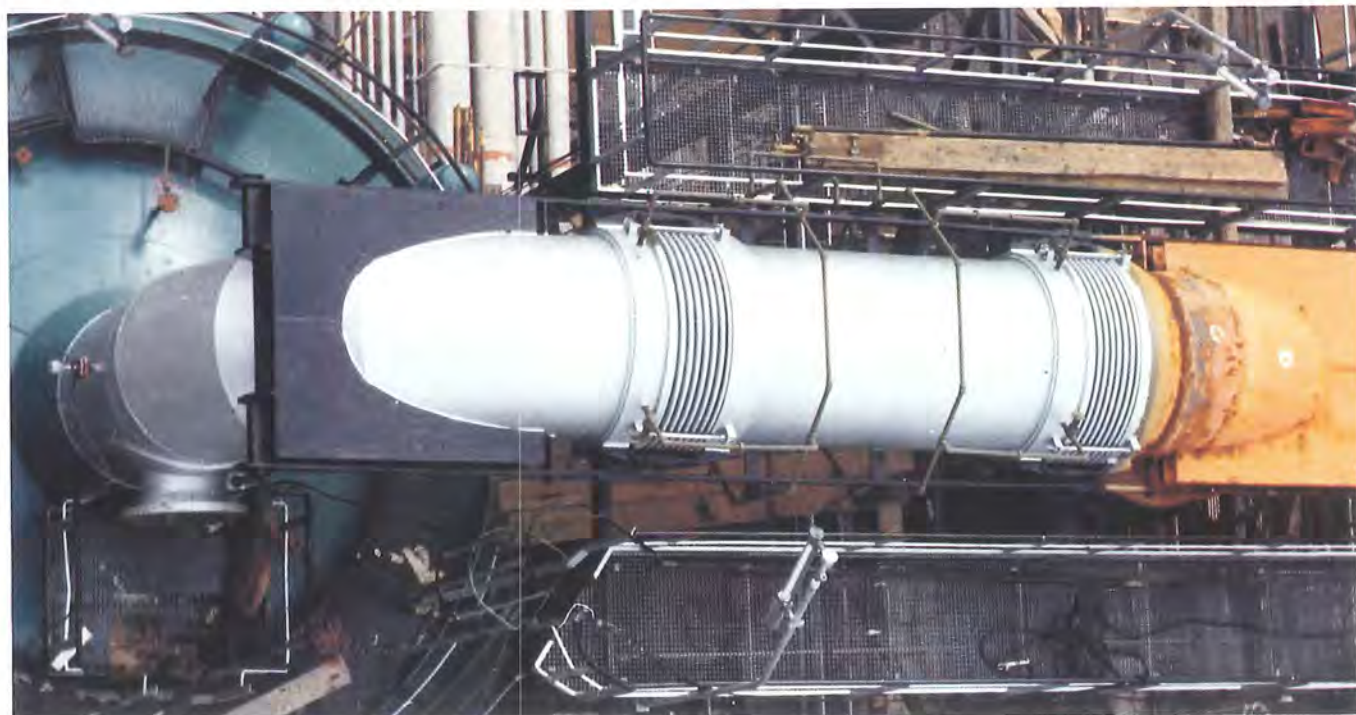
In general, the elevated temperature limits the material strength and therefore the pressure rating of metal bellows decreases as the temperature increases.

For this reason the working pressure must be adjusted as per the temperature in order to find the equivalent cold pressure.

P	= Working pressure	MPa
T	= Working temperature at corresponding P	°C
Cp	= Correction factor versus material and temperature (see table page 5) for bellows shown in the technical sheets	
Pc	= Equivalent cold pressure	MPa
PN	= Nominal pressure	MPa
P_c	$= \frac{P}{C_p}$	
PN	$\geq P_c$	

PN	1	2,5	6	10	16	25	40	64	100
MPa	0,098	0,245	0,588	0,981	1,569	2,452	3,923	6,276	9,81

1 MPa = 10,2 kg/cmq
1 kg/cmq = 0,0981 MPa



1.2 Durata

I soffietti dei compensatori riportati nelle tabelle tecniche sono stati dimensionati per poter sopportare senza alcun inconveniente 1000 cicli completi di esercizio.

Nel caso sia richiesto un numero superiore di cicli occorre aumentare convenientemente la corsa richiesta utilizzando la formula seguente:

$$C_n = \frac{\text{Corsa}}{C_c}$$

N = Numero cicli d'esercizio

Corsa = Valore della corsa di esercizio (assiale, angolare, ecc.)

Cc = Coefficiente in funzione del valore Pc/PN e del numero di cicli N (vedi diagramma relativo a pag. 6)

Cn ≤ Corsa totale indicata nelle tabelle

Esempio:

Compensatore assiale DN 300 terminali a saldare.

P = 0,88 MPa = 9 kg/cmq

T = 180°C

Materiale soffietto acciaio inox Tipo 321
Corsa richiesta di funzionamento = 35 mm.
Numero cicli di esercizio = 5000

□ Dalla tabella per il materiale Tipo 321
Cp = 0,717

□ $P_c = \frac{0,88}{0,717} = 1,227$ scegliere PN 16
(1,570 MPa)

□ PN 16 = 1,570 > 1,227

□ $\frac{P_c}{PN} = \frac{1,227}{1,57} = 0,78$

□ Dal diagramma in funzione di N = 5000 e

$\frac{P_c}{PN} = 0,78$ si ottiene Cc = 0,7

□ $C_n = \frac{\text{Corsa}}{C_c} = \frac{35}{0,7} = 50$

Dalle tabelle tecniche PN 16 DN 300 si trova:
Compensatore IDROINOX Tipo ML 12, capacità di corsa assiale totale $57 \geq 50$, pertanto vengono garantiti e superati i 5000 cicli di esercizio richiesti.

1.2 Fatigue life

The bellows shown in the technical sheets were designed in order to ensure long service life without troubles for 1000 working cycles.

If a greater number of cycles is required, it is necessary to adjust the rated movement using the following formulas:

$$C_n = \frac{\text{Movement}}{C_c}$$

N = Number of working cycles

Movement = Value of the working movement (axial, angular, etc.)

Cc = Correction factor versus value of Pc/PN and the number of cycles N (see graph page 6)

Cn ≤ Total axial movement shown in the technical sheets

Example:

Axial expansion joint DN 300 with welding ends:

P = 0,88 MPa = 9 kg/cmq

T = 180°C

Bellows material stainless steel Type 321
Working movement = 35 mm.

Number of working cycles = 5000

□ From table concerning material Type 321
Cp = 0,717

□ $P_c = \frac{0,88}{0,717} = 1,227$ choose PN 16
(1,570 MPa)

□ PN 16 = 1,570 > 1,227

□ $\frac{P_c}{PN} = \frac{1,227}{1,57} = 0,78$

□ From graph versus values of N = 5000 and

$\frac{P_c}{PN} = 0,78$ find Cc = 0,7

□ $C_n = \frac{\text{Movement}}{C_c} = \frac{35}{0,7} = 50$

From technical sheets PN 16 and DN 300:

IDROINOX expansion joint Type ML 12, total axial movement $57 \geq 50$, therefore the required number of 5000 cycles life is guaranteed.

FATTORE DI CORREZIONE DELLA PRESSIONE IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA (Valori calcolati secondo ASME VIII)
PRESSURE CORRECTION FACTOR VERSUS TEMPERATURE (Values calculated according to ASME VIII)

Temperatura Temperature		FATTORE Cp RIFERITO A SOFFIETTI INDICATI NELLE TABELLE Cp FACTOR REFERRED TO THE BELLOWS SHOWN IN THE TECHNICAL SHEETS									
		ASTM A 240 Type					MONEL	INCONEL	INCONEL	INCOLOY	INCOLOY
°C	°F	304	304L	321	316	316L	400	600	625	800	825
- 28	- 20	1,000	0,835	1,000	1,000	0,835	0,990	1,000	1,000	0,995	1,000
0	32	1,000	0,835	1,000	1,000	0,835	0,990	1,000	1,000	0,995	1,000
20	68	1,000	0,835	1,000	1,000	0,835	0,990	1,000	1,000	0,995	1,000
40	104	0,993	0,801	0,993	0,995	0,831	0,985	1,000	1,000	0,995	1,000
60	140	0,934	0,787	0,939	0,945	0,793	0,943	1,000	1,000	0,995	1,000
80	176	0,874	0,741	0,883	0,895	0,754	0,901	1,000	1,000	0,995	1,000
100	212	0,824	0,704	0,835	0,852	0,715	0,866	1,000	1,000	0,990	1,000
120	248	0,794	0,677	0,802	0,821	0,726	0,847	1,000	1,000	0,975	1,000
140	284	0,763	0,650	0,770	0,790	0,648	0,828	1,000	1,000	0,959	1,000
160	320	0,737	0,628	0,742	0,764	0,621	0,810	1,000	1,000	0,945	1,000
180	356	0,714	0,609	0,717	0,741	0,600	0,802	1,000	1,000	0,932	1,000
200	392	0,691	0,589	0,692	0,718	0,579	0,790	1,000	1,000	0,918	1,000
220	428	0,674	0,577	0,673	0,699	0,563	0,786	1,000	1,000	0,908	1,000
240	464	0,659	0,561	0,656	0,682	0,547	0,784	1,000	1,000	0,899	0,991
260	500	0,643	0,548	0,639	0,665	0,532	0,782	1,000	1,000	0,889	0,974
280	536	0,630	0,536	0,627	0,652	0,520	0,782	1,000	1,000	0,881	0,964
300	572	0,616	0,524	0,615	0,638	0,509	0,782	1,000	1,000	0,874	0,955
320	608	0,606	0,514	0,605	0,626	0,498	0,782	1,000	1,000	0,866	0,945
340	644	0,602	0,507	0,597	0,618	0,490	0,782	1,000	1,000	0,858	0,938
360	680	0,593	0,502	0,590	0,607	0,483	0,782	1,000	1,000	0,850	0,927
380	716	0,585	0,497	0,582	0,600	0,474	0,762	1,000	1,000	0,843	0,919
400	752	0,574	0,489	0,575	0,595	0,467	0,762	1,000	1,000	0,835	0,915
420	788	0,565	0,485	0,575	0,587	0,459	0,760	1,000	1,000	0,827	0,911
440	824	0,559		0,572	0,583	0,452	0,674	1,000	1,000	0,820	0,910
460	860	0,551		0,569	0,578	0,444	0,553	0,967	1,000	0,812	
480	896	0,543		0,565	0,575		0,438	0,863	1,000	0,805	
500	932	0,535		0,564	0,571			0,668	1,000	0,797	
520	968	0,528		0,560	0,567			0,495	1,000	0,789	
540	1004	0,519		0,548	0,563			0,362	1,000	0,781	
560	1040	0,509		0,503	0,559			0,266	1,000	0,774	
580	1076	0,494		0,426	0,553			0,198	1,000	0,731	
600	1112	0,458		0,343	0,535			0,149	1,000	0,651	
620	1148	0,412		0,270	0,497			0,119	1,000	0,528	
640	1184	0,351		0,216	0,425			0,110	0,835	0,406	
660	1220	0,283		0,170	0,353			0,107		0,300	
680	1256	0,243		0,132	0,283					0,210	
700	1292	0,205		0,098	0,228					0,125	
720	1328	0,167		0,073	0,188					0,095	
740	1364	0,145		0,054	0,153					0,078	
760	1400	0,122		0,042	0,122					0,058	
780	1436	0,103		0,031	0,099					0,055	
800	1472	0,086		0,022	0,082					0,048	
820	1508			0,016	0,064					0,041	

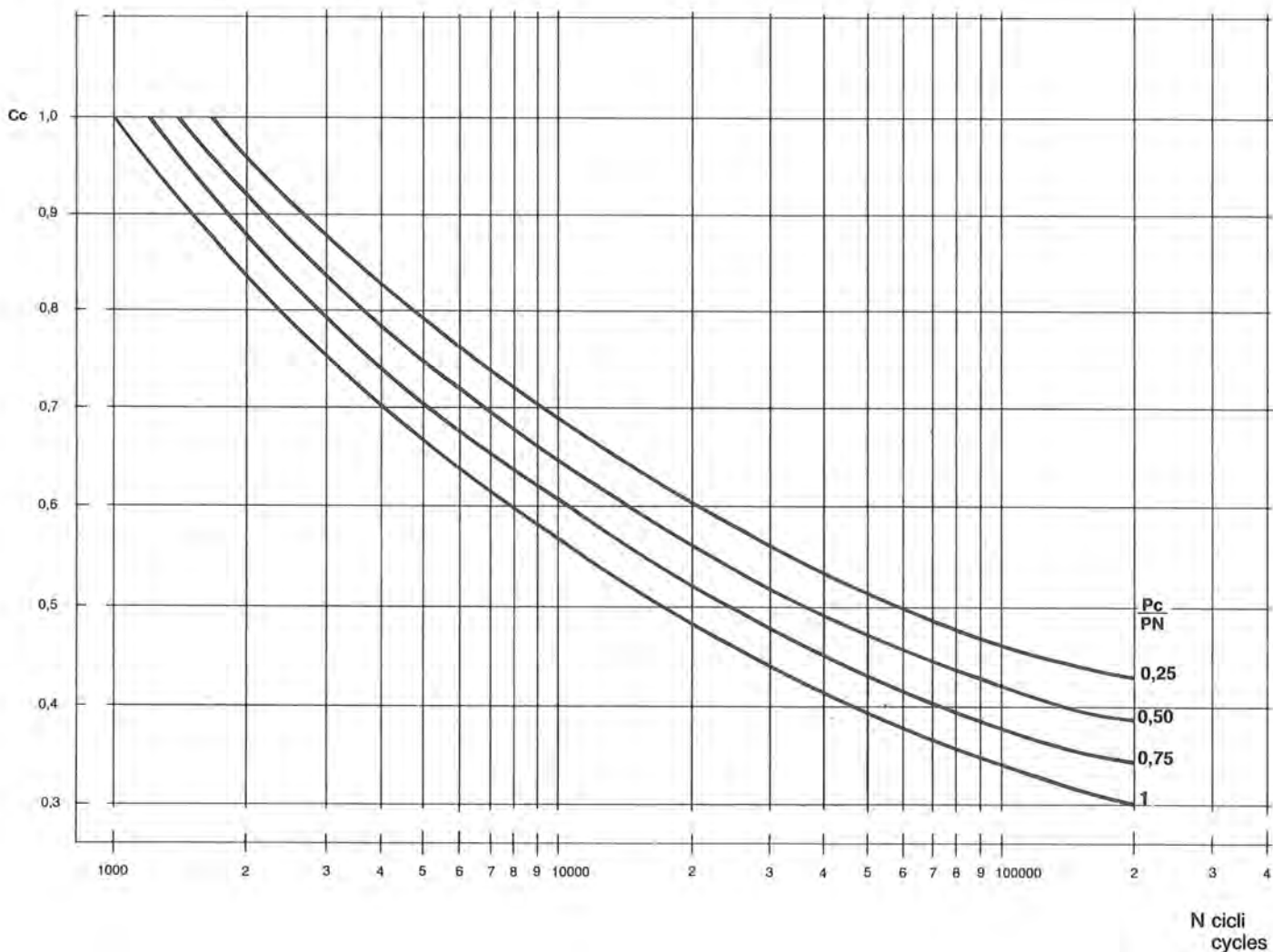
1.3 Temperature massime ammissibili per compensatori IDROINOX standard con soffiello in acciaio inox ASTM A 240 Tipo 321 e rimanenti parti in acciaio al carbonio.

