

Innovazioni nel settore delle guarnizioni industriali

**GUARNIZIONI
INDUSTRIALI**

ing. Massimiliano Ghirlanda

Argomenti:

- Principi di funzionamento
- Materiali innovativi
- Tipi di guarnizioni e confronto
- Caratterizzazione e selezione
- Come controllare le emissioni fuggitive
- Progettazione e serraggio dei giunti

una presentazione

EUROGUARCO SpA è la principale azienda italiana nel settore delle guarnizioni industriali, presente anche nel settore piping e coibentazioni industriali.

Fondata nel 1958, l'azienda fornisce società utilizzatrici e di trasformazione, sia direttamente che attraverso una rete di agenti e distributori in circa 20 paesi del mondo.

Gli stabilimenti di La Spezia e di Ticengo (CR) occupano circa 50 persone, operando in Sistema di Assicurazione di Qualità certificato ISO 9000



Divisioni Euroguarco

- Guarnizioni industriali
- Isolanti industriali
- Valvole e componenti per il piping



Divisione Guarnizioni

Materiali semilavorati

- Lastre in fibre sintetiche compresse
- Lastre, rotoli e nastri in grafite espansa
- Lastre e nastri a base PTFE
- Lastre e nastri in Thermiculite™
- Lastre e rotoli in gomma
- Lastre a base mica
- Lastre e tessuti in fibre minerali per alte temperature

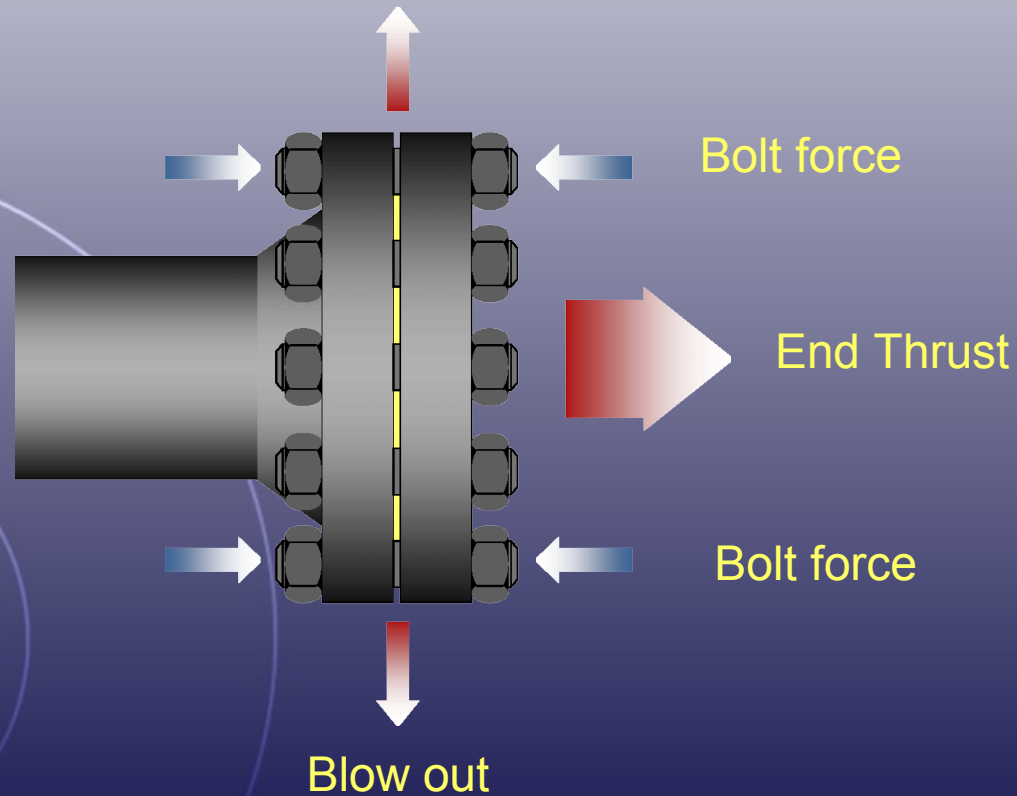
Guarnizioni finite

- Non metalliche piane
- Spiral-metalliche
- Kam-profile
- Metallo-plastiche
- Metalliche
- Baderne
- Guarnizioni tessili
- Guarnizioni EMI
- Flange Insulating Kits
- Anelli e sistemi di tenuta speciali

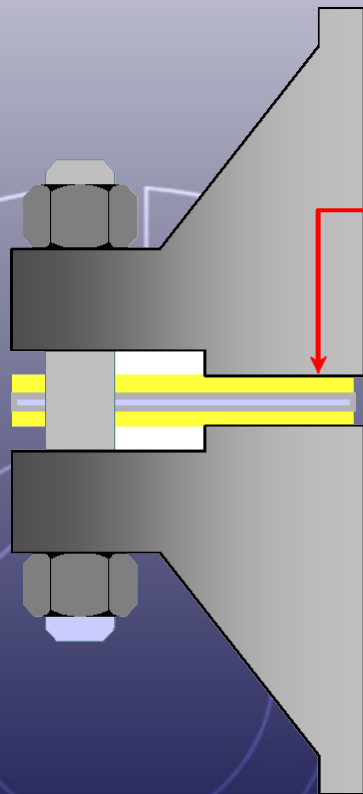


- Dal 1 luglio 2011 Euroguarco è licenziataria Flexitallic
- Flexitallic è la più importante società di produzione di guarnizioni industriali nel mondo, con oltre 130 anni di esperienza nel settore

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DELLE GUARNIZIONI DI TENUTA



Struttura tipo di una guarnizione

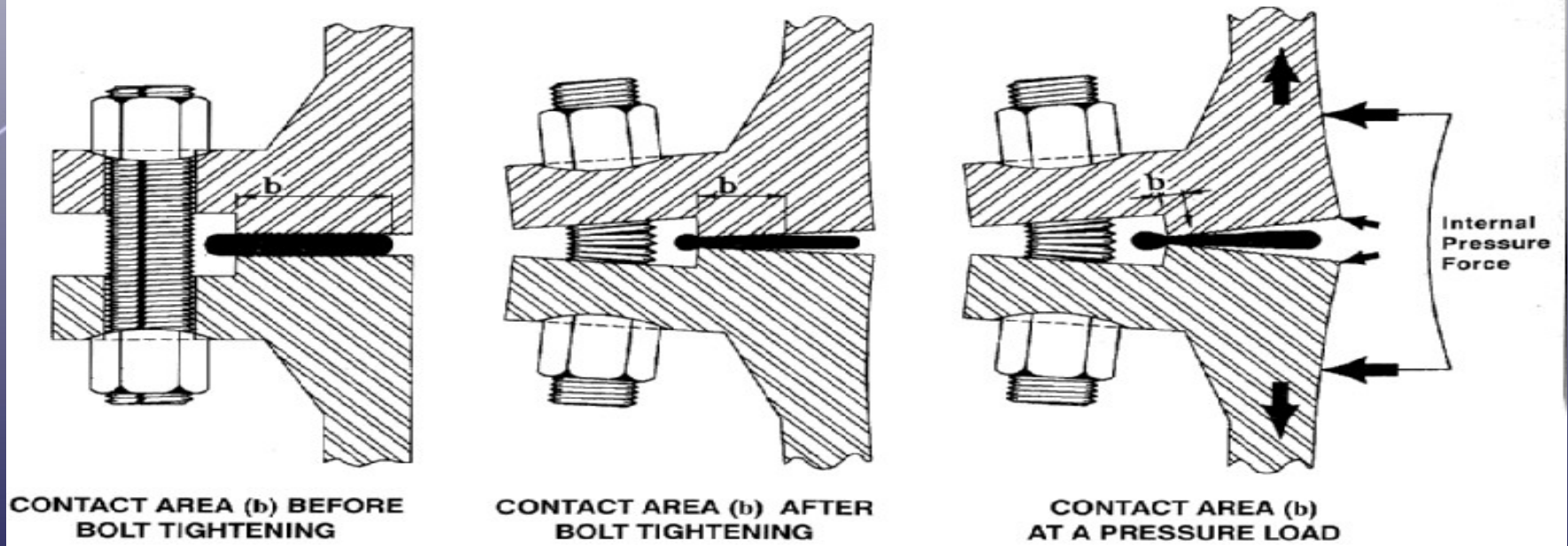


Strati esterni plastici
per conformarsi alle asperità della superficie
delle flangie ed assicurare la tenuta all'interfaccia

Anima interna robusta e resiliente
per dare ritorno elastico e
consentire il maneggiamento

Nella realtà le cose non sono così semplici

FLANGE ROTATION



Il prezzo di guarnizioni non efficaci

perdita di produttività

In sistemi gassosi, spesso oltre il 2% del totale processato.

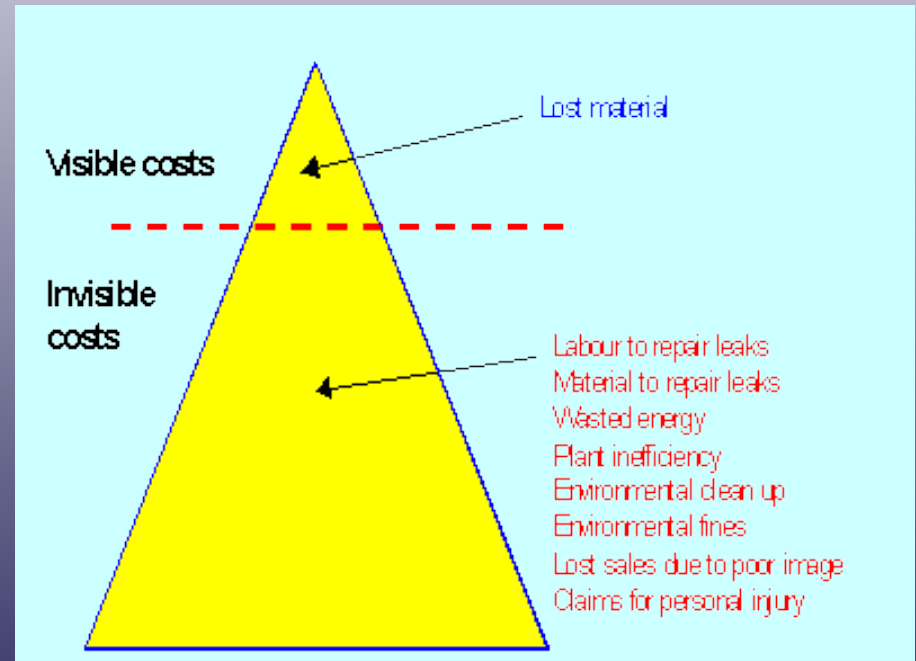
alti costi di manutenzione,
anche per effetto di corrosione, erosione
e deposito di residui, associati a perdite
anche piccole della tenuta

Sino al 20% del totale dei costi di
manutenzione di un impianto industriale

maggiore consumo di energia

sanzioni per danni ambientali

fermate di impianto, incidenti,
perdita di immagine



FILXBOROUGH, 01.06.1974,
UK



India: 14.000 morti
Inghilterra: 26 morti
40 tons di isocianato di metile disperse
Algeria: 25 morti in una raffineria

breve storia delle guarnizioni di tenuta



Cuoio
Fibre naturali
Gomma naturale
pece



L'amianto si presenta in commercio

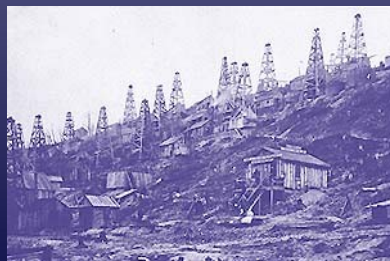
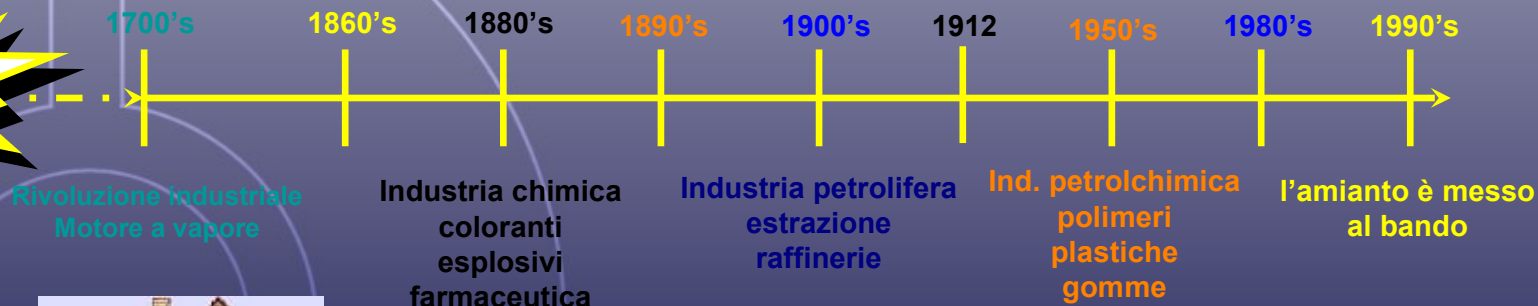
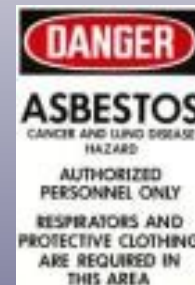
Viene inventata l'amiantite



Vengono inventate le spiral-metalliche



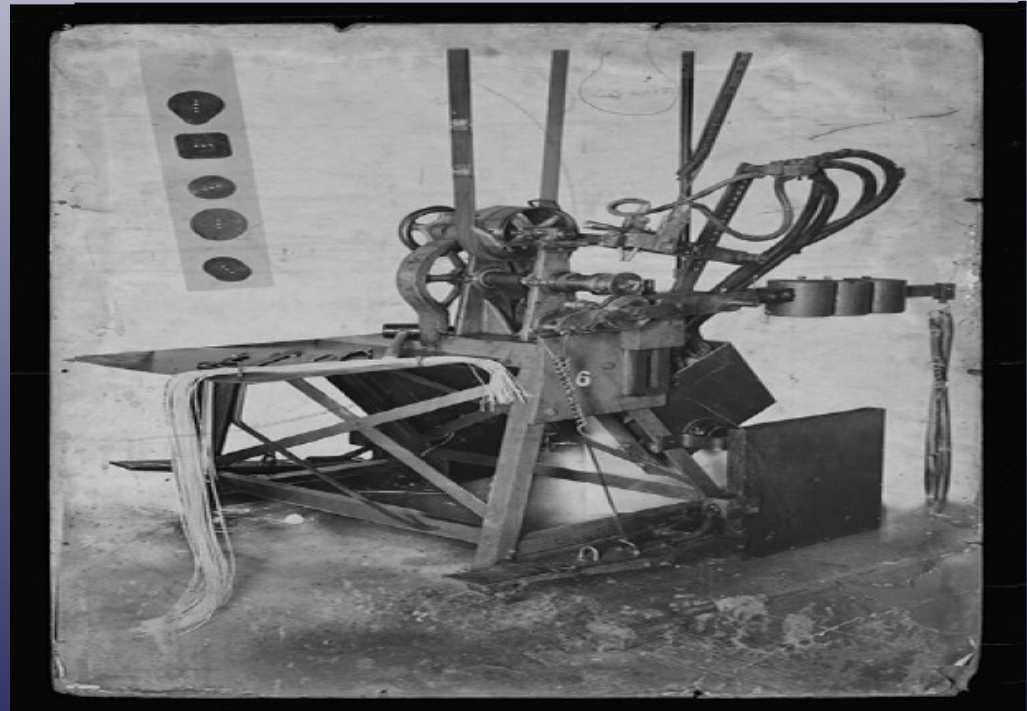
Sviluppo di materiali esenti amianto



Flexitallic è protagonista di questa storia

La prima produzione di lastre per guarnizioni è a Rochdale nel 1871

La prima linea produttiva per spiral-metalliche è ideata da Henry Bomher in Flexitallic nel 1912.



MATERIALI PER GUARNIZIONI

Amiantiti

CAF (1870 – 1990's)



R.I.P.

Fibre Sintetiche



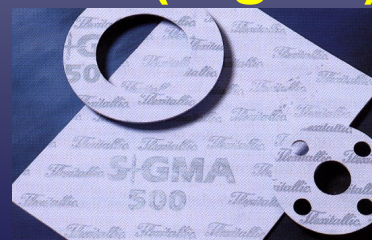
1970's

Grafite



1980's

PTFE (Sigma)



1980's

Thermiculite



1990's

confronto guarnizioni plastiche - metalliche

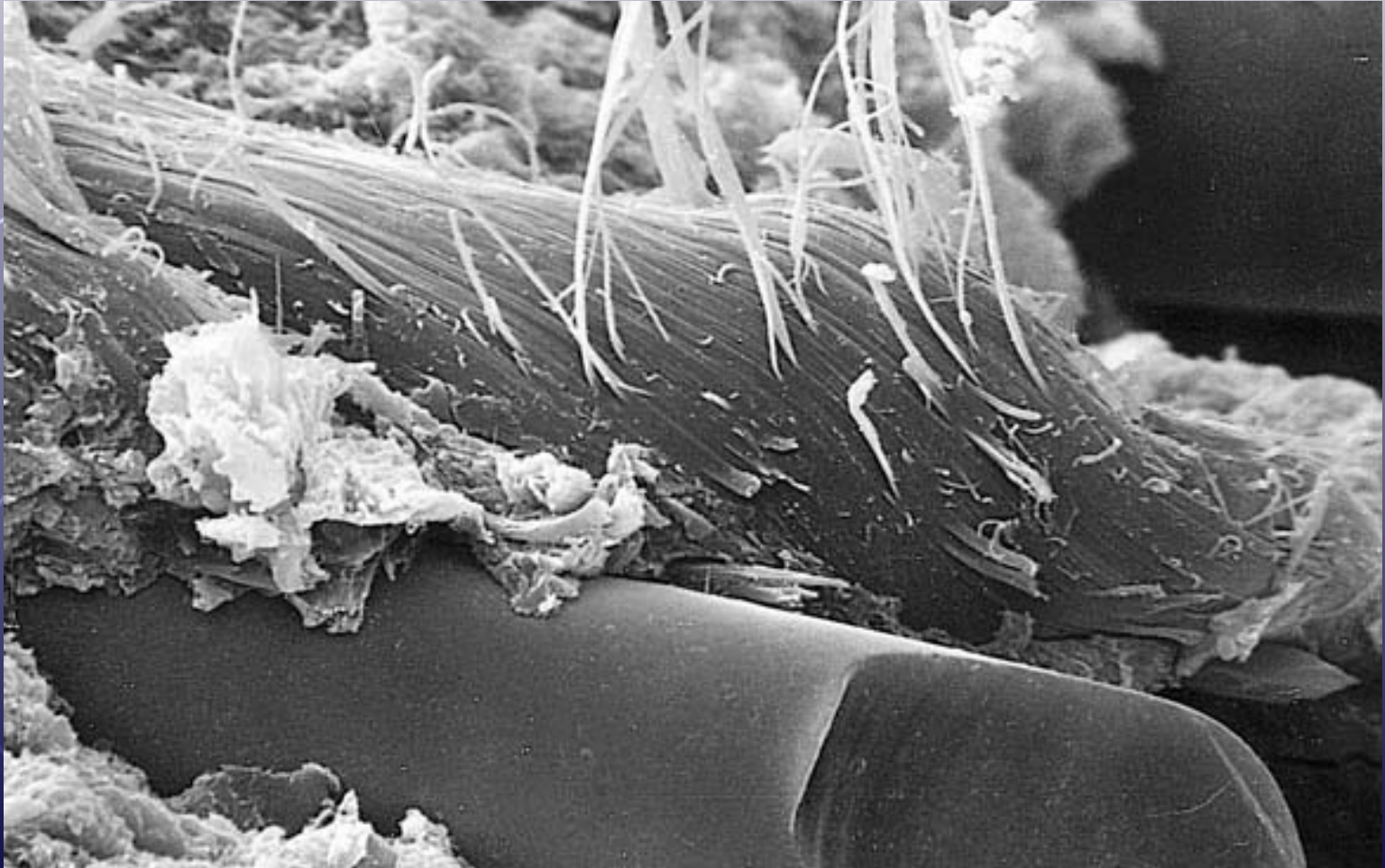
- Guarnizioni plastiche
 - Sufficiente un basso carico di serraggio
 - Buona compressibilità (per adattarsi alle superfici delle flangie)
 - *Poca resistenza al blow-out*
 - *Poca resistenza all'erosione*
 - *Piuttosto permeabili ai gas*
- Guarnizioni metalliche o semi-metalliche
 - *Richiedono un maggiore carico di serraggio (ad ecc. delle Kam)*
 - *Poca compressibilità (richiedono flangie in ottimo stato)*
 - Alta resistenza al blow-out
 - Alta resistenza all'erosione
 - Impermeabili ai gas

giunture compresse a base di fibre sintetiche

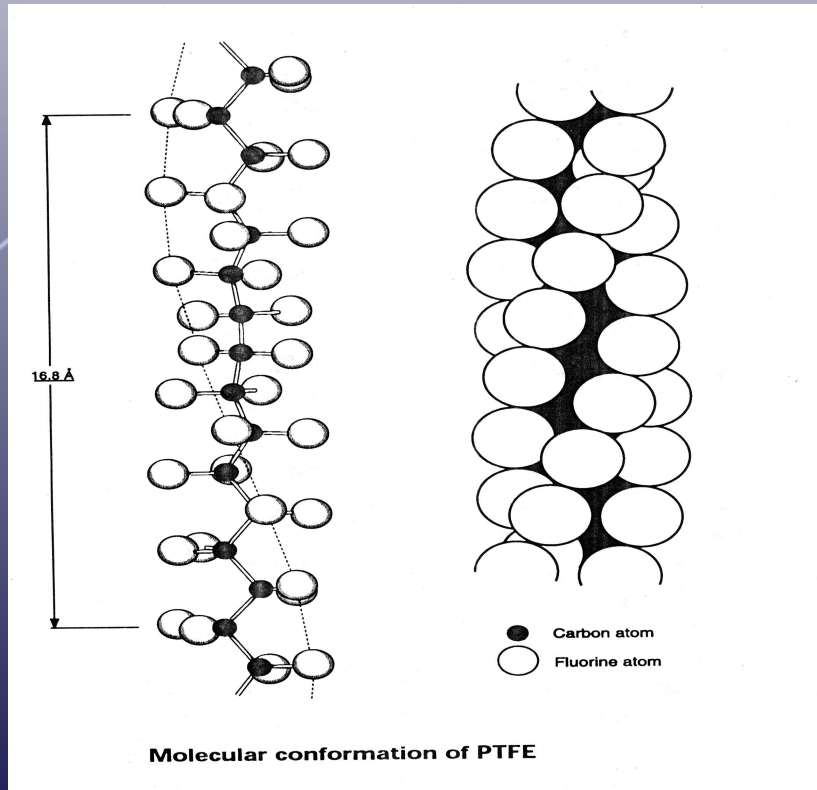


- prodotte a partire da una miscela viscosa di fibre ad alta tenacità, cariche inorganiche termo-resistenti e leganti elastomerici, vulcanizzata in forma di lastra sotto la pressione di due rulli riscaldati contro-rotanti (calandre).
- Il risultato é una linea di materiali per guarnizioni molto versatili, usati in tutto il mondo su tubature ed apparecchi a pressione