1.3 Max allowable temperature for IDROINOX standard expansion joints with bellows in stainless steel ASTM A 240 Type 321 and the other parts in carbon steel.

TIPO TYPE	MATERIALE ESTREMITÀ CONNECTIONS MATERIAL	MATERIALE TIRANTERIA TIE-RODS MATERIAL	TEMPERATURA MAX MAX TEMPERATURE
Assiali flangiati <i>Axial with flanges</i>	Fe 410 B UNI 7746 Fe 42 B UNI 7070 Fe 44 B UNI 7070		343 °C
	Fe 410.1 KW UNI 5869 ASTM A 105		454 °C
Assiali con attacchi a saldare <i>Axial with welding ends</i>	ASTM A 106 Gr B		454 °C
A snodo <i>Hinged and gimbal</i>	ASTM A 106 Gr B	Fe 37 B UNI 7070 Fe 42 B UNI 7070 Fe 44 B UNI 7070	343 °C
		Fe 410.1 KW UNI 5869	454 °C

**Cc = COEFFICIENTE IN FUNZIONE DEL VALORE Pc/PN E DEL NUMERO DI CICLI N
CORRECTION FACTOR VERSUS VALUE OF Pc/PN AND THE NUMBER OF CYCLES N**

VALORI VALIDI PER TEMPERATURE ≤ 500°C
VALUES VALID FOR TEMPERATURES



2.0 Installazione

2.0 Installation

2.1 Calcolo dilatazione termica

Per trovare la dilatazione termica di una qualsiasi tubazione rettilinea occorre conoscere:

- lunghezza, L mm
- temperatura min esercizio, T min °C
- temperatura max esercizio, T max °C
- materiale della tubazione

$$\Delta = L \cdot e$$

Δ = Dilatazione della tubazione nell'intervallo di temperatura T min e T max, mm

e = Coefficiente di dilatazione termica mm/mm nell'intervallo di temperatura T min e T max (vedi tabella pag. 7)

2.1 Thermal expansion joint calculation

In order to calculate the thermal expansion in a linear piping system it is necessary to know:

- Piping length, L mm
- Min. working temperature, T min °C
- Max. working temperature, T max °C
- Piping material

$$\Delta = L \cdot e$$

Δ = Thermal expansion between T min and T max, mm

e = Thermal expansion factor mm/mm between T min and T max (see table page 7)

Esempio:

Lunghezza tubazione L = 65000 mm

Materiale tubazione: acciaio al carbonio

T min -20°C

T max 240°C

e alla temperatura di 240°C = $2,75 \times 10^{-3}$

e alla temperatura di -20°C = $0,43 \times 10^{-3}$

e totale = $(2,75 + 0,43) \times 10^{-3} = 3,18 \times 10^{-3}$

$\Delta = 65000 \times 3,18 \times 10^{-3} = 206,7$ mm.

Example:

Piping length = 65000 mm

Piping material: carbon steel

T min -20°C

T max 240°C

e at the temperature of 240°C = $2,75 \times 10^{-3}$

e at the temperature of -20°C = $0,43 \times 10^{-3}$

e total = $(2,75 + 0,43) \times 10^{-3} = 3,18 \times 10^{-3}$

$\Delta = 65000 \times 3,18 \times 10^{-3} = 206,7$ mm.

COEFFICIENTI DI DILATAZIONE TERMICA
THERMAL EXPANSION FACTORS

TEMPERATURA TEMPERATURE		MATERIALE MATERIAL				
		Acc. carbonio e basso legato <i>Carbon steel and low alloy carbon steel</i>	Acc. medio legato (Cr-Mo 5 ÷ 9%) <i>Medium alloy carbon steel (Cr-Mo 5 ÷ 9%)</i>	Acciai inox austenitici <i>Austenitic stainless steels</i>	Acciai legati (25 Cr-20 Ni) <i>Alloy steels (25 Cr-20 Ni)</i>	Monel 400 (67 Ni-30 Cu) <i>Monel 400 (67 Ni-30 Cu)</i>
°C	°F					
-200	-328	1,97	1,85	3,21	2,5	2,17
-180	-292	1,83	1,72	2,96	2,31	2,04
-160	-256	1,67	1,58	2,68	2,11	1,90
-140	-220	1,52	1,43	2,40	1,90	1,76
-120	-184	1,35	1,28	2,13	1,70	1,62
-100	-148	1,19	1,13	1,87	1,49	1,47
-80	-112	1,0	0,95	1,39	1,24	1,10
-60	-76	0,82	0,78	0,92	0,99	0,72
-40	-40	0,64	0,6	0,54	0,75	0,42
-20	-4	0,43	0,4	0,36	0,50	0,28
0	32	0,20	0,19	0,17	0,24	0,13
20	68	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
40	104	0,22	0,21	0,32	0,27	0,27
60	140	0,44	0,42	0,66	0,55	0,55
80	176	0,67	0,64	1,0	0,83	0,83
100	212	0,9	0,86	1,33	1,11	1,12
120	248	1,15	1,08	1,67	1,40	1,41
140	284	1,40	1,31	2,01	1,68	1,70
160	320	1,66	1,55	2,36	1,99	2,01
180	356	1,93	1,79	2,72	2,30	2,33
200	392	2,19	2,03	3,08	2,61	2,65
220	428	2,47	2,20	3,45	2,92	2,97
240	464	2,75	2,58	3,81	3,22	3,29
260	500	3,02	2,79	4,17	3,53	3,61
280	536	3,31	3,05	4,53	3,86	3,95
300	572	3,60	3,32	4,91	4,18	4,28
320	608	3,89	3,58	5,28	4,51	4,62
340	644	4,21	3,86	5,66	4,84	4,98
360	680	4,52	4,13	6,04	5,18	5,33
380	716	4,83	4,41	6,42	5,52	5,69
400	752	5,15	4,69	6,81	5,86	6,05
420	788	5,47	4,98	7,20	6,21	6,41
440	824	5,80	5,27	7,59	6,57	6,79
460	860	6,14	5,57	7,99	6,93	7,18
480	896	6,48	5,86	8,39	7,29	7,56
500	932	6,80	6,15	8,79	7,64	7,95
520	968	7,12	6,45	9,20	7,98	8,33
540	1004	7,44	6,74	9,60	8,33	8,72
560	1040	7,79	7,03	10,0	8,68	9,13
580	1076	8,14	7,32	10,4	9,03	9,54
600	1112	8,48	7,61	10,84	9,38	9,94
620	1148	8,79	7,91	11,24	9,74	10,35
640	1184	9,11	8,20	11,65	10,09	10,77
660	1220	9,44	8,50	12,05	10,44	11,22
680	1256	9,77	8,82	12,46	10,79	11,63
700	1292	10,11	9,14	12,87	11,14	12,03
720	1328	10,44	9,44	13,28	11,49	12,46
740	1364	10,77	9,74	13,68	11,84	12,90
760	1400	11,11	10,04	14,02	12,20	13,11

2.2 Punti fissi e guide

Punto fisso principale PF

Il punto fisso principale è in grado di sopportare tutte le forze dovute a:

- spinta di fondo del compensatore dovuta alla pressione interna
- reazione elastica del compensatore
- flusso
- attrito sulle guide
- carichi esterni, ecc.

Punto fisso intermedio PI

Il punto fisso intermedio è in grado di sopportare solo le forze dovute a:

- reazione elastica del compensatore
- flusso
- attrito sulle guide, ecc.,
ma non la spinta dovuta alla pressione interna.

Punto fisso unidirezionale PU

Il punto fisso unidirezionale è in grado di sopportare forze in una sola direzione e permette il movimento nell'altra.

Le forze sono dovute a:

- spinta di fondo del compensatore dovuta alla pressione interna
- reazione elastica del compensatore
- flusso
- attrito sulle guide, carichi esterni, ecc.

2.2 Anchor points and guides

Main anchor PF

A main anchor must be designed to withstand the following forces:

- full line thrust due to internal pressure*
- elastic spring rate of the expansion joint*
- flow*
- frictional forces due to the pipe guides*
- external forces, etc.*

Intermediate anchor PI

The intermediate pipe anchor must be designed to withstand only the following forces:

- elastic spring rate of the expansion joint*
- flow*
- frictional forces due to the pipe guides, etc.*
but it does not withstand the force due to the internal pressure.

Directional main anchor PU

The directional main sliding anchor is designed to absorb forces in only one direction while permitting motion in the other one.

It may withstand the following forces:

- full line thrust due to the internal pressure*
- elastic spring rate of the expansion joint*
- flow*
- frictional forces due to the pipe guides, external loads, etc.*



Guida scorrevole GS

La guida scorrevole permette il libero movimento del tubo solo lungo il suo asse. Deve essere realizzata in modo tale da avere una bassa forza d'attrito. Nel caso di compensatori assiali deve guidare il tubo in senso assiale ed impedire movimenti nelle altre direzioni. In altri casi la guida scorrevole può essere realizzata mediante rullo di appoggio.

Guida di allineamento GA

La guida di allineamento permette movimenti trasversali e/o flessioni del tubo in un solo piano. Normalmente è impiegata nelle installazioni a L e a Z con movimenti laterali ed angolari.

Guida unidirezionale GU

La guida unidirezionale è in grado di sopportare forze in una sola direzione e permette il movimento nell'altra.

Le forze sono dovute a:

- reazione elastica del compensatore
- flusso
- attrito sulle guide, ecc.

ma non alla spinta dovuta alla pressione interna.

Supporto elastico SE

Serve a sostenere il peso della tubazione e degli accessori, permettendone il libero movimento.

Può essere a carico costante o variabile.

Pipe alignment guide GS

The pipe alignment guide permits the free movement of the pipe in one direction along the axis of the pipe.

It shall be designed primarily for axial movement only in order to avoid movements in other directions and in some cases the pipe roll may be employed.

Planar pipe alignment guide GA

The planar pipe alignment guide is a framework which permits bending or transverse movement of the pipe in one plane.

It is designed primarily for use in L, Z applications with angular and lateral movements.

Directional guide GU

The directional guide may withstand forces in only one direction and allows the movement in the other.

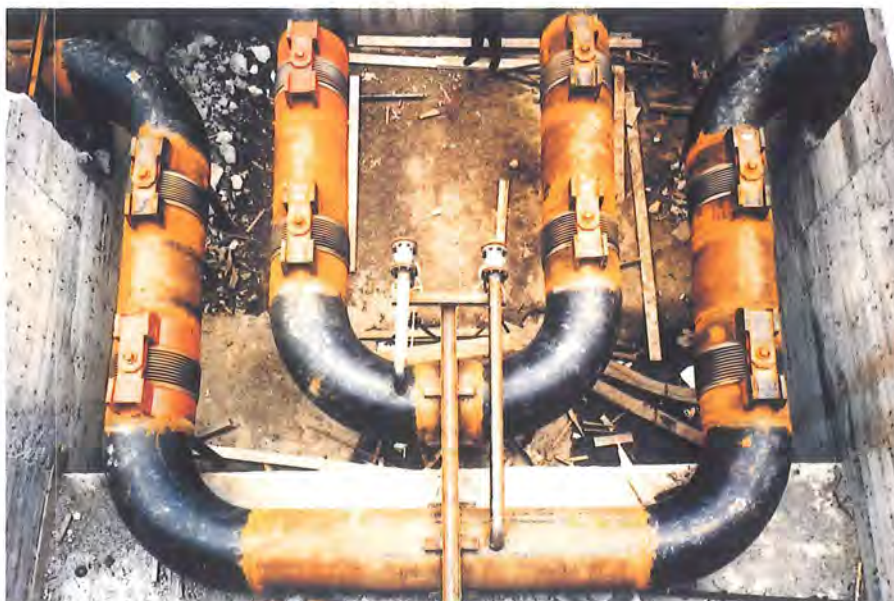
The forces are due to:

- elastic spring rate of the expansion joint
 - flow
 - frictional forces due to the pipe guides, etc.
- but it does not withstand the force due to the internal pressure.*

Spring hanger SE

Spring hangers are generally used to support the weight of a pipeline system permitting the free movements.

It may be constant or variable.



2.3 Nomenclatura e simbologia

2.3.1 Nomenclatura

e	= Coefficiente lineare di dilatazione termica	mm/mm
$\Delta 1$	= Dilatazione termica tratta di tubazione L1	mm
$\Delta 2$	= Dilatazione termica tratta di tubazione L2	mm
$\Delta 3$	= Dilatazione termica tratta di tubazione (L3 + L4 + L5), L0, L6	mm
ΔT	= Risultante delle dilatazioni	mm
L1, L2, L0	= Lunghezze tratte di tubazione	mm
L3, L4, L5, L6	= Interassi compensatori	mm
L7, L8, L9	= Distanze tra le guide	mm
L	= Lunghezza compensatore	mm
α	= Angolo in genere del compensatore	gradi
$\alpha 1$	= Angolo compensatore 1	gradi
$\alpha 2$	= Angolo compensatore 2	gradi
$\alpha 3$	= Angolo compensatore 3	gradi
$\alpha 2a$	= Angolo componente compensatore 2	gradi
$\alpha 2b$	= Angolo componente compensatore 2	gradi
$\alpha 3a$	= Angolo componente compensatore 3	gradi
$\alpha 3b$	= Angolo componente compensatore 3	gradi
PI1, PI2, PI3	= Punti fissi intermedi	
PF1, PF2	= Punti fissi principali	
PU1, PU2	= Punti fissi unidirezionali	
GS	= Guida scorrevole	
GA	= Guida di allineamento	
GU1, GU2	= Guide unidirezionali	
SE	= Supporto elastico	
FPI1, FPI2, FPI3	= Forze assiali sui punti fissi intermedi	
FPF1, FPF2	= Forze assiali sui punti fissi principali	
FPU1, FPU2	= Forze normali sui punti fissi unidirezionali	
FGU1, FGU2	= Forze normali su guide unidirezionali	
P	= Pressione esercizio	MPa
A	= Area media effettiva del compensatore	cmq
E	= Corsa assiale totale del compensatore	mm
R	= Rigidezza assiale elastica del compensatore	N/mm
Vc	= Rigidezza laterale elastica del compensatore	N/mm
Mc	= Momento di reazione elastica	Nm/grado
Ma	= Momento d'attrito dei perni	Nm/MPa
Map	= Momento d'attrito dei perni alla pressione P	Nm
M1, M2, M3	= Momento totale sul compensatore 1, 2, 3	Nm
Va	= Reazione d'attrito degli snodi	N/MPa
Vap	= Reazione d'attrito degli snodi alla pressione P	N
Fa	= Forza d'attrito sulle guide	N
Fe	= Forza assiale elastica del compensatore	N
x	= Abbassamento (-) ed innalzamento (+) della tubazione dovuto alla dilatazione ed alla rotazione	mm
FS	= Spinta di fondo dovuta alla pressione = 100 A · P	N

NB. Gli sforzi considerati e calcolati con le formule indicate, non tengono conto del peso della tubazione, del fluido interno, dei carichi esterni, ecc.

Ma si riferisce ai compensatori a snodo semplice e cardanico.

Va si riferisce ai compensatori laterali.

2.3 Nomenclature and symbology

2.3.1 Nomenclature

e	= Coefficient of thermal linear expansion	mm/mm
$\Delta 1$	= Thermal expansion piping L1	mm
$\Delta 2$	= Thermal expansion piping L2	mm
$\Delta 3$	= Thermal expansion piping (L3 + L4 + L5), L0, L6	mm
ΔT	= Resultant of the expansions	mm
L1, L2, L0	= Piping lengths	mm
L3, L4, L5, L6	= Distances between expansion joints	mm
L7, L8, L9	= Distances between guides	mm
L	= Expansion joint length	mm
α	= Angle of the expansion joint in general	deg
$\alpha 1$	= Angle of the expansion joint 1	deg
$\alpha 2$	= Angle of the expansion joint 2	deg
$\alpha 3$	= Angle of the expansion joint 3	deg
$\alpha 2a$	= Angle component of expansion joint 2	deg
$\alpha 2b$	= Angle component of expansion joint 2	deg
$\alpha 3a$	= Angle component of expansion joint 3	deg
$\alpha 3b$	= Angle component of expansion joint 3	deg
PI1, PI2, PI3	= Intermediate main anchors	
PF1, PF2	= Main anchors	
PU1, PU2	= Directional main anchors	
GS	= Pipe alignment guide	
GA	= Planar pipe alignment guide	
GU1, GU2	= Directional intermediate anchors with guide	
SE	= Spring hanger	
FPI1, FPI2, FPI3	= Axial forces on the intermediate main anchors	
FPF1, FPF2	= Axial forces on the main anchors	
FPU1, FPU2	= Forces on unidirectional main anchors	
FGU1, FGU2	= Forces on unidirectional guides	
P	= Working pressure	MPa
A	= Effective area of the expansion joint	cm ²
E	= Total axial movement	mm
R	= Axial spring rate of the expansion joint	N/mm
Vc	= Lateral spring rate of the expansion joint	N/mm
Mc	= Elastic reaction moment	Nm/deg
Ma	= Frictional moment of the pins	Nm/MPa
Map	= Frictional moment of the pins at P pressure	Nm
M1, M2, M3	= Total moment of expansion joint 1, 2, 3	Nm
Va	= Frictional reaction of the articulations	N/MPa
Vap	= Frictional reaction of the articulations at P pressure	N
Fa	= Frictional force on guides	N
Fe	= Axial spring force of expansion joint	N
x	= Lowering (-) and elevation (+) of the piping due to the expansion or the rotation	mm
FS	= Full line thrust due to the internal pressure = 100 A · P	N

The forces calculated on the ground of the shown equations do not consider the weight of the pipeline, internal fluid, external loads, etc.

Ma is referred to hinged and gimbal expansion joints.

Va is referred to lateral expansion joints.

2.3.2 Simbologia

2.3.2 Symbology

COMPENSATORI DI DILATAZIONE EXPANSION JOINTS



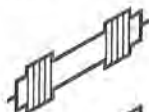
ASSIALE
AXIAL



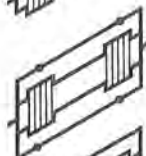
SNODO
HINGED



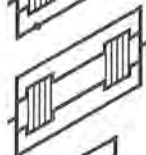
SNODO CARDANICO
GIMBAL



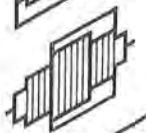
UNIVERSALE
UNIVERSAL



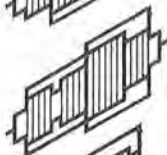
LATERALE
SWING



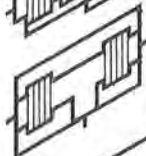
LATERALE UNIVERSALE
UNIVERSAL SWING



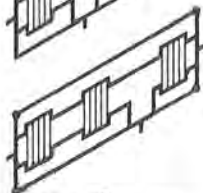
ASSIALE A SPINTA ELIMINATA
AXIAL PRESSURE BALANCED



UNIVERSALE A SPINTA ELIMINATA
UNIVERSAL PRESSURE BALANCED



ASSIALE A SPINTA ELIMINATA CON CURVA
AXIAL PRESSURE BALANCED WITH ELBOW



UNIVERSALE A SPINTA ELIMINATA CON CURVA
UNIVERSAL PRESSURE BALANCED WITH ELBOW

VINCOLI E SUPPORTI ANCHORS AND SUPPORTS



PI

PUNTO FISSO INTERMEDIO
INTERMEDIATE PIPE ANCHOR



GA

GUIDA DI ALLINEAMENTO
PLANAR PIPE ALIGNMENT GUIDE



GS

GUIDA SCORREVOLE
PIPE ALIGNMENT GUIDE



GU

GUIDA UNIDIREZIONALE
DIRECTIONAL GUIDE



PF

PUNTO FISSO PRINCIPALE
MAIN PIPE ANCHOR



PU

PUNTO FISSO UNIDIREZIONALE
DIRECTIONAL MAIN ANCHOR



SE

SUPPORTO ELASTICO
SPRING HANGER

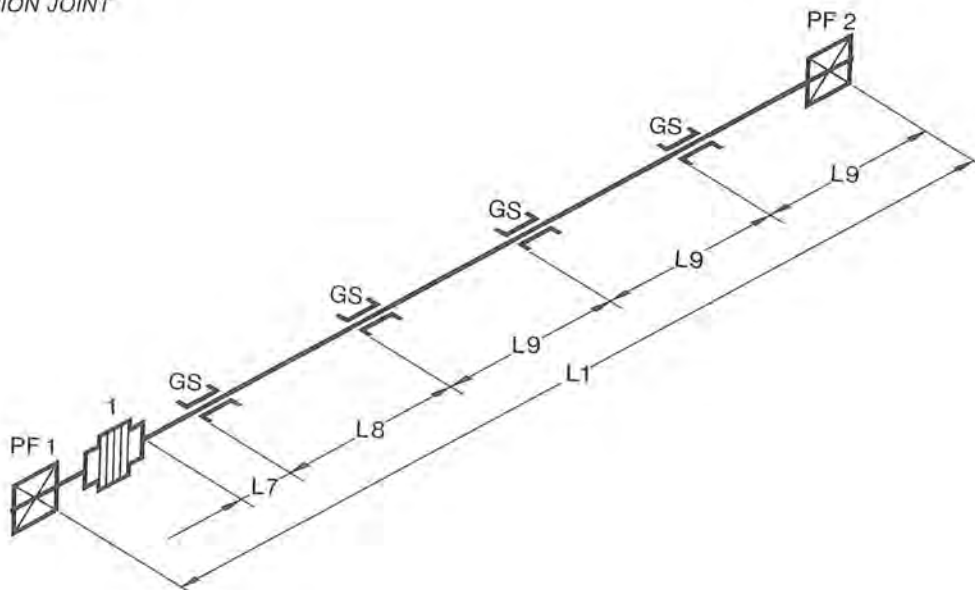
2.4 Installazione compensatori di dilatazione assiali

I compensatori assiali sono studiati per assorbire solo movimenti assiali. Devono sempre essere installati tra due punti fissi opportunamente dimensionati e perfettamente guidati. Nel caso di compensatori con astuccio interno occorre fare attenzione alla direzione del flusso indicata con una freccia. Nel caso di compensatori con terminali a saldare, durante il montaggio proteggere il soffiato da spruzzi di saldatura. I compensatori assiali possono effettuare una corsa in allungamento ed in compressione. Se la tubazione all'atto del montaggio ha una temperatura uguale alla minima prevista in esercizio, il compensatore deve essere preteso per una misura pari a quella della corsa in allungamento, onde poter effettuare la corsa in compressione richiesta. Se la tubazione all'atto del montaggio ha una temperatura differente dalla minima prevista, il compensatore deve essere montato con diversa pretensione, ovvero con lunghezza differente, che può essere calcolata con la formula riportata a pag. 15).

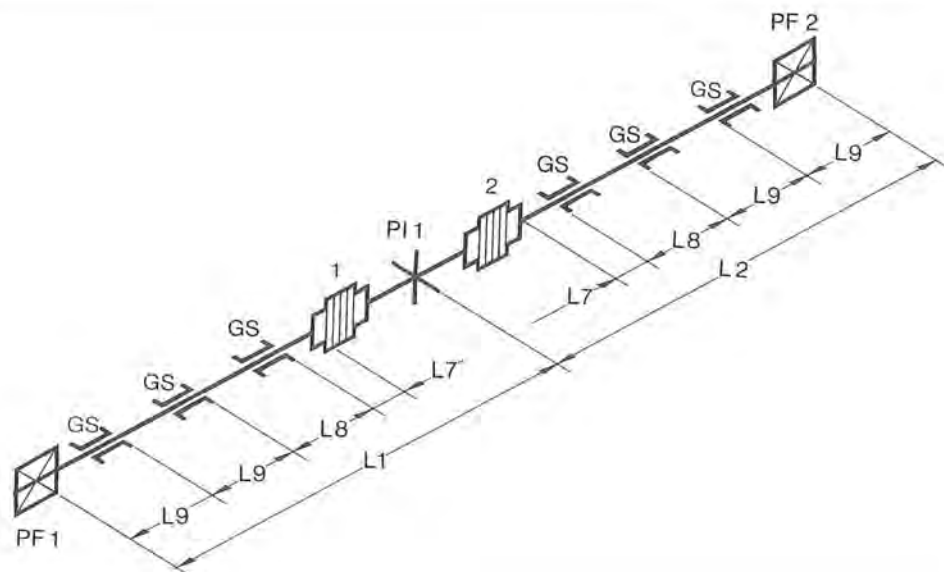
2.4 Axial expansion joints installation

Axial expansion joints are designed only to accommodate axial movements. They must be always installed between 2 main pipe anchors and guides carefully designed. In the case of expansion joints with internal sleeve particular attention must be paid to the direction of the flow indicated by an arrow. In the expansion joints with welding ends the bellows must be protected during welding process. Axial expansion joints are able to accommodate axial movement in extension and in compression. If the installation temperature is the one foreseen the expansion joint must be extended, but if the installation temperature is different from the min. temperature, the expansion joint must be installed with a different length (this can be easily determined using the formulas on page 15).

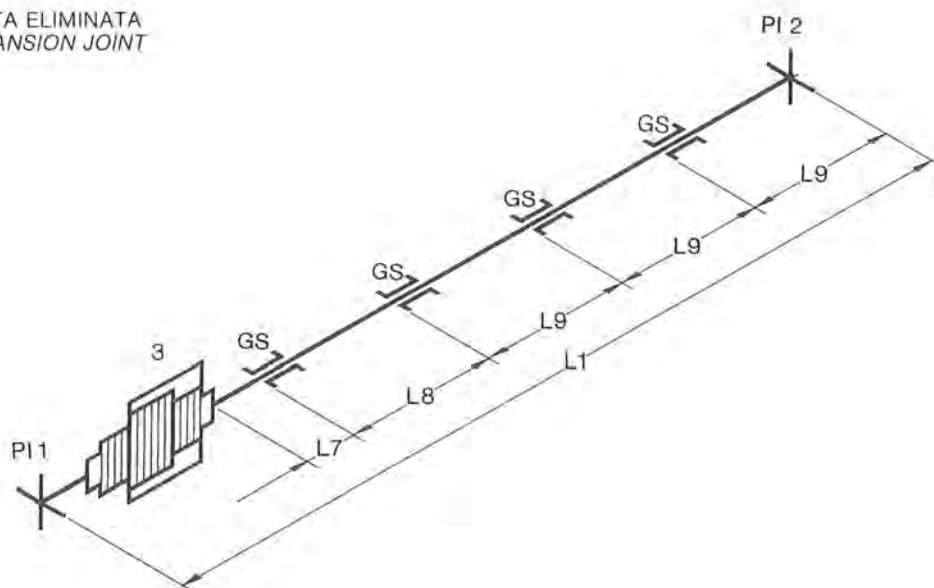
1 = COMPENSATORE ASSIALE
AXIAL EXPANSION JOINT



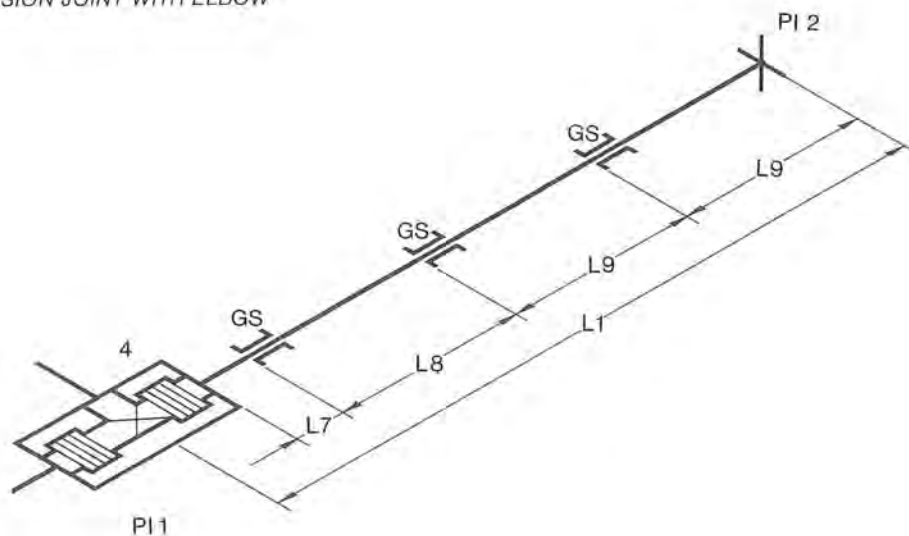
1, 2 – COMPENSATORI ASSIALI
AXIAL EXPANSION JOINTS