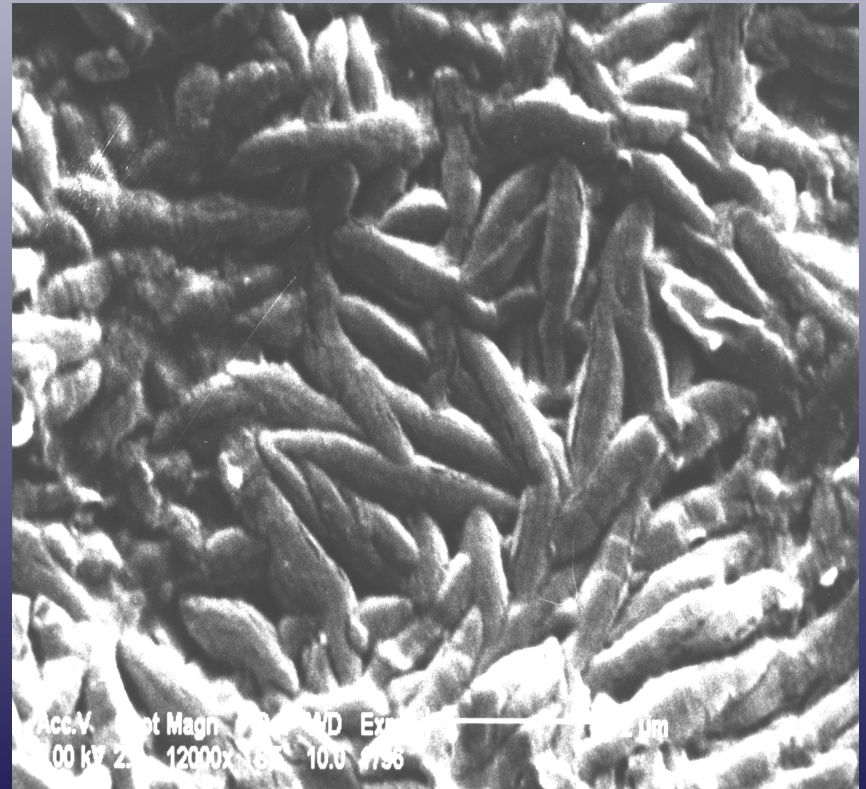
FASIT HT al microscopio



PTFE modificato biassiale Flexitallic SIGMA

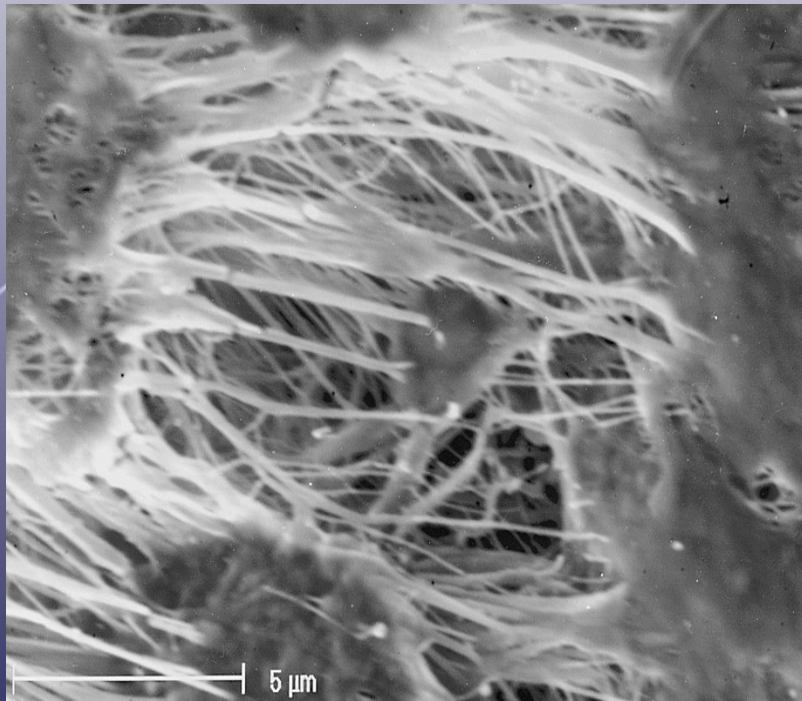


Struttura molecolare del PTFE

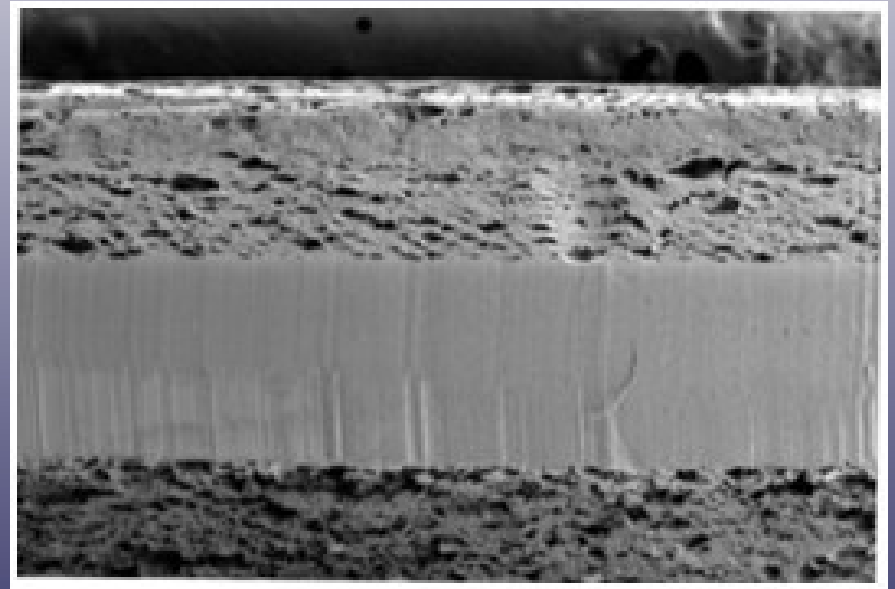


SIGMA ingrandito 12,000 volte

PTFE microcellulare o espanso



SIGMA 600

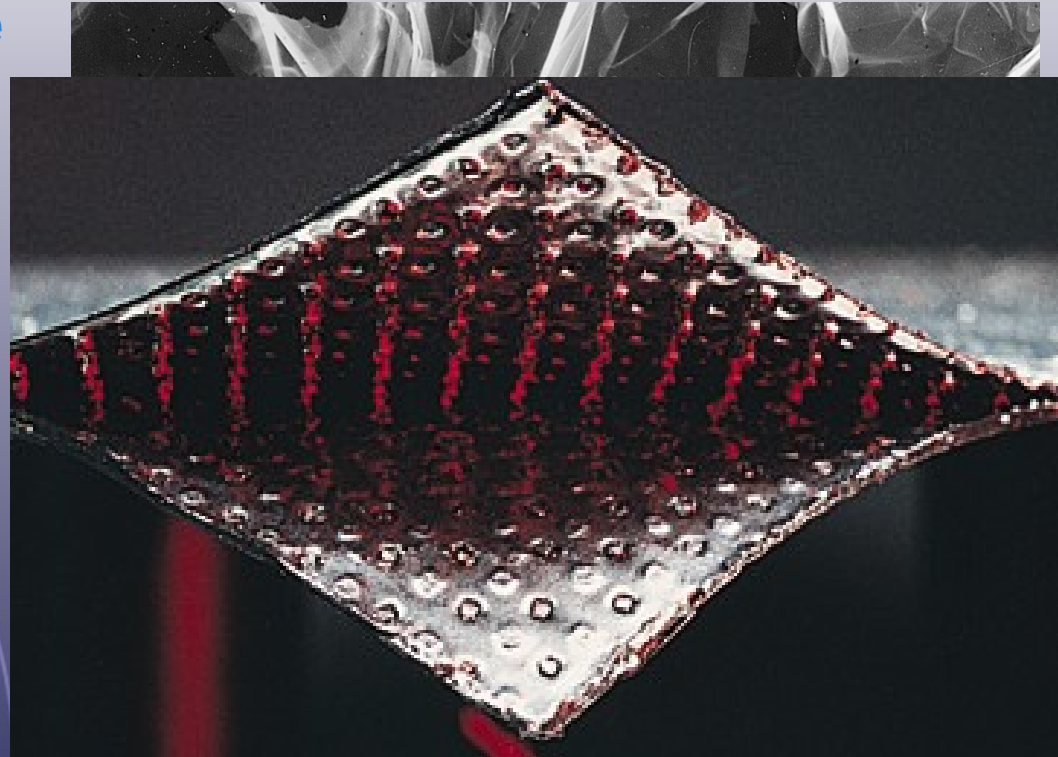


SIGMA 588

grafite espansa flessibile

Proprietà

- Resistenza termo-meccanica
- Inerzia chimica
- Resilienza permanente senza invecchiamento
- Conformabilità
- Incombustibilità
- Sicurezza per la salute



Punti deboli

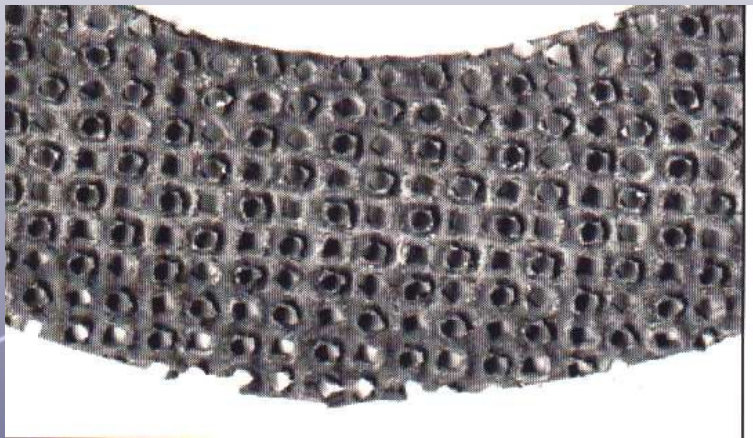
- Fragilità al maneggiamento: necessita inserto
- Con alti spessori necessita doppio inserto
- Possibilità di contaminazione del fluido confinato

materiali alternativi all'amianto dal 1970 al 2000

Caratteristiche	Fibre	Grafite	PTFE
Pressione Vac. – ASME B16.5 2500lb	●	●	●
Temperatura da Criogenico a + 500°C	●	●	●
Resistenza Chimica Acidi - Alkali	●	●	●
Costo Materiale + Manutenzione	●	●	●
Sicurezza al Fuoco API 607	●	●	●
Sicurezza per la Salute	●	●	●

● NO
 ● SI
 ● Dipende

Ossidazione della grafite espansa

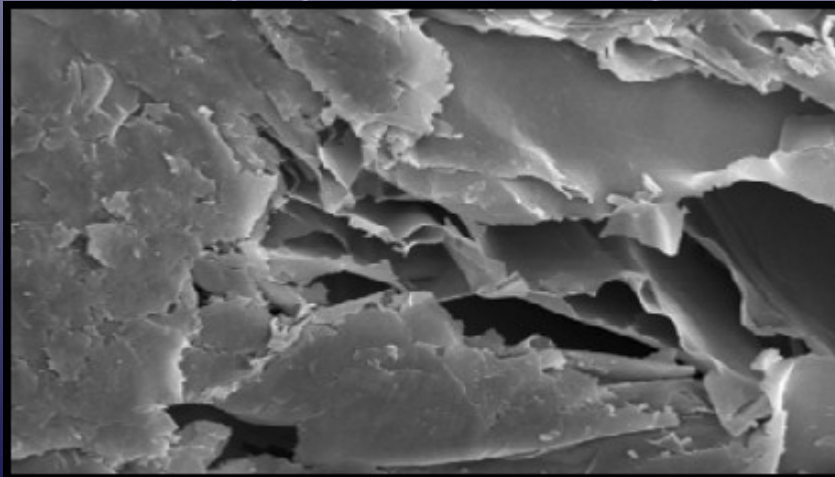
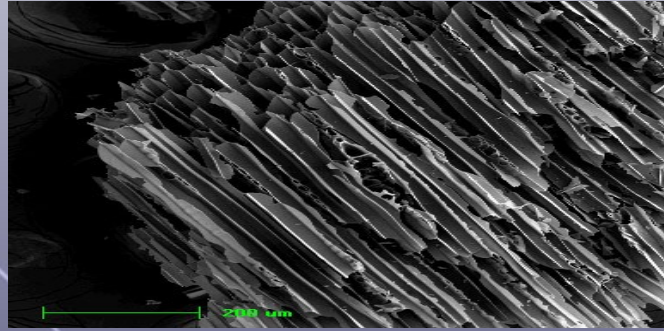