3 – COMPENSATORE ASSIALE A SPINTA ELIMINATA
AXIAL PRESSURE BALANCED EXPANSION JOINT



4 – COMPENSATORE ASSIALE A SPINTA ELIMINATA CON CURVA
AXIAL PRESSURE BALANCED EXPANSION JOINT WITH ELBOW



$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$FPF1 = FPF2 = FS + Fe + Fa$$

$$FPI = \Sigma Fe + Fa \quad \text{dei compensatori e guide a destra ed a sinistra del PI}$$

$$FS = 100 A \cdot P$$

$$Fe = \Delta 1 \text{ (opp. } \Delta 2) \cdot R$$

$$L7 = 2 \text{ volte dia. esterno tubo}$$

$$L8 = 14 \text{ volte dia. esterno tubo}$$

$$L9 = \text{vedi grafico a pag. 16.}$$

Nel caso di montaggio con temperatura differente dalla minima prevista:

$$Lm = L + Ee \frac{\Delta}{Ee + Ec} - \Delta \frac{Tm - Tmin}{Tmax - Tmin}$$

Lm = Lunghezza di montaggio
 Ee = Corsa assiale in allungamento
 Ec = Corsa assiale in compressione
 Tm = Temperatura di montaggio
 $Tmin$ = Temperatura min d'esercizio
 $Tmax$ = Temperatura max d'esercizio
 Δ = Dilatazione termica $\Delta 1$ o $\Delta 2$.
 L = Lunghezza libera del compensatore

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$FPF1 = FPF2 = FS + Fe + Fa$$

$$FPI = \Sigma Fe + Fa \quad \text{of the expansion joints and guides situated on the right and left of PI}$$

$$FS = 100 A \cdot P$$

$$Fe = \Delta 1 \text{ (or } \Delta 2) \cdot R$$

$$L7 = 2 \text{ times external diameter of the pipe}$$

$$L8 = 14 \text{ times external diameter of the pipe}$$

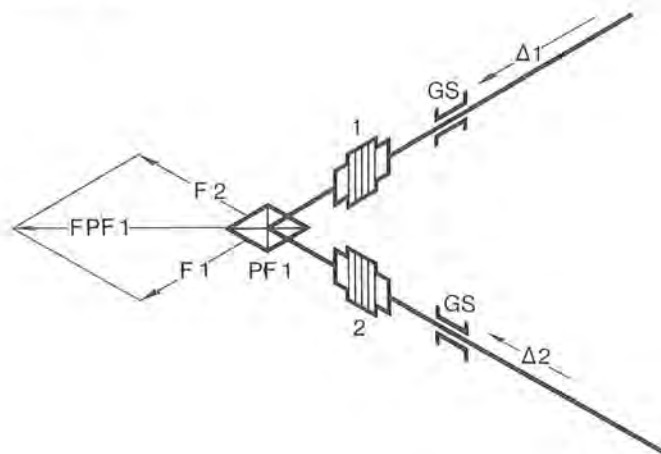
$$L9 = \text{See graph at page 16.}$$

In case of installation with temperature different from the minimum one foreseen:

$$Lm = L + Ee \frac{\Delta}{Ee + Ec} - \Delta \frac{Tm - Tmin}{Tmax - Tmin}$$

Lm = Installation length
 Ee = Axial movement in extension
 Ec = Axial movement in compression
 Tm = Installation temperature
 $Tmin$ = Min. working temperature
 $Tmax$ = Max. working temperature
 Δ = Thermal expansion $\Delta 1$ or $\Delta 2$.
 L = Free length of the expansion joint

PUNTO FISSO PRINCIPALE SU GOMITO A 90°
 MAIN ANCHOR ON 90° ELBOW



$$F1 = FS1 + Fe1 + Fa1$$

$$F2 = FS2 + Fe2 + Fa2$$

$$FPF1 = \sqrt{F1^2 + F2^2} + Ff$$

$$FS1 = \text{Full line thrust of exp. joint 1}$$

$$FS2 = \text{Full line thrust of exp. joint 2}$$

$$Fe1 = \Delta 1 \cdot R \text{ exp. joint 1}$$

$$Fe2 = \Delta 2 \cdot R \text{ exp. joint 2}$$

$$Fa1, Fa2 = \text{Frictional force due to the pipe guides.}$$

$$Ff = \frac{1,41 \cdot At \cdot V^2 \cdot d}{9,81}$$

Ff = Force due to the flow N
 At = Internal section of the pipe m²
 V = Flow velocity m/sec
 d = Fluid density N/m³

$$F1 = FS1 + Fe1 + Fa1$$

$$F2 = FS2 + Fe2 + Fa2$$

$$FPF1 = \sqrt{F1^2 + F2^2} + Ff$$

$$FS1 = \text{Spinta di fondo comp. 1}$$

$$FS2 = \text{Spinta di fondo comp. 2}$$

$$Fe1 = \Delta 1 \cdot R \text{ comp. 1}$$

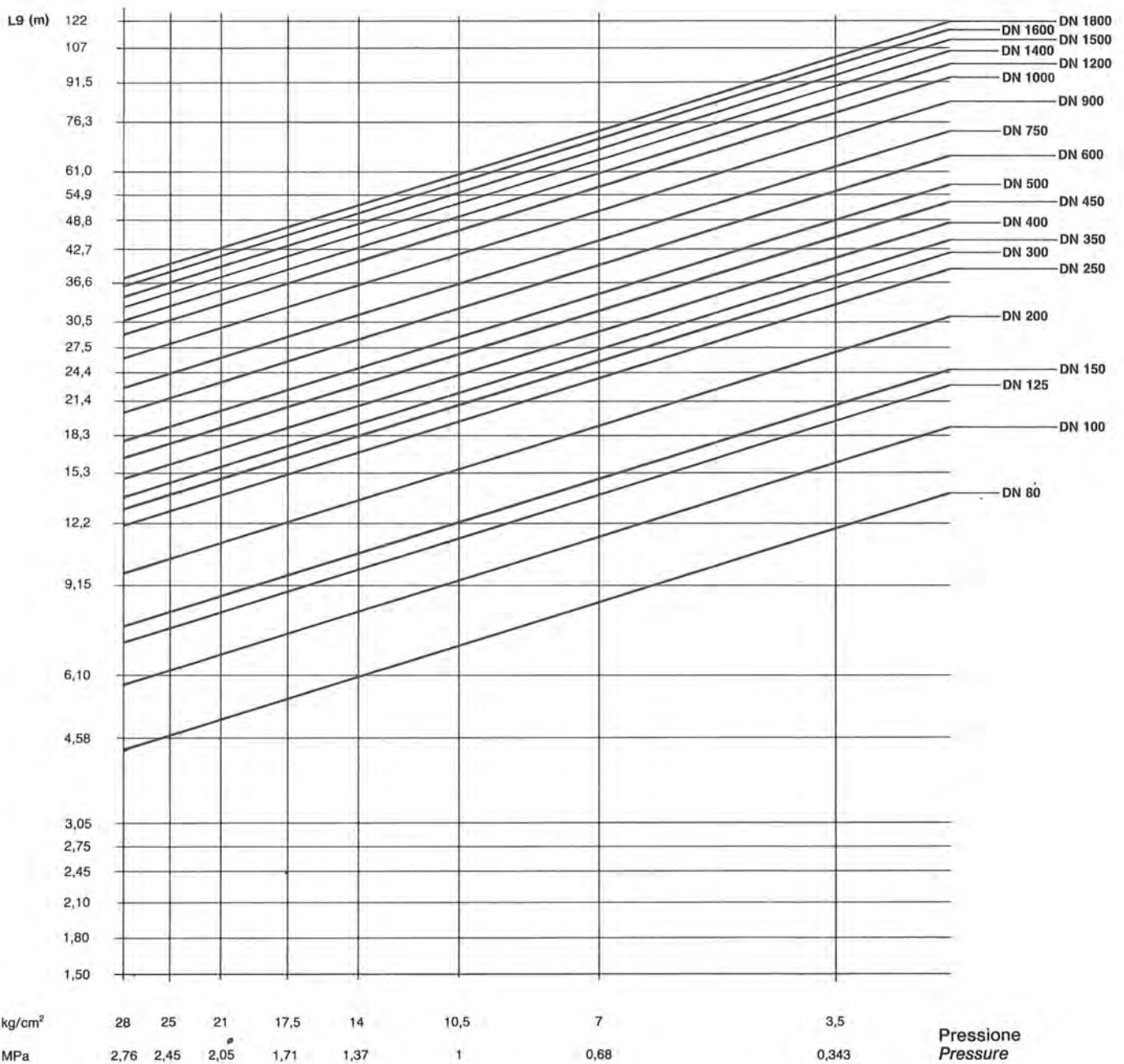
$$Fe2 = \Delta 2 \cdot R \text{ comp. 2}$$

$$Fa1, Fa2 = \text{Forza d'attrito delle guide.}$$

$$Ff = \frac{1,41 \cdot At \cdot V^2 \cdot d}{9,81}$$

Ff = Forza dovuta al flusso N
 At = Sezione interna del tubo m²
 V = Velocità fluido m/sec
 d = Densità fluido N/m³

**DISTANZA TRA GUIDE INTERMEDIE
INTERMEDIATE GUIDE DISTANCE**



2.5 Pretensione

2.5 Cold spring

Tutte le formule sono date per installazioni senza pretensione. Nel caso si desideri pretirare del 50% per ridurre gli interassi di montaggio, occorre dividere per 2 tutte le dilatazioni termiche $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$.

All the equations are given for installation without cold spring. Should customer ask for 50% cold spring in order to reduce the installation length, the expansion $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$ must be divided by 2.

Per stabilire esattamente il valore della pretensione all'atto del montaggio, usare la seguente formula:

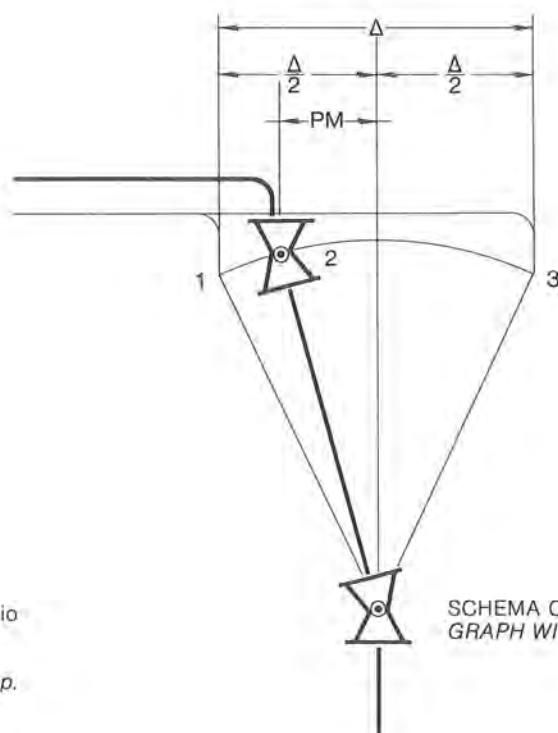
$$PM = \frac{\Delta}{2} - \Delta \frac{T_m - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

Δ	= Dilatazione termica	mm
T_m	= Temperatura montaggio	°C
T_{min}	= Temperatura minima	°C
T_{max}	= Temperatura massima	°C
PM	= Pretensione a T_m	mm

To determine exactly the cold spring value at the installation temperature refer to the following formula:

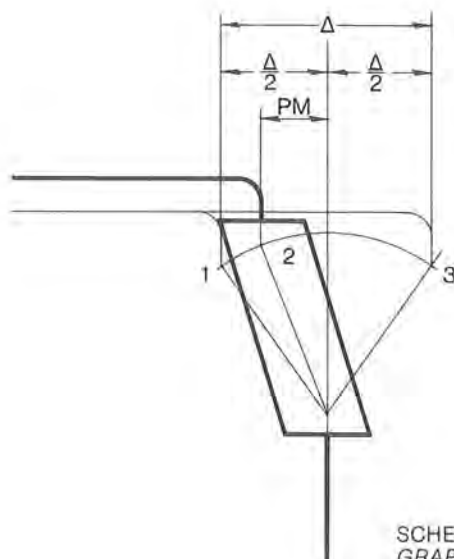
$$PM = \frac{\Delta}{2} - \Delta \frac{T_m - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

Δ	= Thermal expansion	mm
T_m	= Installation temperature	°C
T_{min}	= Min. temperature	°C
T_{max}	= Max. temperature	°C
PM	= Cold spring at T_m	mm



1. Posiz. a temp. mín.
2. Posiz. a temp. di montaggio
3. Posiz. a temp. max.
1. Position at min. temp.
2. Position at installation temp.
3. Position at max. temp.

SCHEMA CON COMPENSATORI A SNODO
GRAPH WITH HINGED OR GIMBAL EXPANSION JOINTS



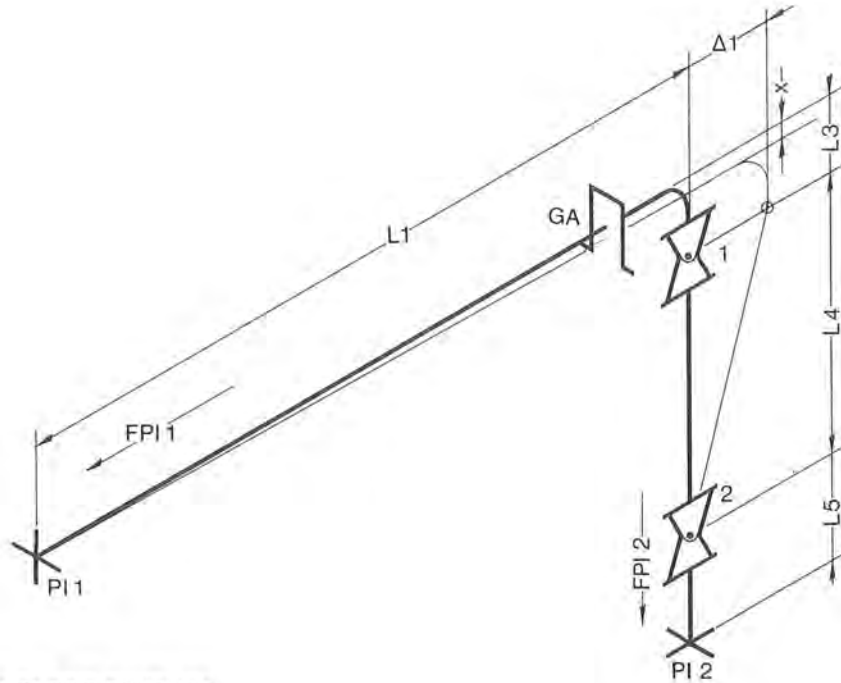
SCHEMA CON COMPENSATORE LATERALE
GRAPH WITH SWING EXPANSION JOINT

2.6 Installazioni compensatori di dilatazione a snodo semplice e cardanici (angolari)

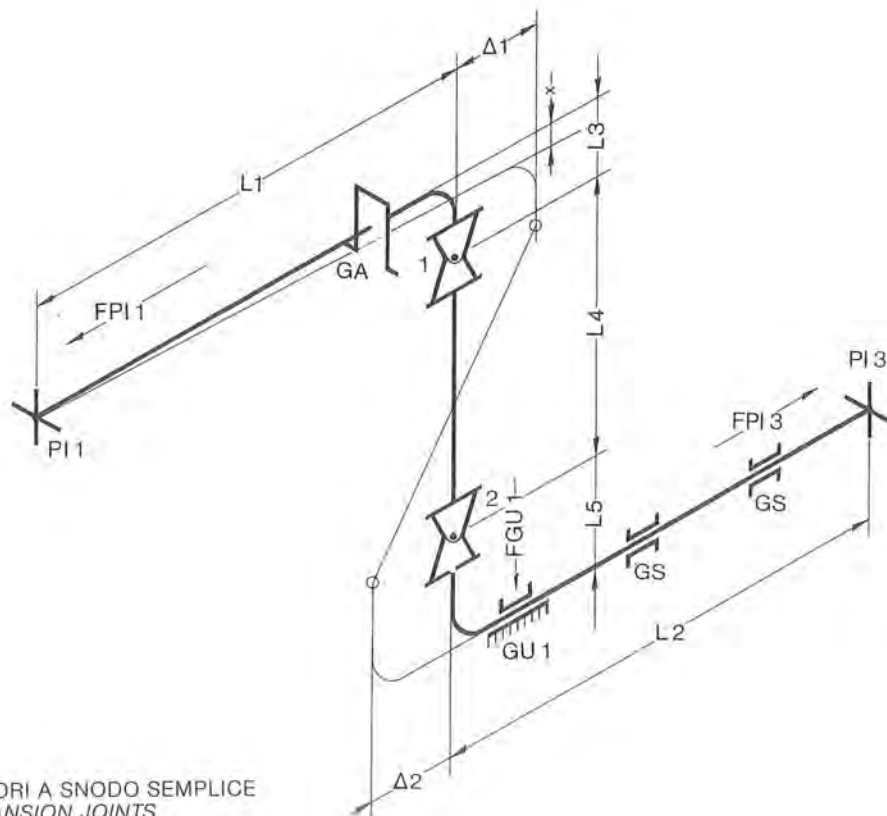
2.6 Installation of hinged and gimbal expansion joints

2.6.1 Due compensatori a snodo semplice

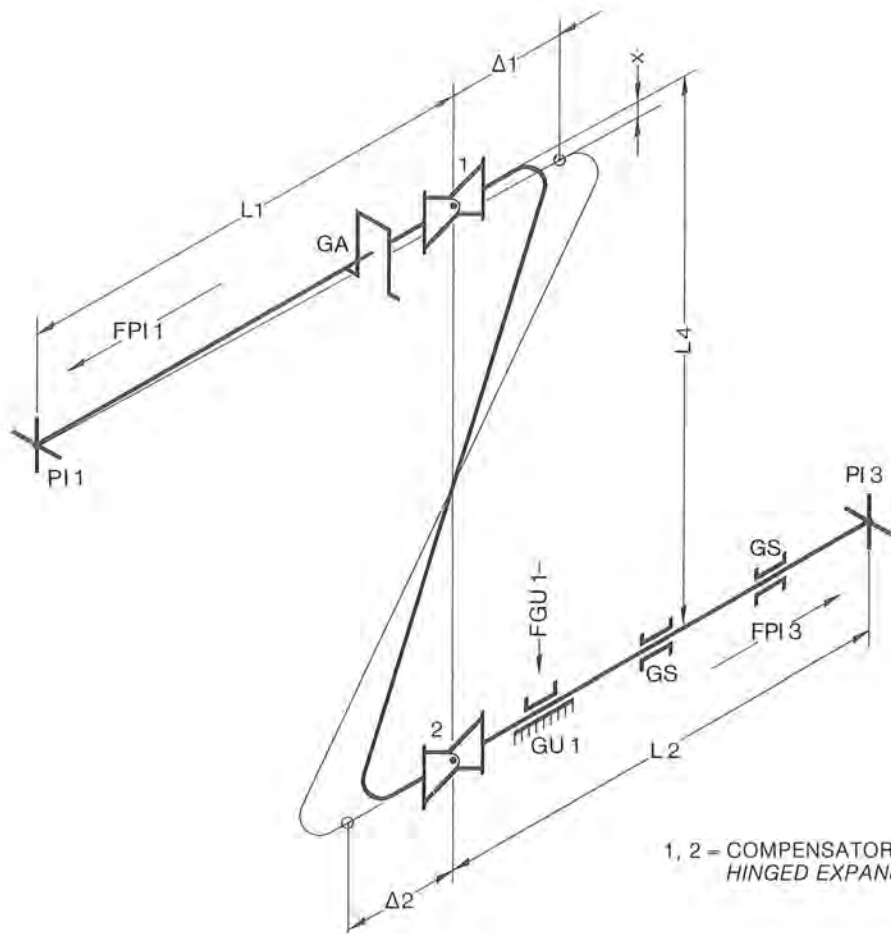
2.6.1 Two hinged expansion joints



1, 2 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS



1, 2 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS



1, 2 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$L4 = \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{(1 + e) \sin \alpha 1} \quad \text{oppure} \quad \frac{\Delta 1}{(1 + e) \sin \alpha 1}$$

$$\alpha 1 = \alpha 2 = \sin^{-1} \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L4 (1 + e)} \quad \text{oppure} \quad \sin^{-1} \frac{\Delta 1}{L4 (1 + e)}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

$$M1 = M2 = \alpha 1 M_c + M_{ap}$$

$$F_{PI1} = F_{PI3} = \frac{2M1}{0,001 L4} + F_a$$

FPI2 = Forza necessaria per deformare di x la tubazione

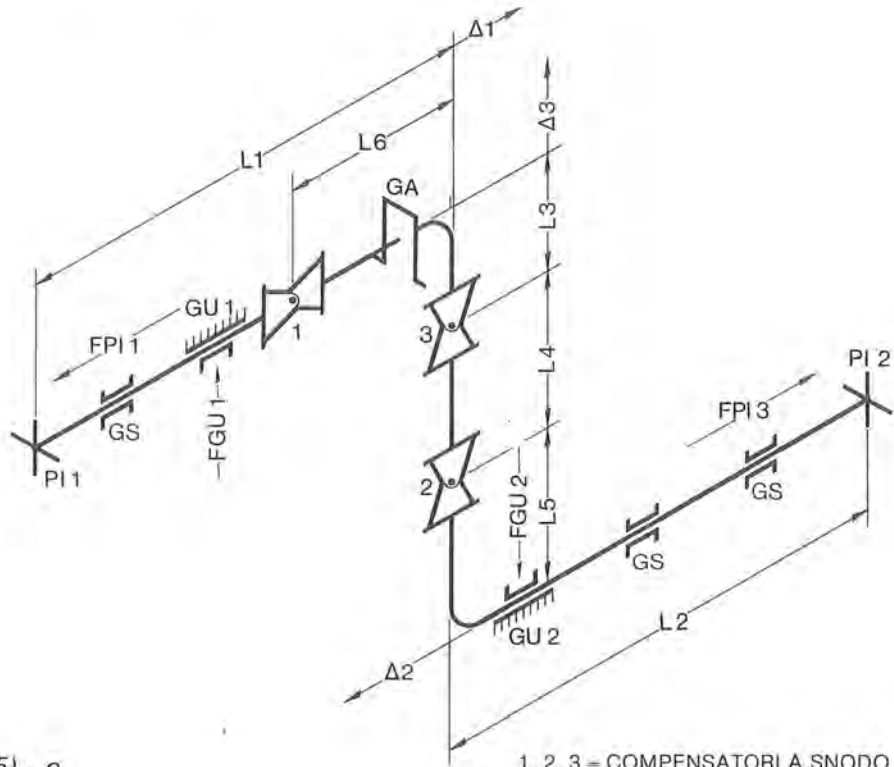
$$FGU1 = FPI2$$

$$x \approx L4 (1 + e) \cos \alpha 1 - L4 + (L3 + L5) \cdot e$$

FPI2 = Necessary force to deform the pipe of "x" value

2.6.2 Tre compensatori a snodo semplice

2.6.2 Three hinged expansion joints



1, 2, 3 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta 3 = (L3 + L4 + L5) \cdot e$$

$$\alpha 1 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 3}{L6}$$

$$\alpha 2 = \text{sen}^{-1} \frac{(\Delta 1 + \Delta 2) + L3 \frac{\Delta 3}{L6}}{L4}$$

$$\alpha 3 = \alpha 1 + \alpha 2$$

$$L6 = \frac{\Delta 3}{\text{sen} \alpha 1}$$

$$L4 = \frac{(\Delta 1 + \Delta 2) + L3 \frac{\Delta 3}{L6}}{\text{sen} \alpha 2}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

$$M1 = M_c \cdot \alpha 1 + M_{ap}$$

$$M2 = M_c \cdot \alpha 2 + M_{ap}$$

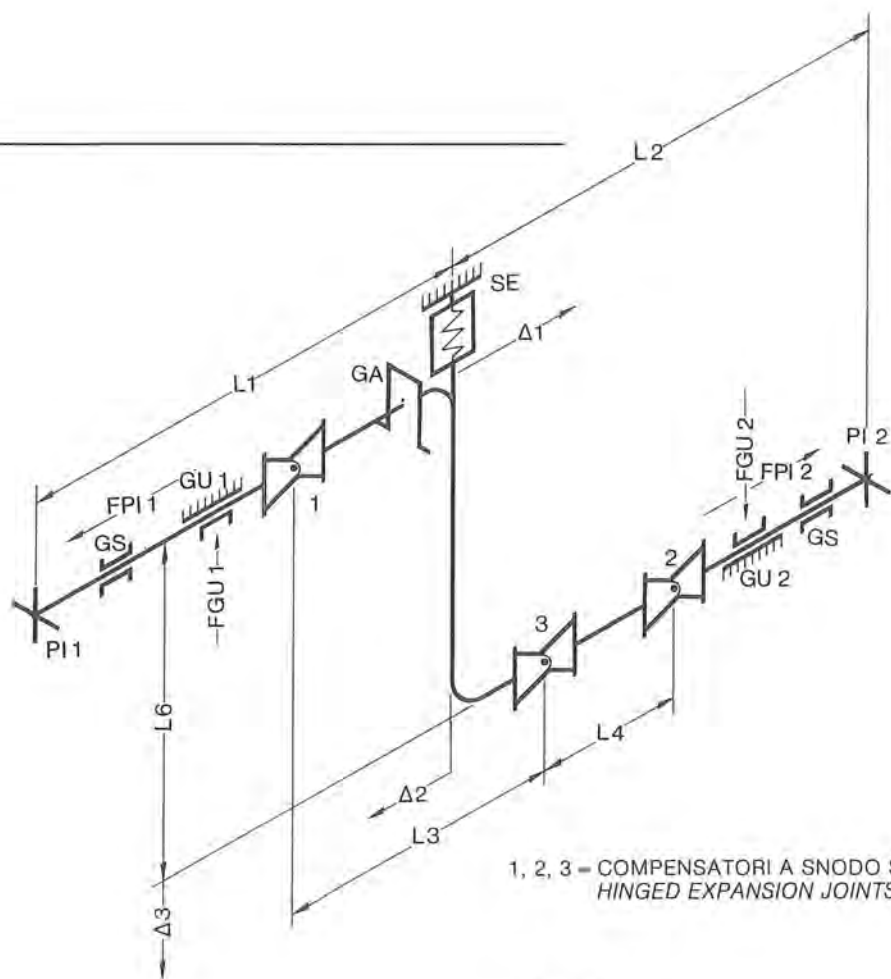
$$M3 = M_c \cdot \alpha 3 + M_{ap}$$

$$FPI1 = FPI2 = \frac{M2 + M3}{0,001 L4} + F_a$$

$$FGU1 = FGU2 = \frac{M1 + M3}{0,001 L6}$$

FGU2 non tiene conto del peso della tubazione che deve essere opportunamente sostenuta.

FGU2 does not consider the weight of the piping system that must be properly supported



1, 2, 3 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta 3 = L6 \cdot e$$

$$\alpha 1 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L6}$$

$$\alpha 2 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 3 + L3 \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L6}}{L4}$$

$$\alpha 3 = \alpha 1 + \alpha 2$$

$$L6 = \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{\text{sen } \alpha 1}$$

$$L4 = \frac{\Delta 3 + L3 \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L6}}{\text{sen } \alpha 2}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