WESTINGHOUSE
TTRL ECOLE POLYTECHNIQUE:

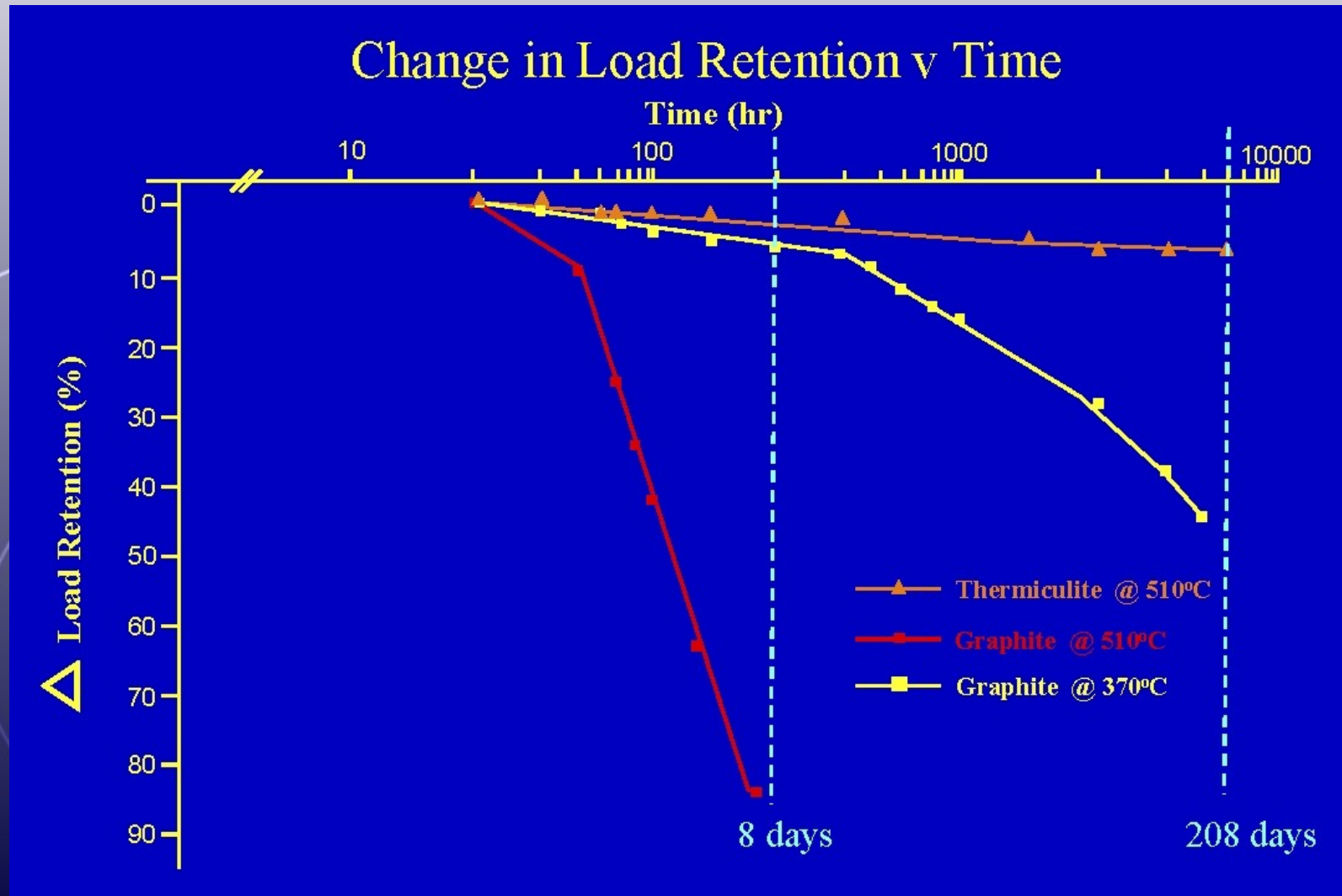
1 ANNO	366 °C
3 ANNI	332 °C
5 ANNI	321 °C
10 ANNI	304 °C



Thermiculite Flexitallic



Thermiculite vs. Grafite



Flexitallic Thermiculite

Proprietà

Nessuna ossidazione

Minimo contenuto di legante

Incombustibile

Eccellente tenuta alle alte temp.

Resistenza chimica

Basso contenuto di alogeni
lisciviabili e zolfo

Isolante termico

Isolante elettrico

Vantaggi

Stabile sino a 1000°C

Min. perdita di peso ad alta T.
Non si attacca alle flange
Non si infragilisce

Non brucia nè alimenta il fuoco

Superiore performance

Idonea per ampio range di pH

Non favorisce la corrosione

Non conduce il calore

Non favorisce la corrosione
galvanica

Benefici

Vita di esercizio ad alta temp. più
lunga

Maggiore “torque retention”
Minore necessità di pulitura
Tenuta più affidabile

Fire safe (API 607 e Exxon)

manutenzione ridotta

inventario ridotto

Maggiore vita delle flange
Idonea per applicazioni nucleari

proprietà isolanti

Impieghi con acqua di mare

Materiali di tenuta per alte temperature

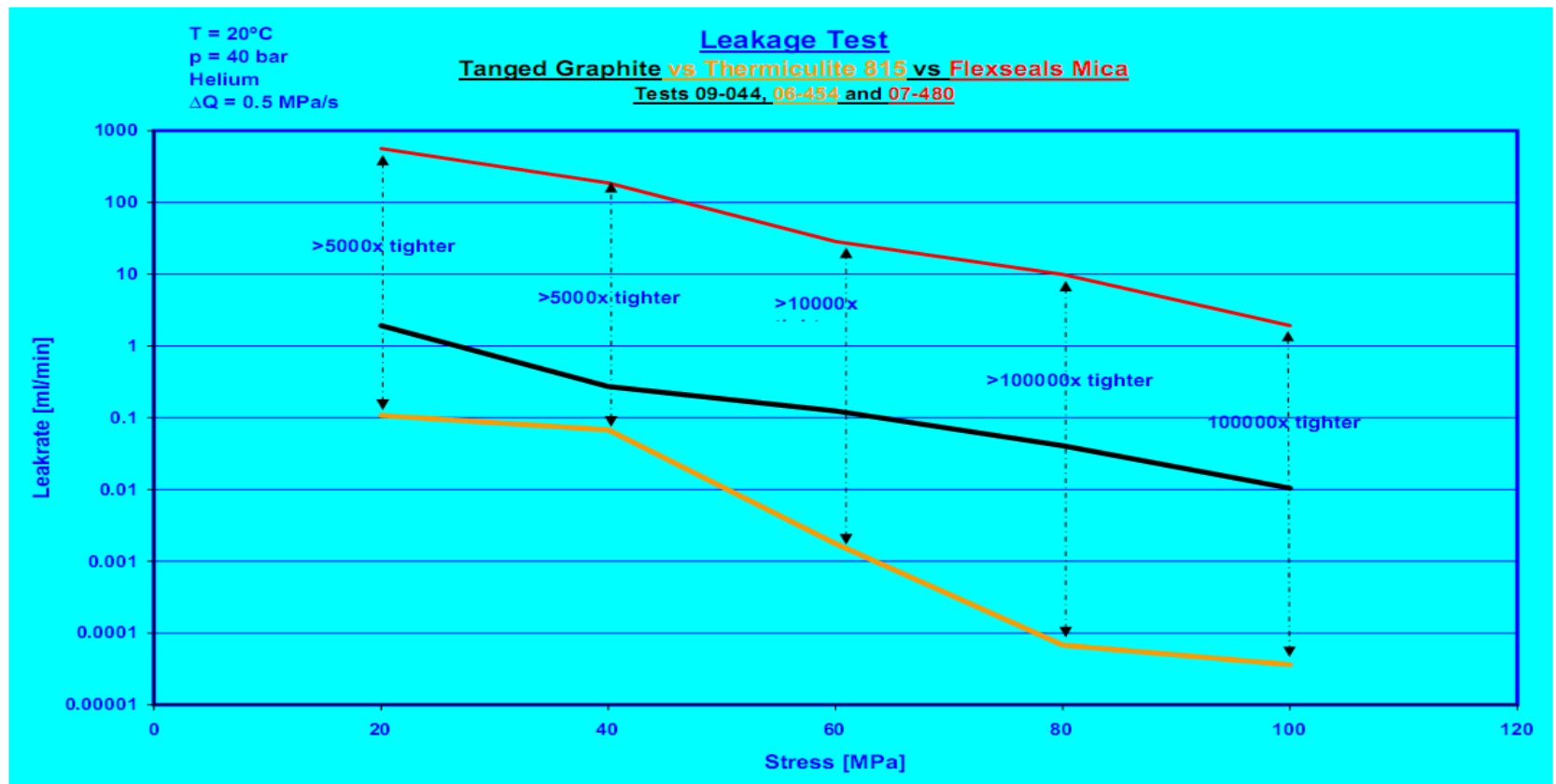
	Therm 800	Grafite	Ceramica	Mica
Acidi Aggressivi	●	●	●	●
Alte Temp. (>350°C)	●	●	●	●
Capacità di tenuta	●	●	●	●
Facilità di applicazione	●	●	●	●
Protezione alla corrosione	●	●	●	●
sicurezza per la salute	●	●	●	●

● NO

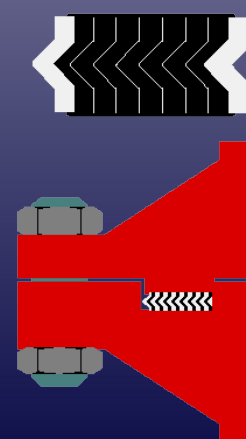
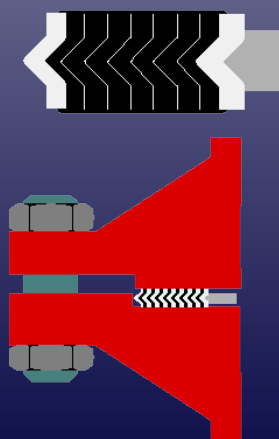
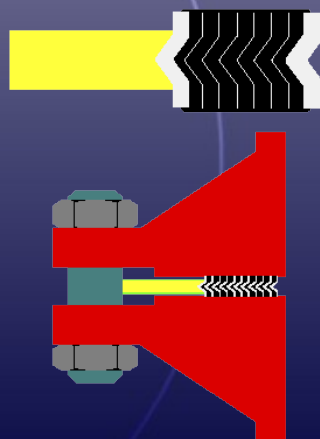
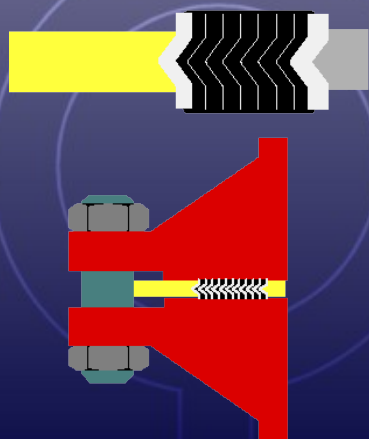
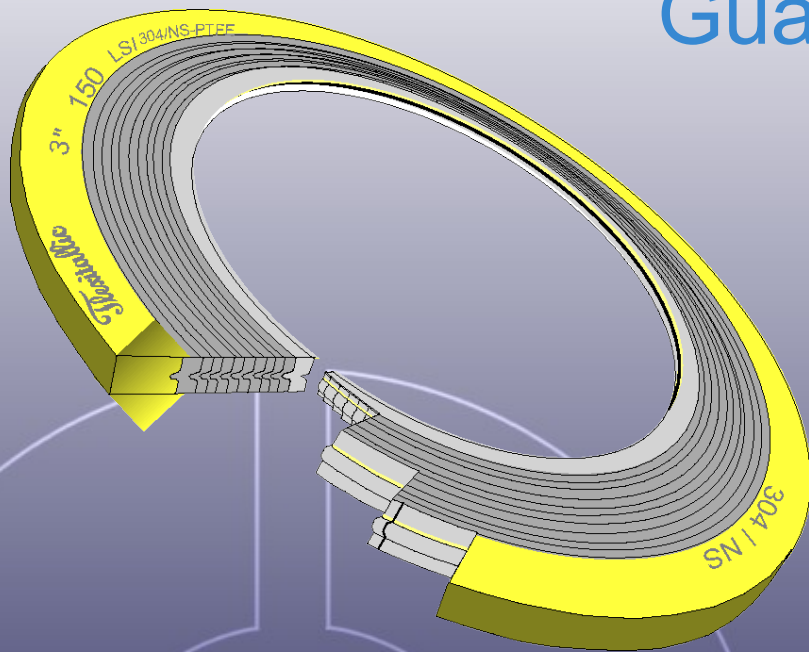
● SI