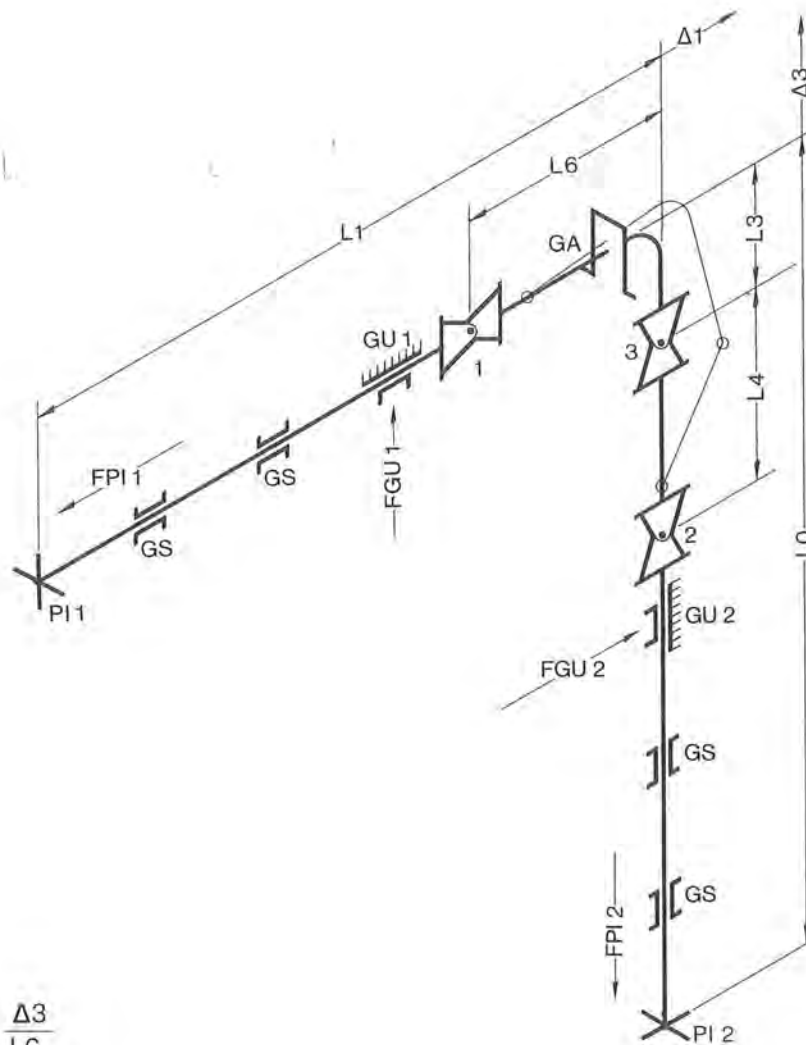
$$M1 = M_c \cdot \alpha 1 + M_{ap}$$

$$M2 = M_c \cdot \alpha 2 + M_{ap}$$

$$M3 = M_c \cdot \alpha 3 + M_{ap}$$

$$FPI1 = FPI2 = \frac{M1 + M3}{0,001 L6} + F_a$$

$$FGU1 = FGU2 = \frac{M2 + M3}{0,001 L4}$$



$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 3 = L0 \cdot e$$

$$\alpha 1 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 3}{L6}$$

$$\alpha 2 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1 + L3 \frac{\Delta 3}{L6}}{L4}$$

$$\alpha 3 = \alpha 1 + \alpha 2$$

$$L6 = \frac{\Delta 3}{\text{sen } \alpha 1}$$

$$L4 = \frac{\Delta 1 + L3 \frac{\Delta 3}{L6}}{\text{sen } \alpha 2}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

$$M1 = M_c \cdot \alpha 1 + M_{ap}$$

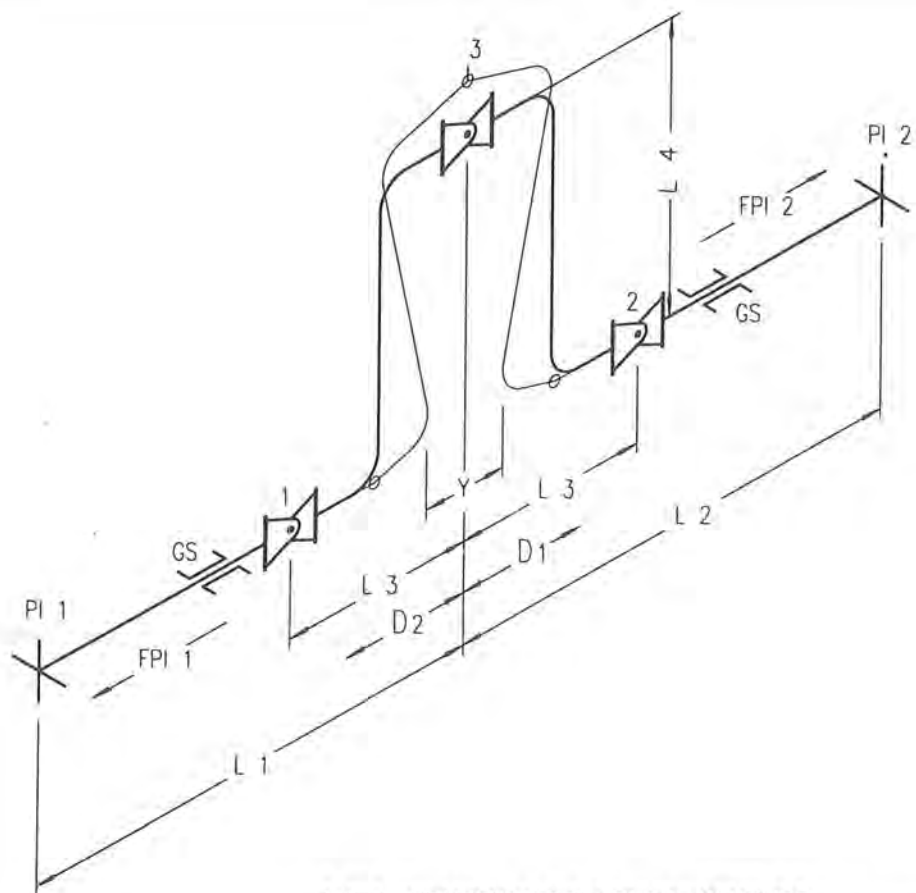
$$M2 = M_c \cdot \alpha 2 + M_{ap}$$

$$M3 = M_c \cdot \alpha 3 + M_{ap}$$

$$FPI1 = FGU2 = \frac{M3 + M2}{0,001 L4} + F_a$$

$$FGU1 = FPI2 = \frac{M1 + M3}{0,001 L6} + F_a$$

1, 2, 3 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
HINGED EXPANSION JOINTS



1, 2, 3 = COMPENSATORI A SNODO SEMPLICE
 Y = CONTROLLARE CHE NON VI SIA INTERFERENZA DURANTE IL MOVIMENTO
 L3 = LA PIÙ CORTA POSSIBILE
 1, 2, 3 = HINGED EXPANSION JOINTS
 Y = THERE MUST BE NO INTERFERENCE DURING MOVEMENT
 L3 = AS SHORT AS POSSIBLE

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\alpha 3 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L4}$$

$$\alpha 1 = \alpha 2 = 0,5 \alpha 3$$

$$L4 = \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{\text{sen } \alpha 3}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

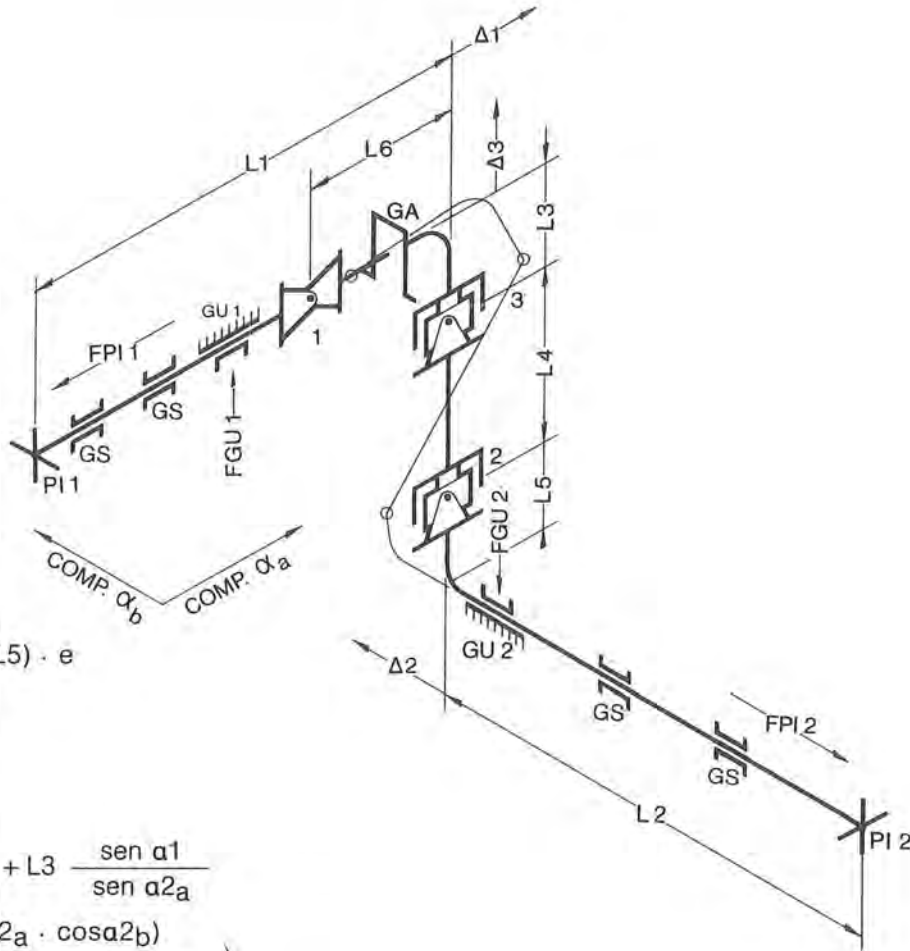
$$M1 = M2 = M_c \cdot \alpha 1 + M_{ap}$$

$$M3 = M_c \cdot \alpha 3 + M_{ap}$$

$$FPI1 = FPI2 = \frac{M1 + M3}{0,001 L4} + F_a$$

2.6.3 Due compensatori a snodo cardanico e uno a snodo semplice.

2.6.3 Two gimbal and one hinged expansion joints



$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta 3 = (L3 + L4 + L5) \cdot e$$

$$L6 = \frac{\Delta 3}{\text{sen } \alpha 1}$$

$$\alpha 1 = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 3}{L6}$$

$$L4 = \frac{\Delta 1}{\text{sen } \alpha 2_a} + L3 \frac{\text{sen } \alpha 1}{\text{sen } \alpha 2_a}$$

$$\alpha 2 = \text{cos}^{-1} (\text{cosa} 2_a \cdot \text{cosa} 2_b)$$

$$\alpha 2_a = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\Delta 1}{L4} + \frac{L3 \text{ sen} \alpha 1}{L4} \right)$$

$$\alpha 2_b = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 2}{L4}$$

$$\alpha 3 = \text{cos}^{-1} [\text{cos}(\alpha 1 + \alpha 2_a) \cdot \text{cosa} 2_b]$$

$$\alpha 3_a = \alpha 1 + \alpha 2_a$$

$$\alpha 3_b = \alpha 2_b$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

$$M1 = M_c \cdot \alpha 1 + M_{ap}$$

$$M2_a = M_c \cdot \alpha 2_a + M_{ap}$$

$$M2_b = M_c \cdot \alpha 2_b + M_{ap}$$

$$M3_a = M_c \cdot \alpha 3_a + M_{ap}$$

$$M3_b = M_c \cdot \alpha 3_b + M_{ap}$$

$$FPI2 = \frac{M2_b + M3_b}{0,001 \cdot L4} + F_a$$

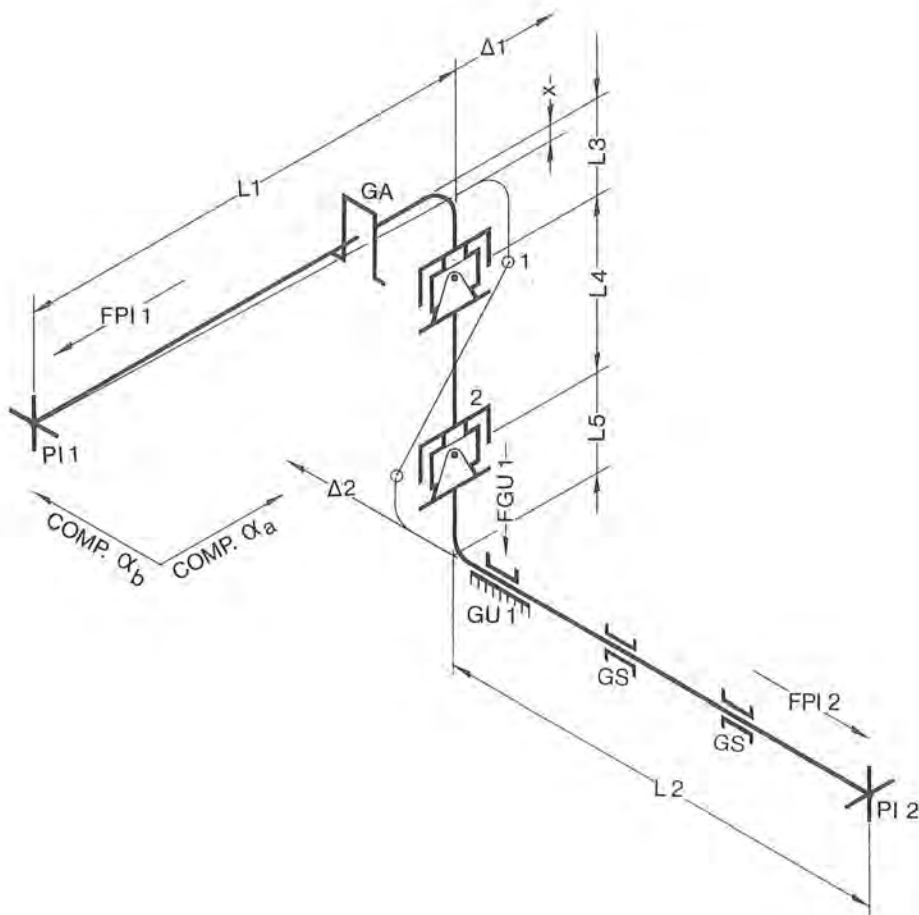
$$FPI1 = \frac{M2_a + M3_a}{0,001 \cdot L4} + F_a$$

$$FGU1 = FGU2 = \frac{M1 + M3_a}{0,001 \cdot L6}$$

1 = COMPENSATORE A SNODO SEMPLICE
 2-3 = COMPENSATORI A SNODO CARDANICO
 1 = HINGED EXPANSION JOINT
 2-3 = GIMBAL EXPANSION JOINTS

2.6.4 Due compensatori a snodo cardanico

2.6.4 Two gimbal expansion joints



$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2}$$

$$L4 = \frac{\Delta T}{(1 + e) \text{sen} \alpha}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta T}{L4 (1 + e)}$$

$$x = L4 (1 + e) \text{cos} \alpha - L4 + (L3 + L5) \cdot e$$

$$\alpha a = \alpha 1 a = \alpha 2 a = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1}{L4 (1 + e)}$$

$$\alpha b = \alpha 1 b = \alpha 2 b = \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 2}{L4 (1 + e)}$$

$$M_{ap} = M_a \cdot P$$

$$M_a = M1a = M2a = M_c \cdot \alpha a + M_{ap}$$

$$M_b = M1b = M2b = M_c \cdot \alpha b + M_{ap}$$

$$F_{PI1} = \frac{2 M_a}{0,001 L4} + F_a$$

$$F_{PI2} = \frac{2 M_b}{0,001 L4} + F_a$$

FGUI = Forza necessaria per deformare la tubazione di x.