● Dipende

Thermiculite vs. imitazioni



Guarnizioni spiral-metalliche



Spiral Wound Gasket Materials

Metalli (spirale, anelli)

SS304: 540°C (impieghi generici)

SS316: 815°C (impieghi generici)

SS316Ti: 815°C

SS321: 870°C

SS347: 870°C

17-7PH: 815°C (eccellente ritorno elastico)

Monel : 820°C (ipieghi chimici)

Hastelloy: 1095°C (resistente agli acidi)

Incoloy : 1095°C (buon ritorno elastico e resistenza chimica)

Titanium: 540°C (ottima resistenza a corrosione, agenti ossidanti)

Tantalum: 190°C (eccellente resistenza a corrosione)

Zirconium: 400°C (industria nucleare, HCl)

Riempitivi

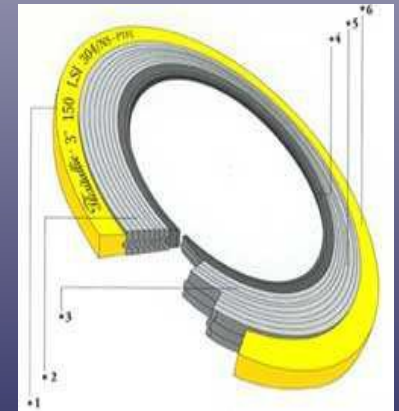
Grafite (Flexicarb standard, C > 98%): 400°C

Flexicarb HT (inibitore di corrosione): 450°C

Flexicarb HP (nucleare C > 99.9%): 400°C

Thermiculite: 1000°C

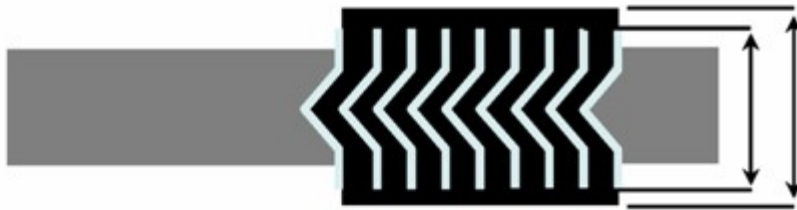
PTFE: 260°C



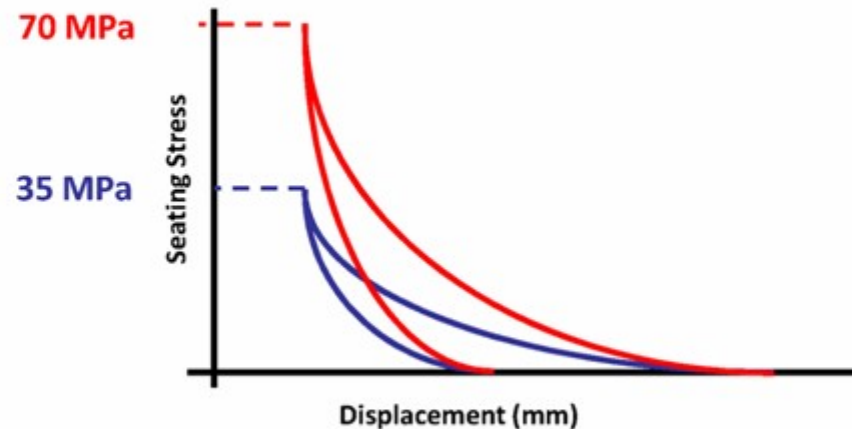
Spiral Wound Gasket

Low Stress Applications – LS & LSI

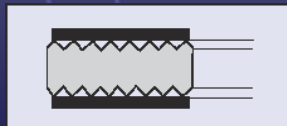
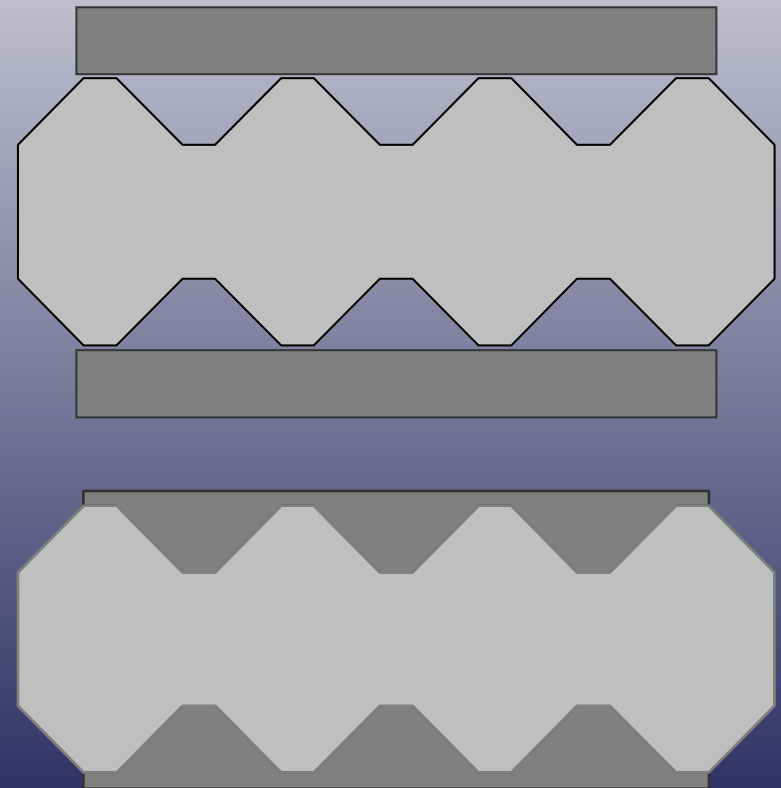
Low Stress Element



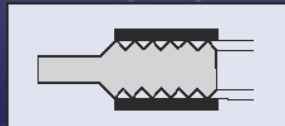
Standard Element



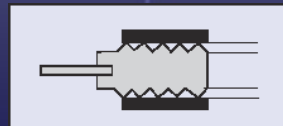
Kam-profile gasket – FLEXPRO®



Style PN

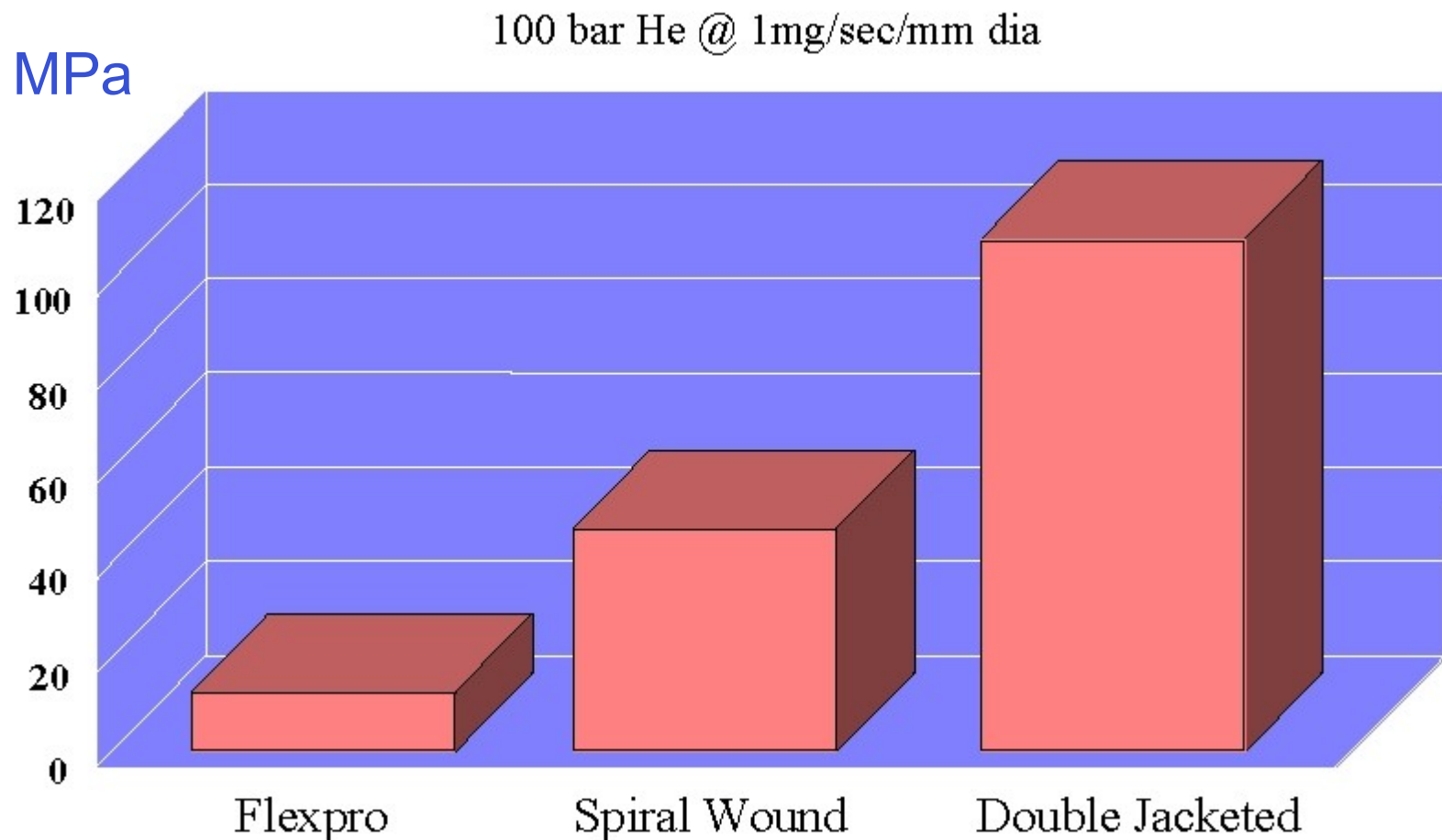


Style ZG

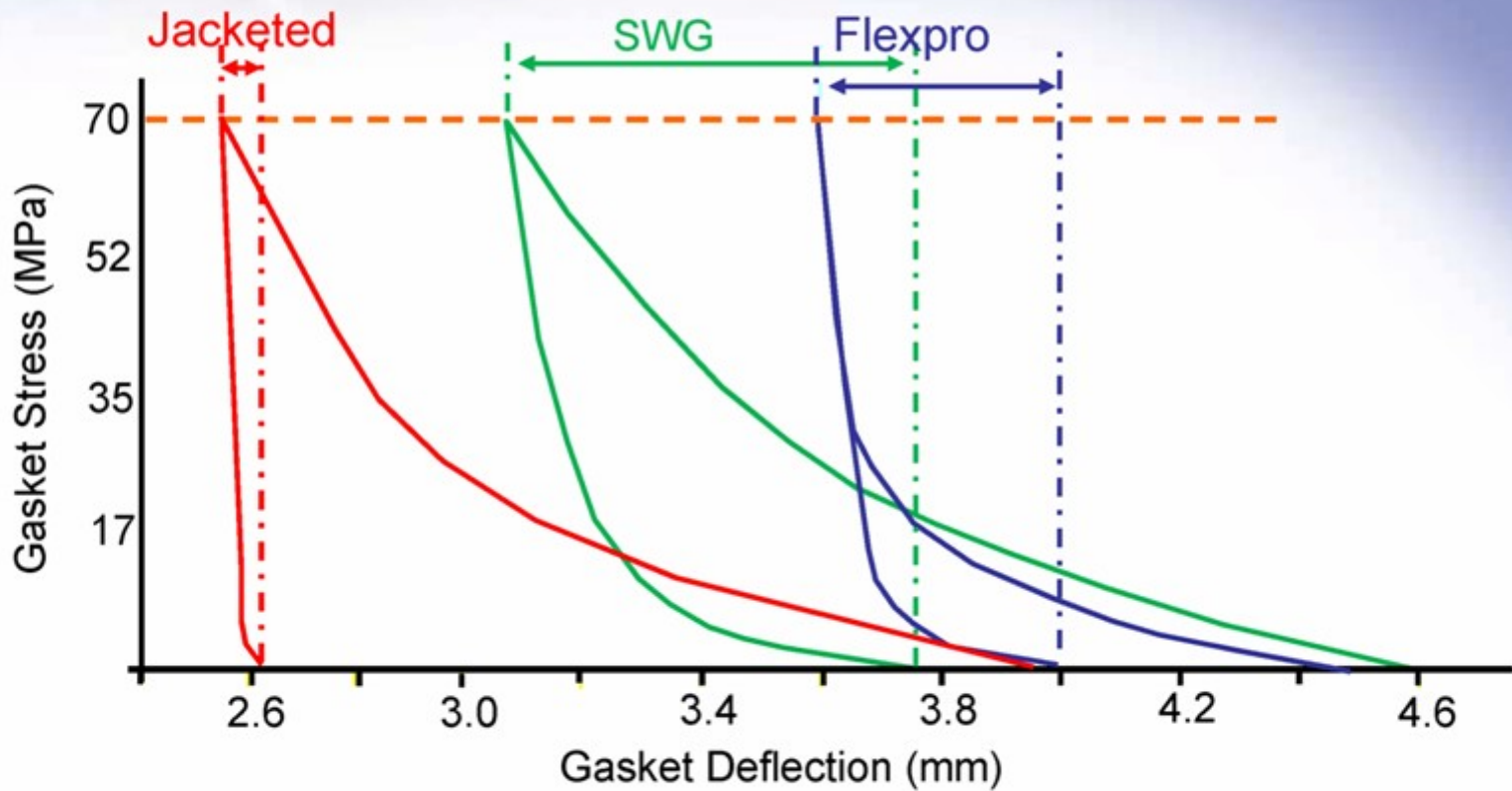


Style ZA

compressione richiesta per la tenuta di diversi tipi di guarnizioni semi-metalliche



SWG v Flexpro – Recovery

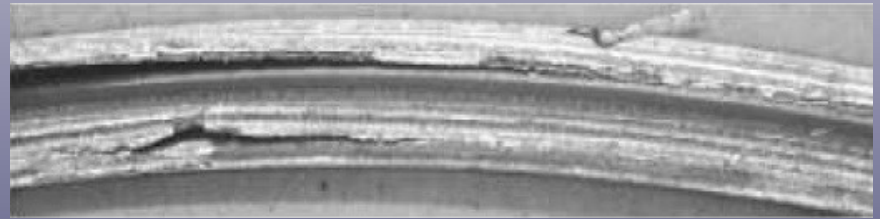


Resistenza alle forze di taglio

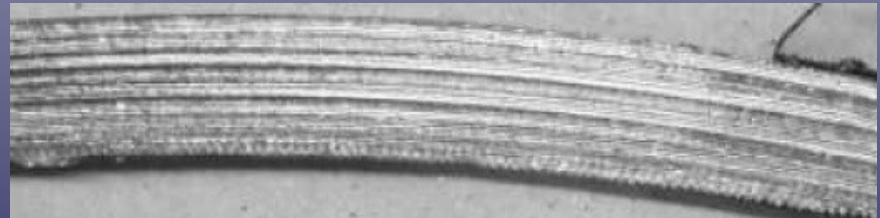
metallo-plastica



metallica corrugata



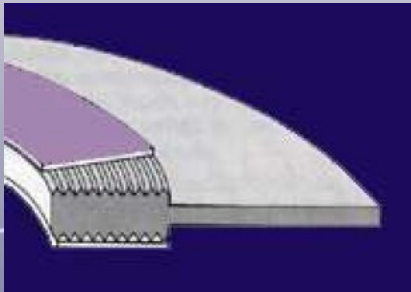
kam-profile



spiralmetallica

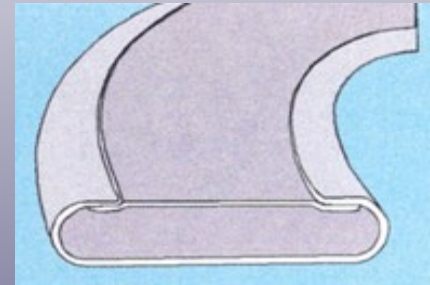


kam-profile vs. metallo-plastiche



kam-profile

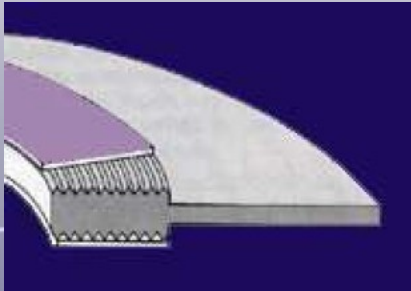
Sufficienti bassi carichi di serraggio
Alta conformabilità
Discreto ritorno elastico
Consente moderati movimenti delle flangie



metallo-plastiche

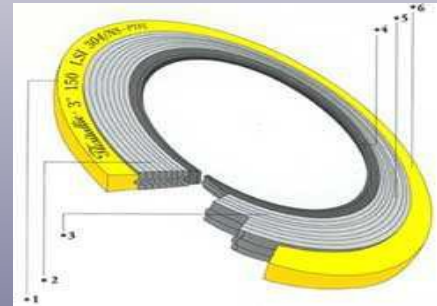
Necessari carichi di serraggio medio-alti
Bassa conformabilità
Poco ritorno elastico
Anche moderati movimenti delle flangie causano perdite di tenuta

kam-profile vs. spiral-metalliche



Kam-profile quando

- la compressione di serraggio è bassa o troppo alta
- flange danneggiate determinano punti di compressione locale molto alta
- grandi dimensioni renderebbero la spirale instabile



Spiral-metalliche quando

- si ha rotazione o inarcatura delle flange
- superfici delle flange non parallele
- movimenti delle flange dovuti a cicli termici
- sono presenti forze di taglio sulla guarnizione

Hybrid Technology



CGI-Flexpro

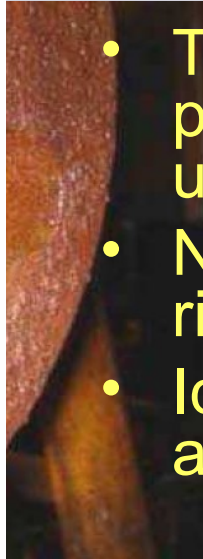
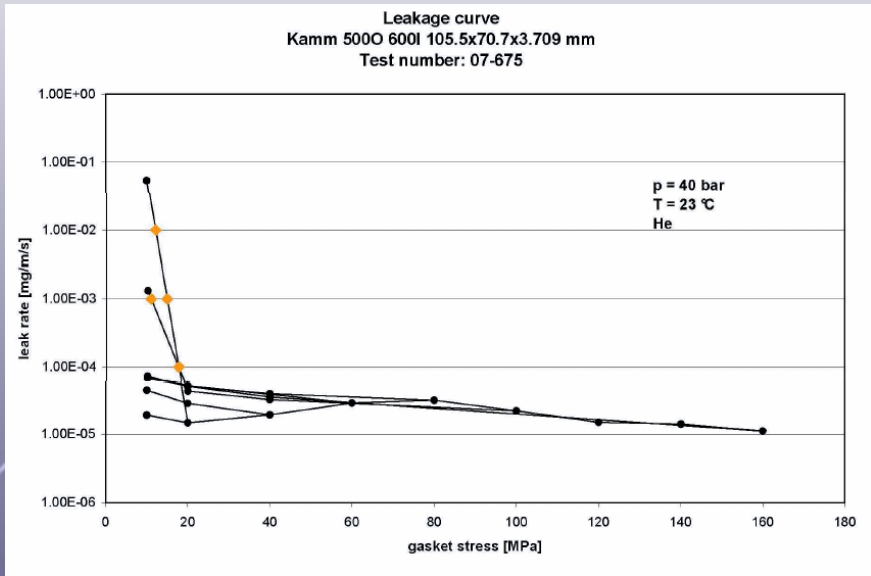


RIR-Flexpro

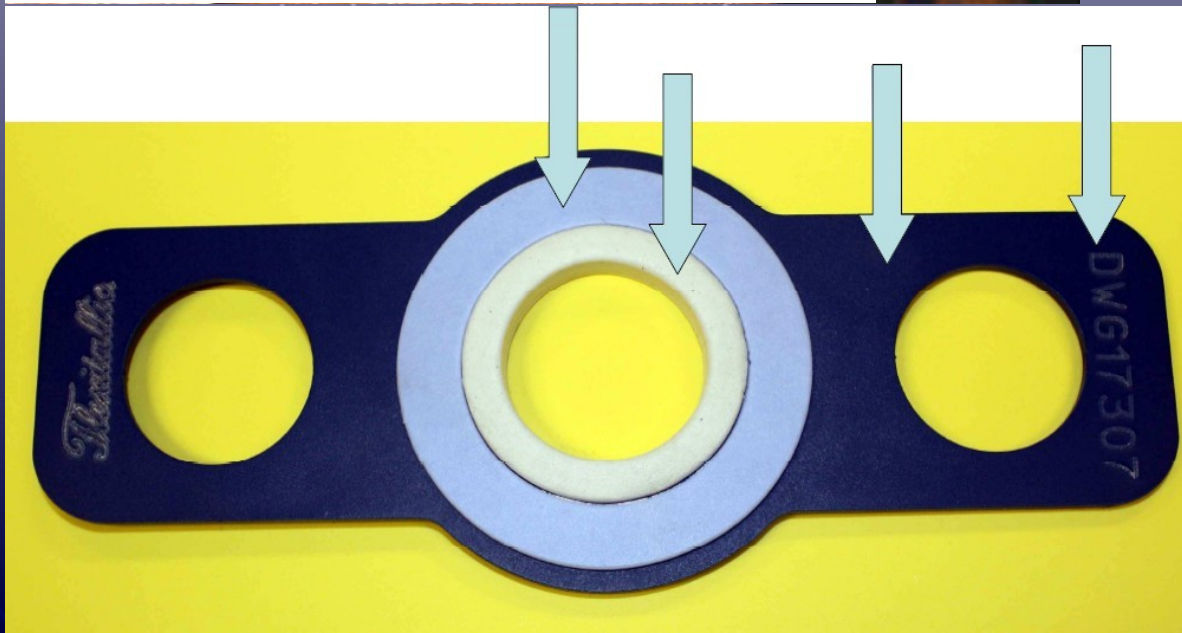
- Protezione delle superfici delle flange → manutenzione ridotta
- Flusso più regolare del fluido confinato → minore erosione della guarnizione
- Sistema di tenuta doppia → maggiore sicurezza
- possibilità di usare flange con sede per metallo-plastiche → praticità nel rimpiazzo