1, 2 = COMPENSATORI A SNODO CARDANICO
GIMBAL EXPANSION JOINTS

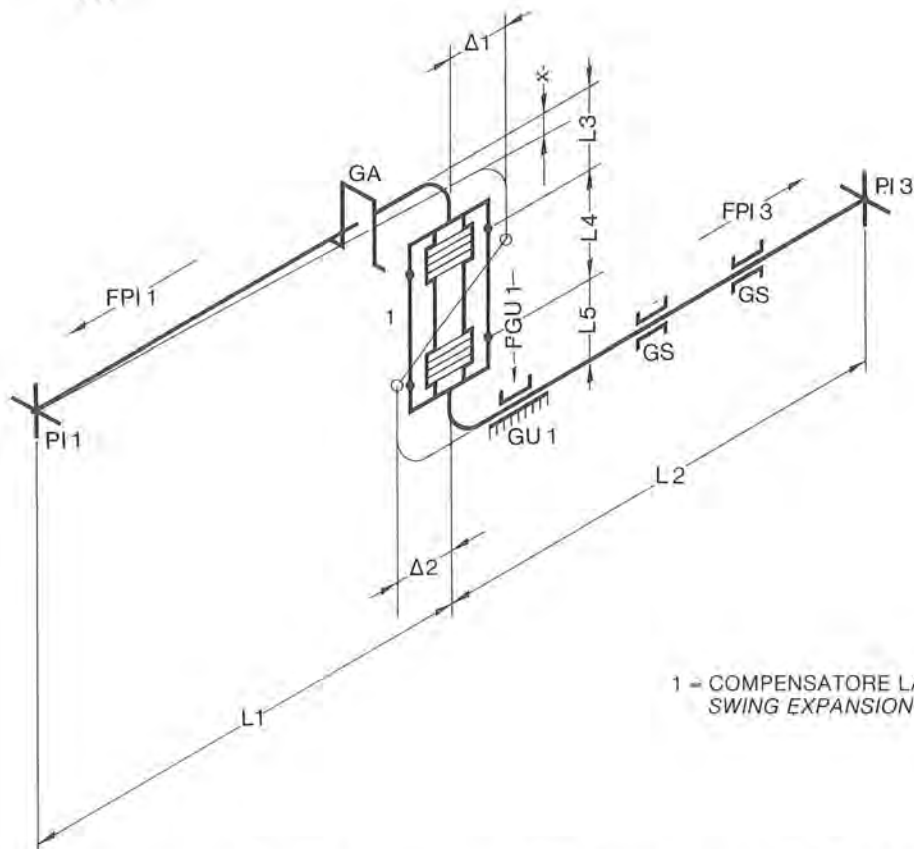
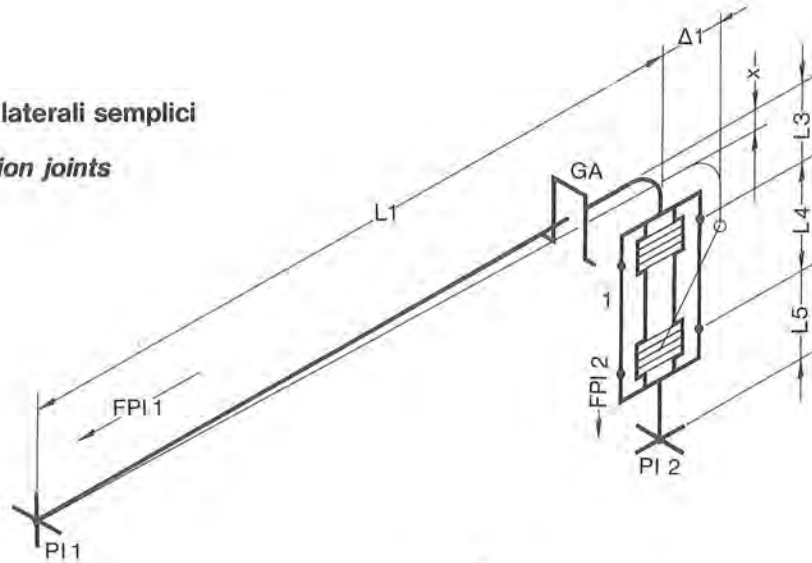
FGUI = Necessary force in order to deform of x value the pipe.

2.7 Installazione compensatori di dilatazione laterali

2.7 Installation of swing expansion joints

2.7.1 Compensatori laterali semplici

2.7.1 Swing expansion joints



1 = COMPENSATORE LATERALE SEMPLICE
SWING EXPANSION JOINTS

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

L4 = Dal disegno del compensatore. Funzione di $\Delta 1$ oppure $\Delta 1 + \Delta 2$, nel caso senza pretensione;

$\frac{\Delta 1}{2}$ opp. $\frac{\Delta 1 + \Delta 2}{2}$, nel caso con pretensione del 50%.

$$\alpha \cong \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1}{L4} \text{ oppure } \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L4}$$

$$x \cong L4 \cos \alpha - L4 + (L3 + L5) \cdot e$$

$$V_{ap} = V_a \cdot P$$

$$F_{PI1} = F_{PI3} = V_c (\Delta 1 + \Delta 2) + V_{ap} + F_a$$

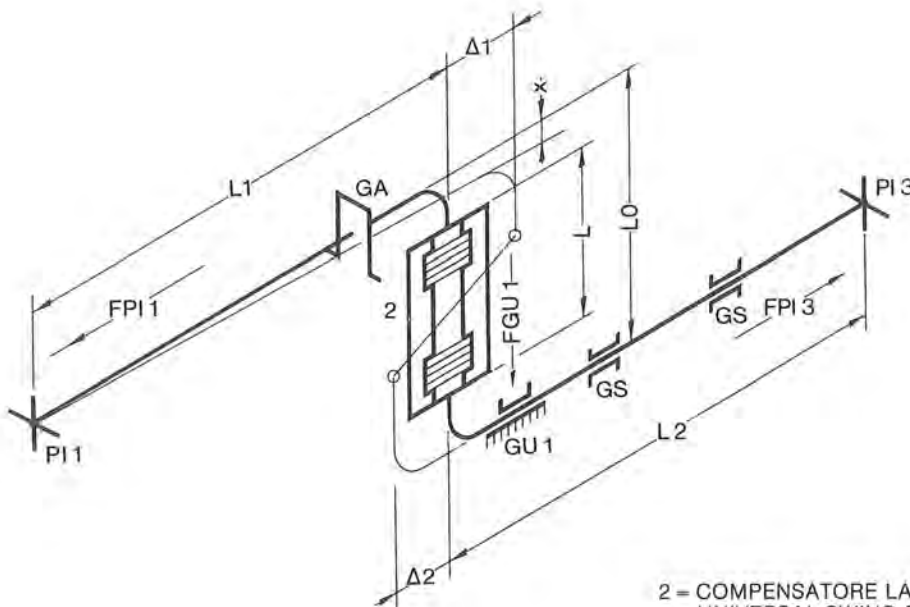
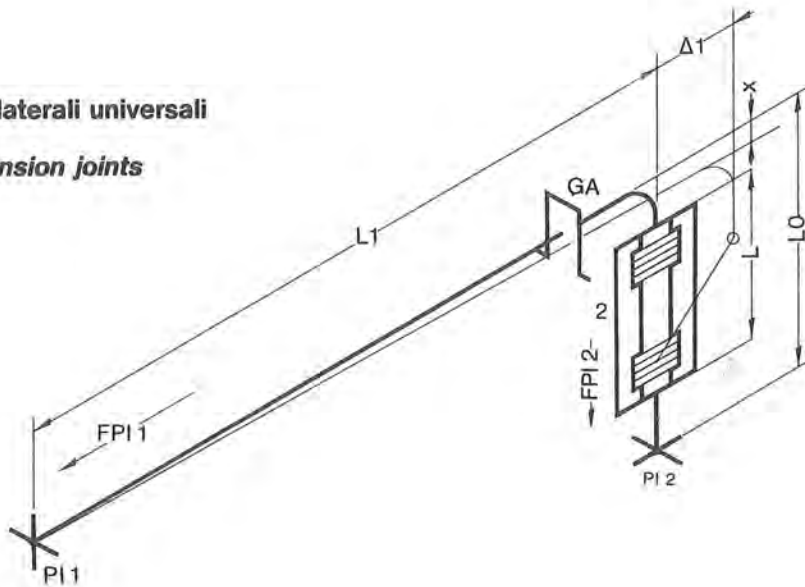
FPI2, FGU1 = Forza necessaria per deformare di x la tubazione.

L4 = From the drawing of the expansion joint according to $\Delta 1$ or $\Delta 1 + \Delta 2$ without cold spring; $\frac{\Delta 1}{2}$ or $\frac{\Delta 1 + \Delta 2}{2}$ in the case of 50% cold spring.

FPI2, FGU1 = Necessary force to deform the pipe of x value.

2.7.2 Compensatori laterali universali

2.7.2 Universal expansion joints



2 = COMPENSATORE LATERALE UNIVERSALE
UNIVERSAL SWING EXPANSION JOINT

$$\Delta 1 = L 1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L 2 \cdot e$$

L = Lunghezza del compensatore. Funzione di $\Delta 1$ oppure $\Delta 1 + \Delta 2$, nel caso senza pretensione;

$\frac{\Delta 1}{2}$ opp. $\frac{\Delta 1 + \Delta 2}{2}$, nel caso con pretensione del 50%.

$$\alpha \cong \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1}{L} \text{ oppure } \text{sen}^{-1} \frac{\Delta 1 + \Delta 2}{L} \cdot x$$

$$x \cong L \cos \alpha - L + (L 0 - L) \cdot e$$

$$V_{ap} = V_a \cdot P$$

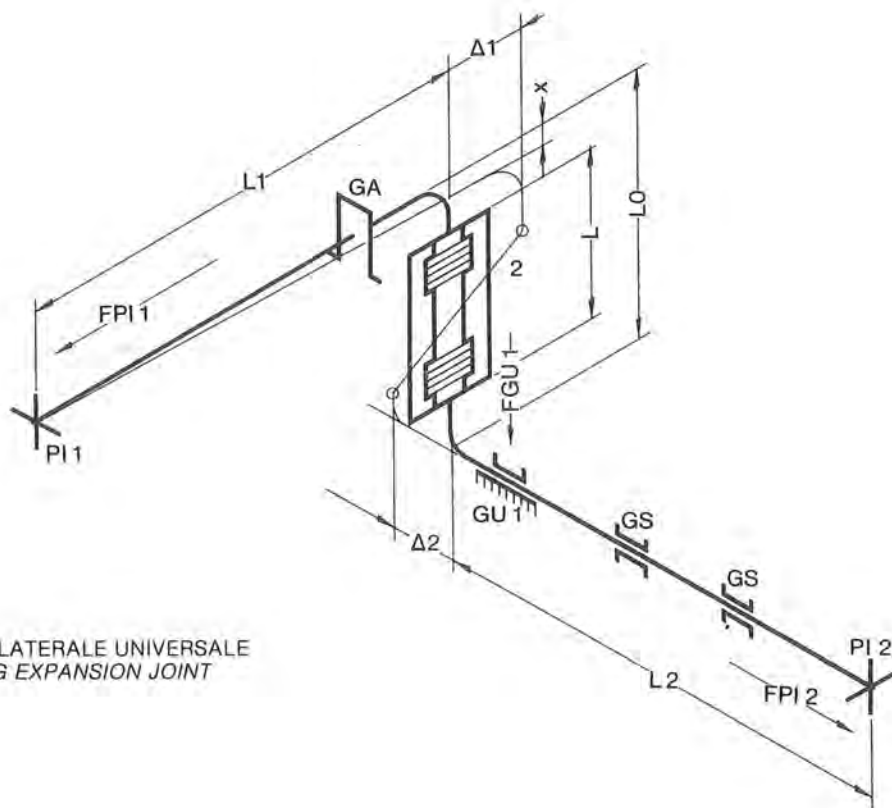
$$F_{PI1} = F_{PI3} = V_c (\Delta 1 + \Delta 2) + V_{ap} + F_a$$

$F_{PI2} = F_{GU1}$ = Forza necessaria per deformare di x la tubazione.

L = Length of the expansion joint according to $\Delta 1$ or $\Delta 1 + \Delta 2$ without cold spring;

$\frac{\Delta 1}{2}$ or $\frac{\Delta 1 + \Delta 2}{2}$ in case of 50% cold spring

$F_{PI2} = F_{GU1}$ = Necessary force to deform the pipe of x value.



2 = COMPENSATORE LATERALE UNIVERSALE
UNIVERSAL SWING EXPANSION JOINT

$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2}$$

L = lunghezza del compensatore. Funzione di ΔT nel caso senza pretensione;

di $\frac{\Delta T}{2}$,
nel caso con pretensione del 50%.

$$\alpha \cong \text{sen}^{-1} \frac{\Delta T}{L}$$

$$x \cong L \cos \alpha - L + (L0 - L) \cdot e$$

$$V_{ap} = V_a \cdot P$$

$$FPI1 = V_c \cdot \Delta 1 + V_{ap} + F_a$$

$$FPI2 = V_c \cdot \Delta 2 + V_{ap} + F_a$$

FGU1 = Forza necessaria per deformare di x la tubazione

L = Length of the expansion joint according to ΔT without cold spring; $\frac{\Delta T}{2}$ with 50% cold spring.

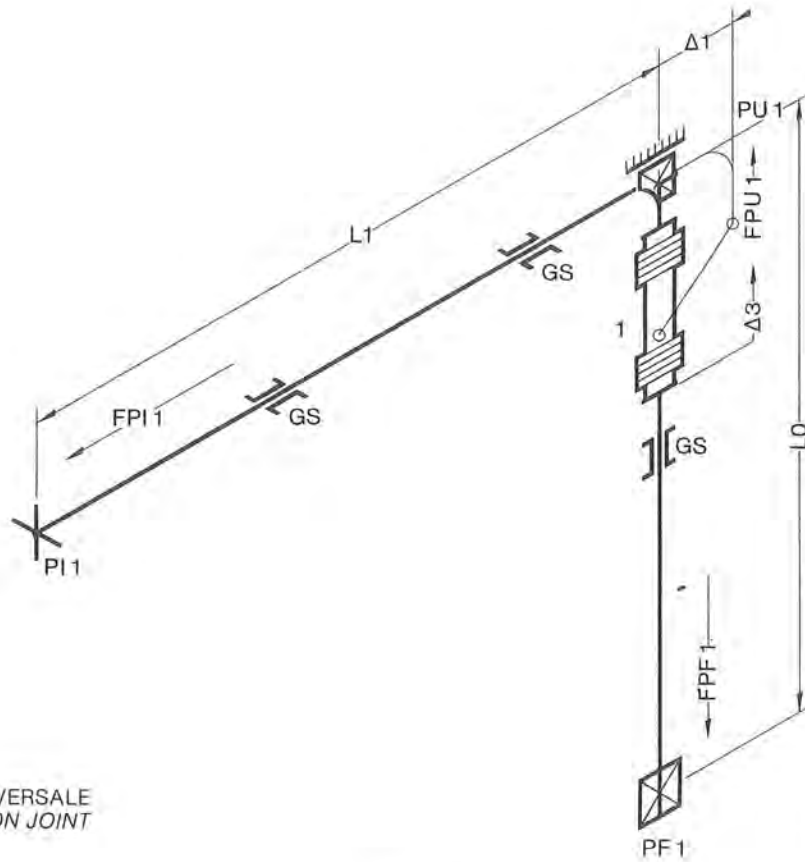
FGU1 = Necessary force to deform the pipe of x value