Good dynamic recovery and load reaction and low emission sealing performance

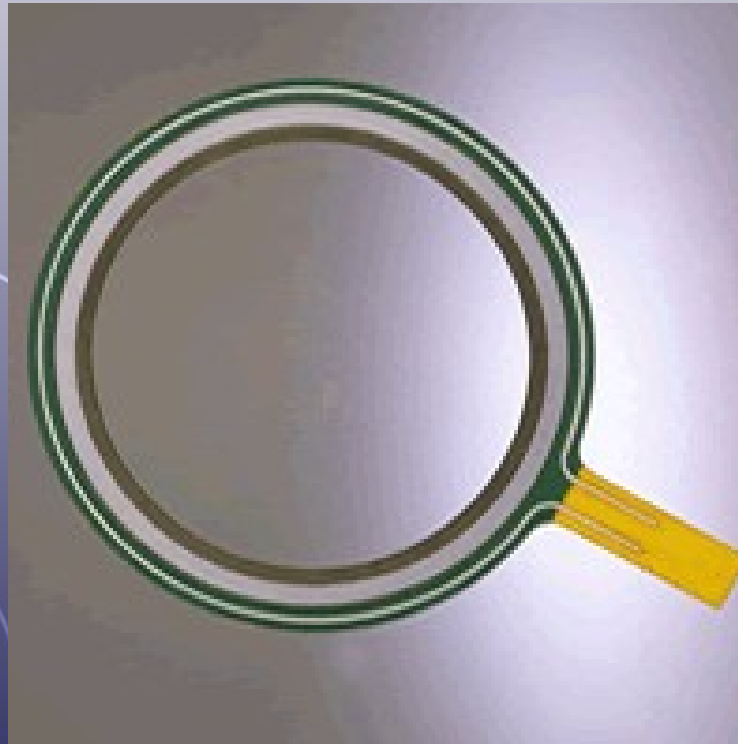
Flange Rescue Gaskets



- Tenuta immediata e prevenzione nei confronti di ulteriori deterioramenti
- Nessun bisogno di riparazioni
- Idoneità per la classi da 150 a 2500 lbs



baker gasket



consente il rilevamento immediato di piccole perdite

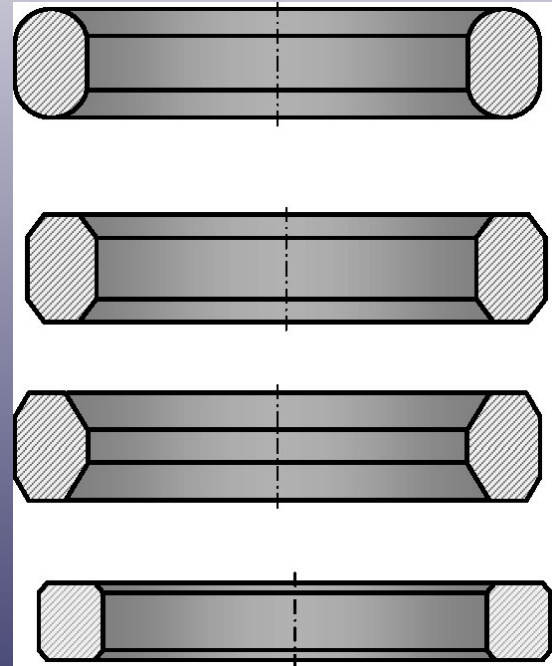
Guarnizioni metalliche piene



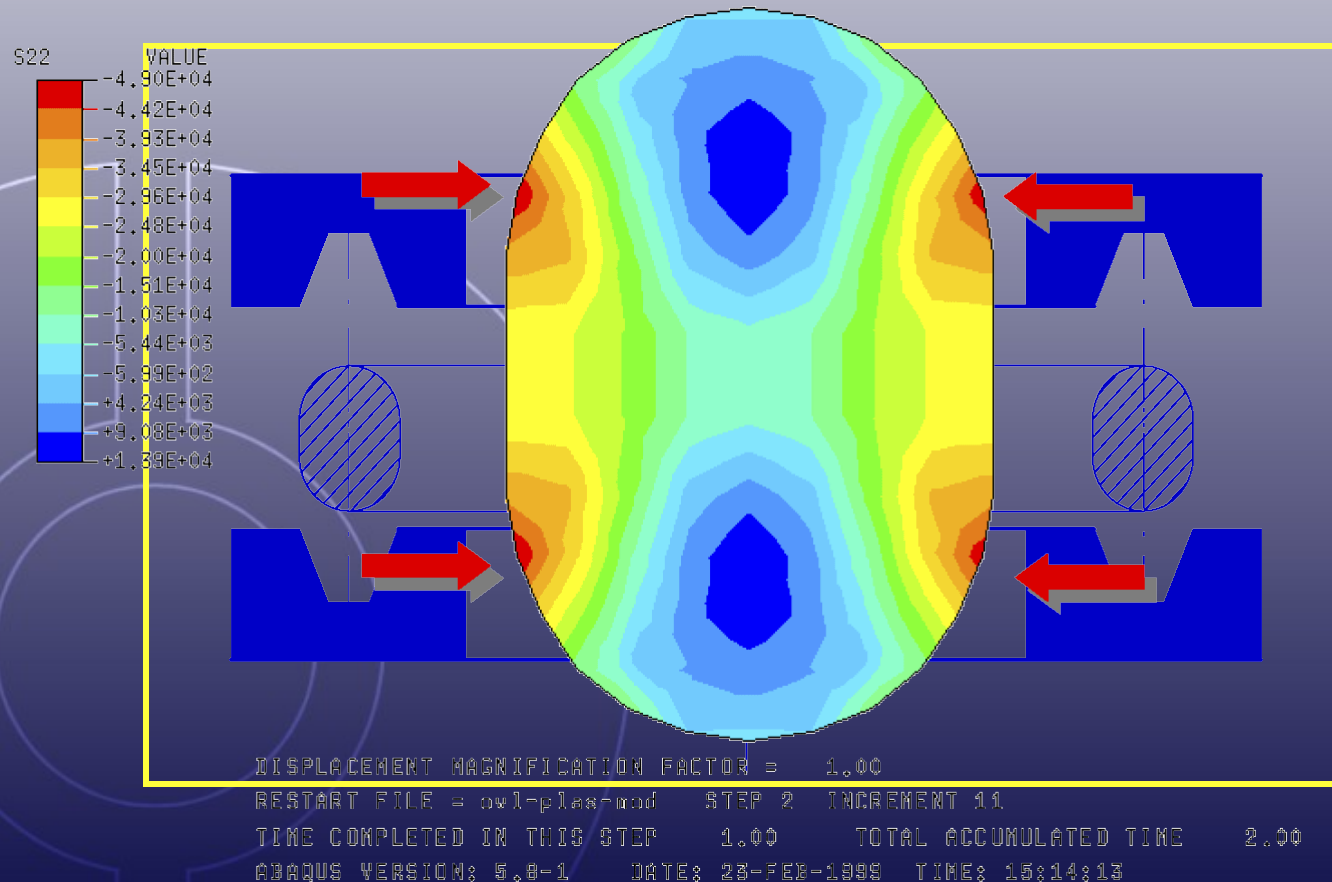
Ring Joint

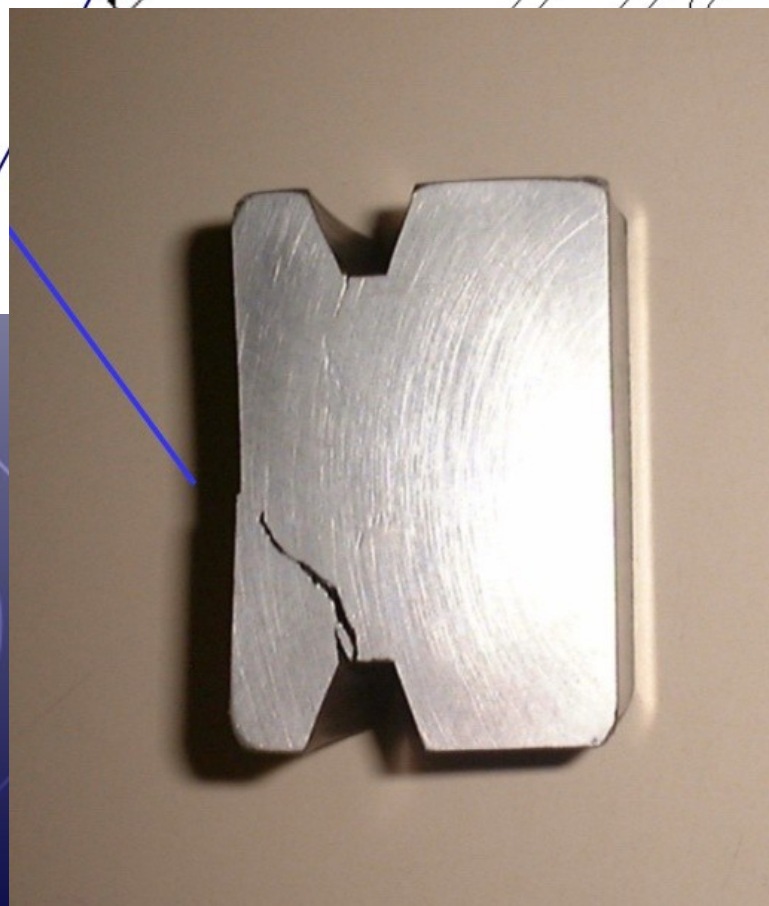
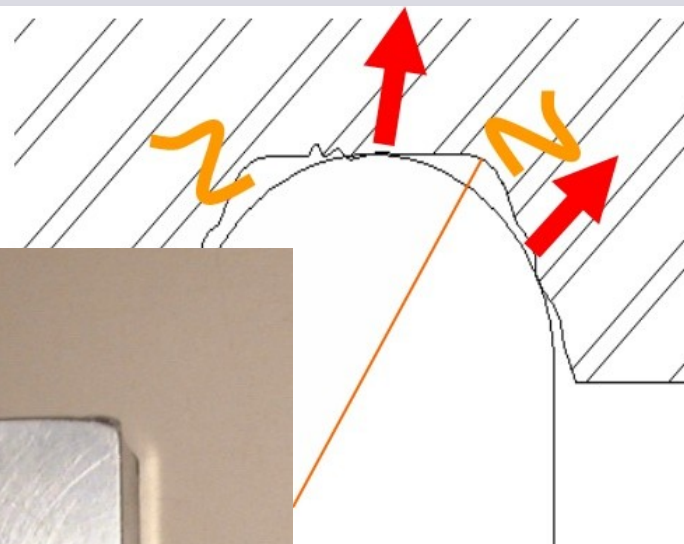
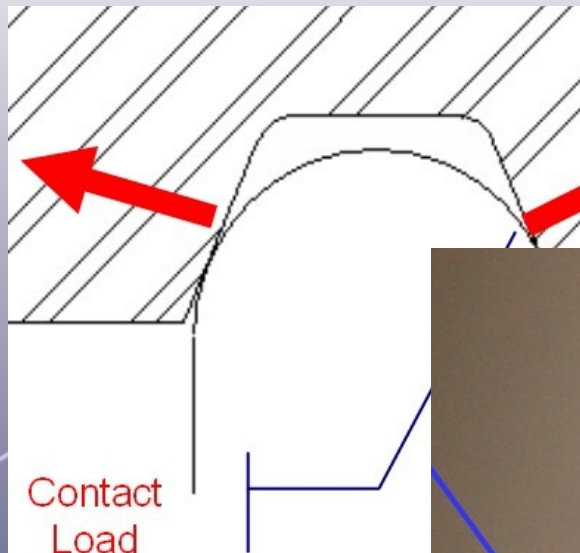