2.8 Installazione compensatori di dilatazione universali

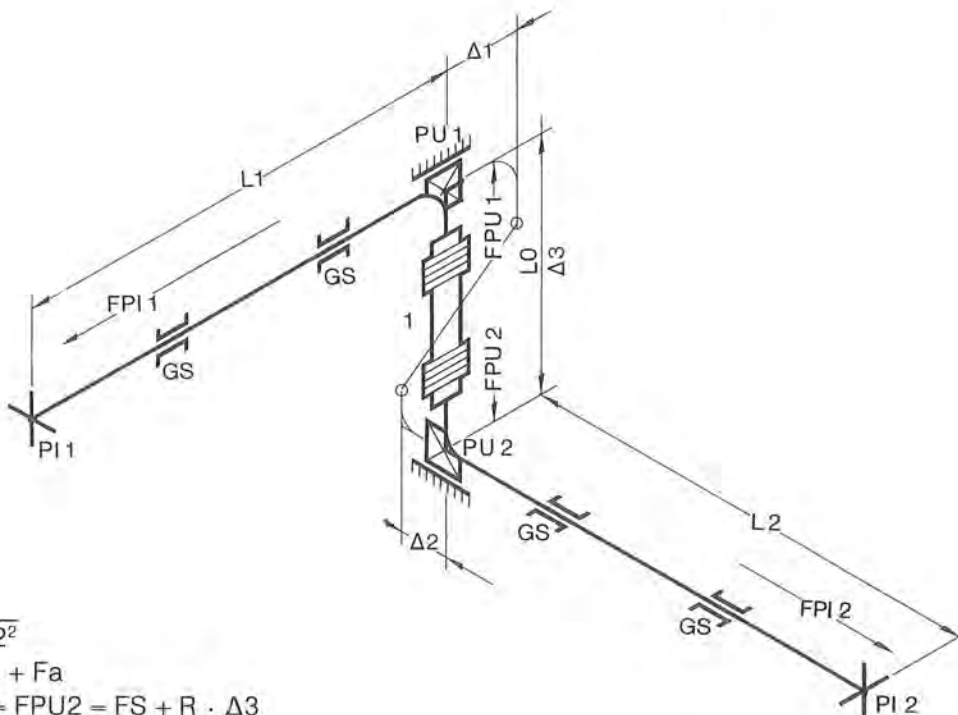
2.8 Installation of universal expansion joints.

2.8.1 Compensatori universali

2.8.1 Universal expansion joints



1 = COMPENSATORE UNIVERSALE
UNIVERSAL EXPANSION JOINT



$$\Delta 1 = L1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L2 \cdot e$$

$$\Delta 3 = L0 \cdot e$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2}$$

$$FPI1 = Vc \cdot \Delta 1 + Fa$$

$$FPF1 = FPU1 = FPU2 = FS + R \cdot \Delta 3$$

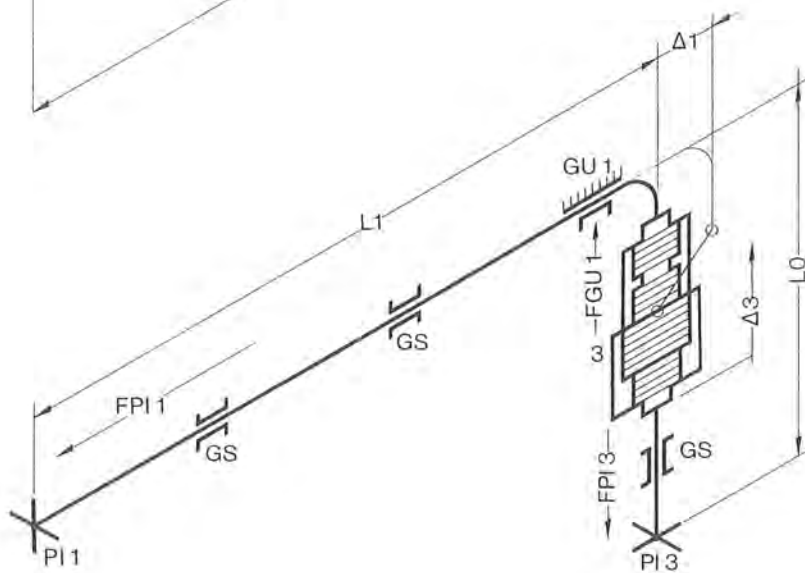
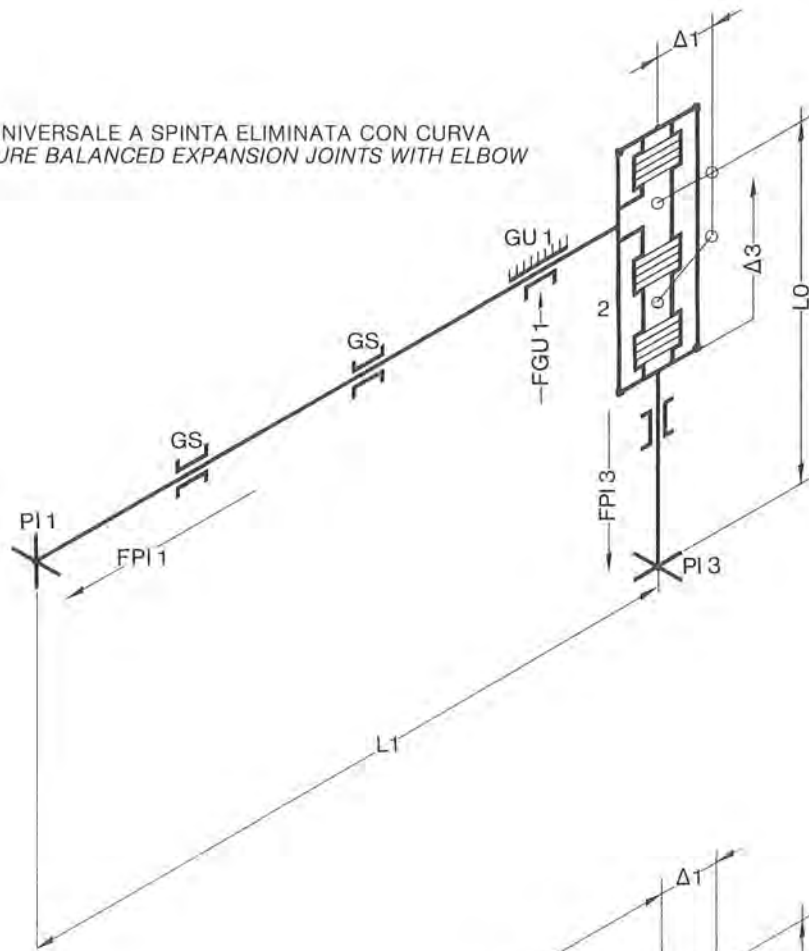
$$FPI2 = Vc \cdot \Delta 2 + Fa$$

$$FPI3 = FGU1 = FGU2 = R \cdot \Delta 3$$

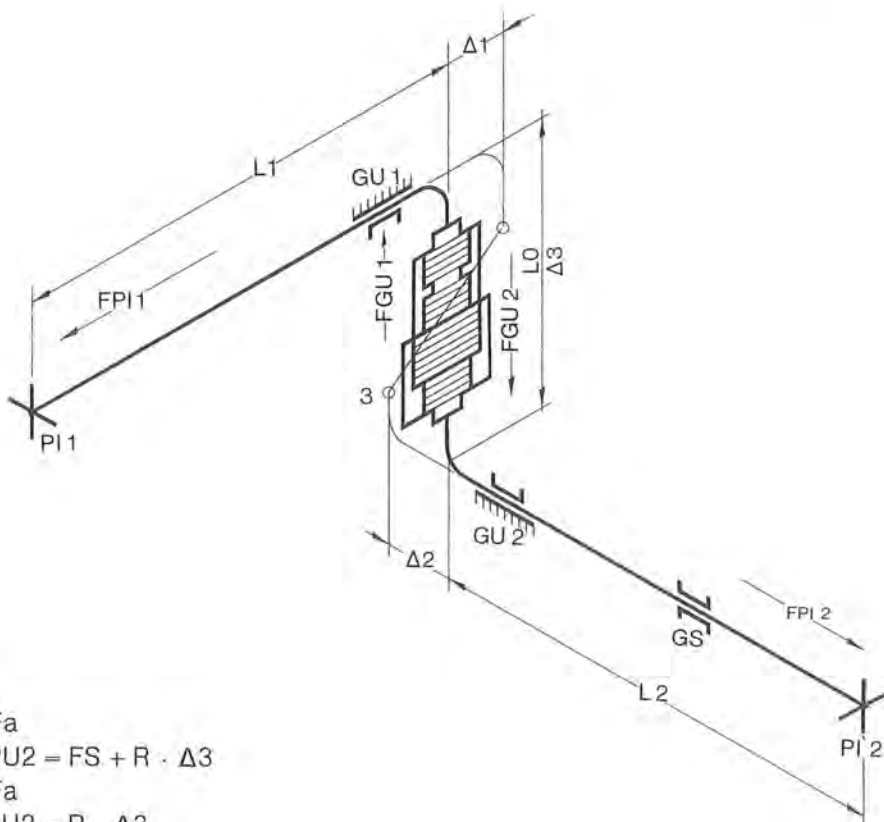
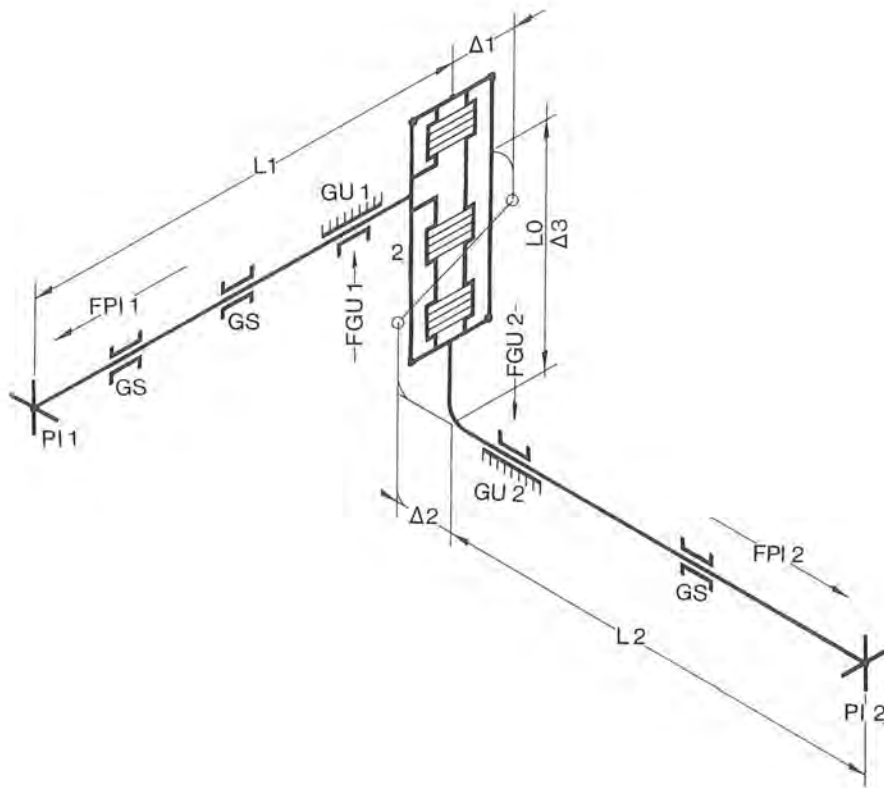
2.8.2 Compensatori universali e spinta eliminata

2.8.2 Universal pressure balanced expansion joints

2 = COMPENSATORE UNIVERSALE A SPINTA ELIMINATA CON CURVA
UNIVERSAL PRESSURE BALANCED EXPANSION JOINTS WITH ELBOW



3 = COMPENSATORE UNIVERSALE A SPINTA ELIMINATA
UNIVERSAL PRESSURE BALANCED EXPANSION JOINTS



$$\Delta 1 = L 1 \cdot e$$

$$\Delta 2 = L 2 \cdot e$$

$$\Delta 3 = L 0 \cdot e$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2} =$$

$$F P I 1 = V c \cdot \Delta 1 + F a$$

$$F P F 1 = F P U 1 = F P U 2 = F S + R \cdot \Delta 3$$

$$F P I 2 = V c \cdot \Delta 2 + F a$$

$$F P I 3 = F G U 1 = F G U 2 = R \cdot \Delta 3$$

**COMPENSATORI DI DILATAZIONE IDROINOX®
TUBI FLESSIBILI ED ACCESSORI PER TUBAZIONI®**IDROINOX® EXPANSION JOINTS
FLEXIBLE HOSES AND PIPING COMPONENTS**TUBI METALLICI FLESSIBILI**

METALLIC FLEXIBLE HOSES

**COMPENSATORI IN GOMMA**

RUBBER EXPANSION JOINTS

**GIUNTI DI SMONTAGGIO IDROINOX® A SOFFIETTO METALLICO**

IDROINOX® DEMOUNTING JOINTS WITH METAL BELLOWS

**COMPENSATORI IN TESSUTO**

FABRIC EXPANSION JOINTS

**SUPPORTI CRIOGENICI ISOLATI**

INSULATED COLD SUPPORTS

**CUP DISK® TECHNOLOGICAL INNOVATION****COMPONENTISTICA INDUSTRIALE NUCLEARE E AEROSPAZIALE**

INDUSTRIAL NUCLEAR AND AEROSPACE COMPONENTS

**INTRODUZIONE E PROGRAMMA PRODUZIONE**

INTRODUCTION AND PRODUCTION PROGRAM

**INFORMAZIONI DI CARATTERE GENERALE**

GENERAL INFORMATION

**APPLICAZIONE E INSTALLAZIONE**

APPLICATION AND INSTALLATION

**COMPENSATORI ASSIALI**

AXIAL EXPANSION JOINTS

**COMPENSATORI DI DILATAZIONE A SNODO**

HINGED EXPANSION JOINTS

**GIUNTI PER GAS DI SCARICO E PER IMPIANTI DI RISCALDAMENTO**

EXHAUST GAS CONNECTOR AND FOR HEATING SYSTEMS

IDROSAPIENS
COMPONENTISTICA INDUSTRIALE NUCLEARE E AEROSPAZIALEIdrosapiens S.r.l.
Società del Gruppo WITZENMANN**HYDRA**

www.idrosapiens.it

Leini (TO)10040 • Strada Volpiano 49
Tel. +39 011 99 86 900
Fax +39 011 99 73 586
vendite.torino@idrosapiens.it
infoidro@idrosapiens.it**Cormano (MI)**20032 • Via Giotto 26
Tel. +39 02 66305034
Fax +39 02 66307622
vendite.milano@idrosapiens.it