Lens gasket

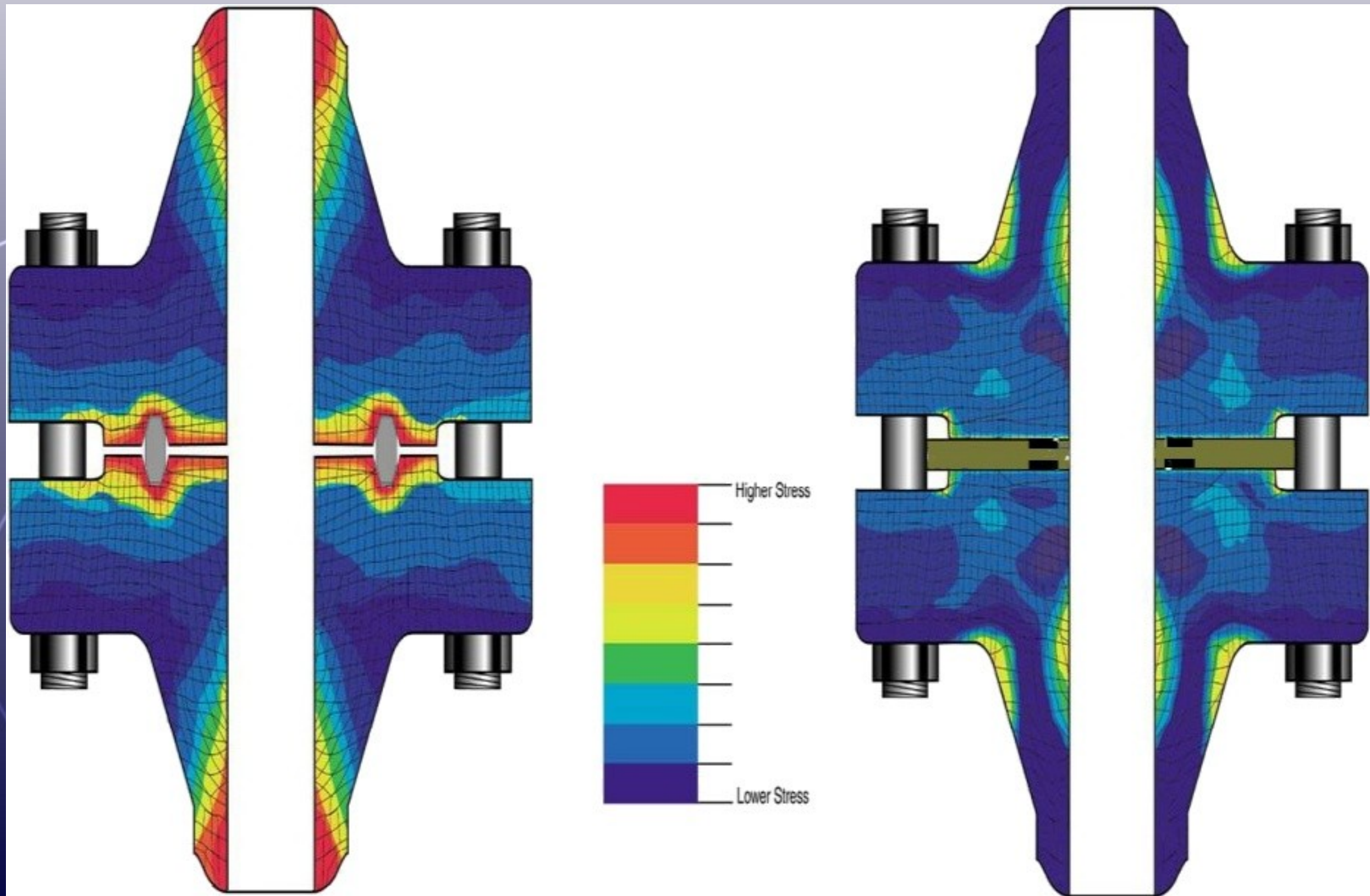


deformazione plastica delle guarnizioni metalliche

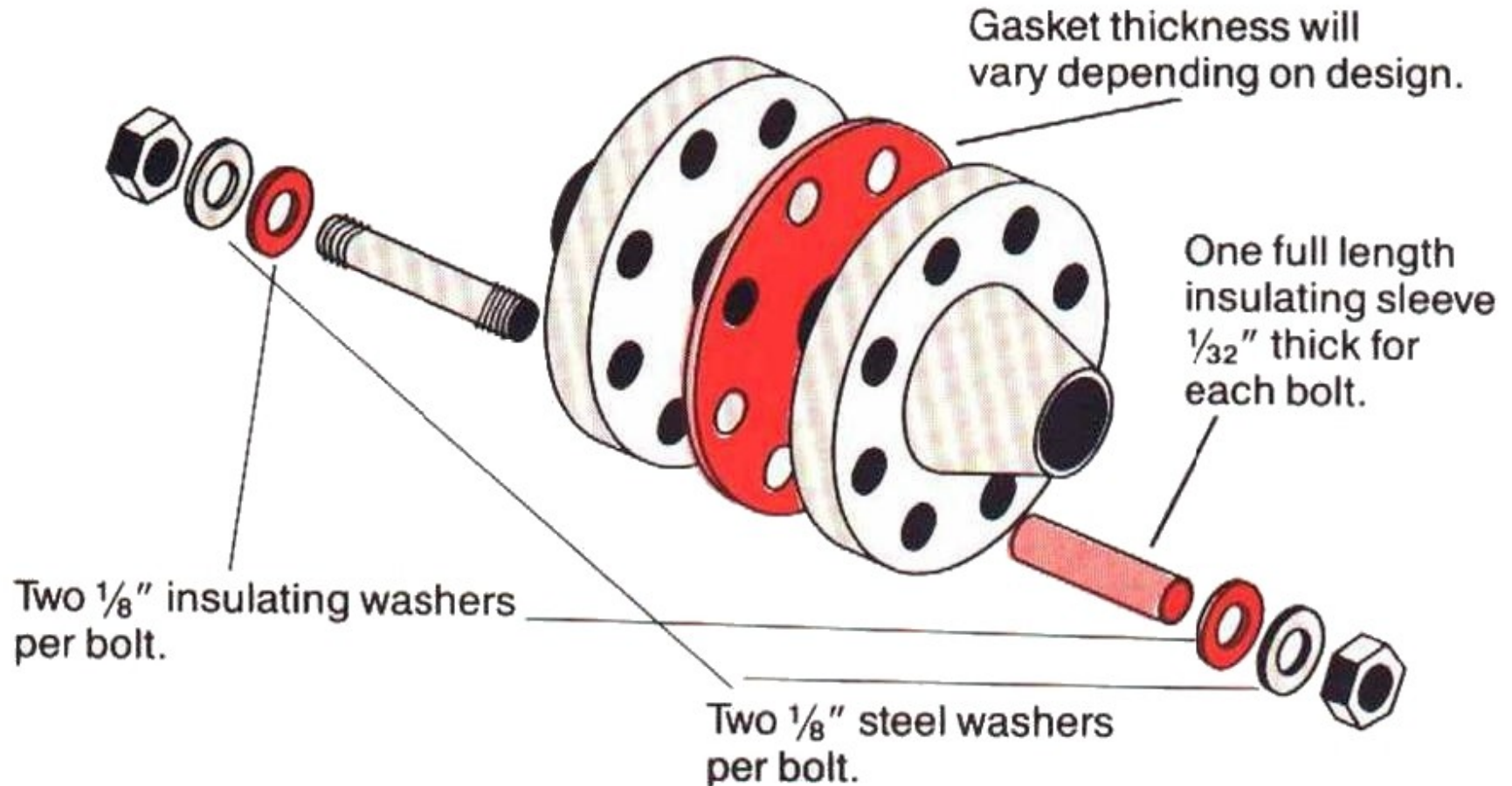




Carrier Ring Gasket



Flange insulating kits



GUARNIZIONI TESSILI



Packings



Anelli per passi d'uomo



Nastri, corde, trecce per
guarnizioni di portelleria

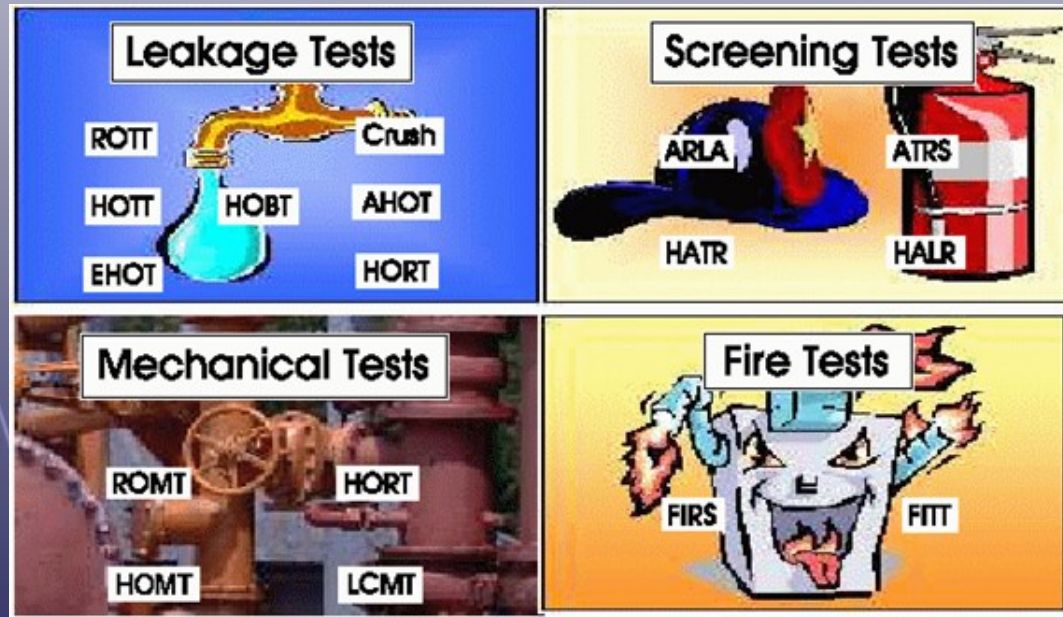
CARATTERISTICHE DELLE GUARNIZIONI PIANE

- Plasticità
- Elasticità
- Resistenza meccanica
- Resistenza termica
- Resistenza chimica
- Resistenza a corrosione
- Nessuna contaminazione del fluido
- Praticità di impiego
- Versatilità
- Costo adeguato

Strumenti per la selezione di guarnizioni

- Raccomandazioni dei produttori
- Test Standard (ASTM, DIN, ecc.)
- Test su campo
- Certificazioni da parte di laboratori indipendenti (DVGW, BAM, WRAs, ecc.)

Importante: dato che il costo delle guarnizioni è infinitesimo rispetto ai costi connessi al loro mal-funzionamento, è raccomandabile preferire guarnizioni di provata qualità.



Il concetto di “tenuta” di un giunto

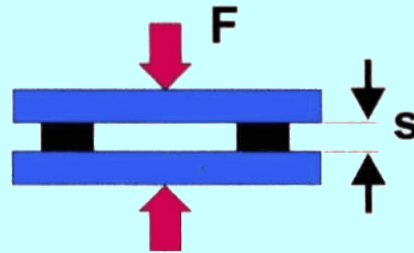
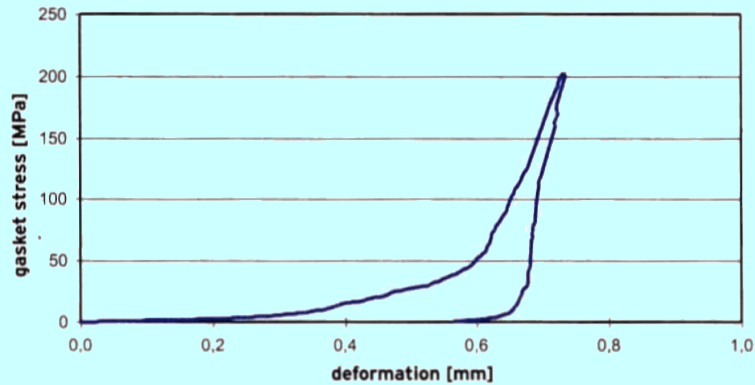
- tenuta come assenza di perdite evidenti, in conseguenza di un equilibrio dinamico delle forze sulla guarnizione
 - sicurezza
- tenuta come contenimento delle perdite per trafilamento del fluido confinato entro un limite giudicato accettabile, in conseguenza di un equilibrio fluo-dinamico
 - efficienza

PVRC: Cause di perdita di tenuta

- errori in assemblaggio: 41%
- flangie danneggiate: 25%
- guarnizione: 22%
- flangie non allineate: 12%



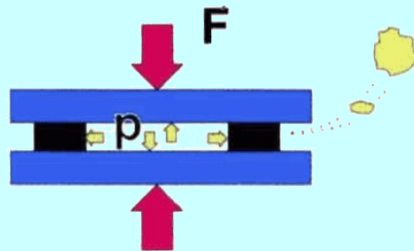
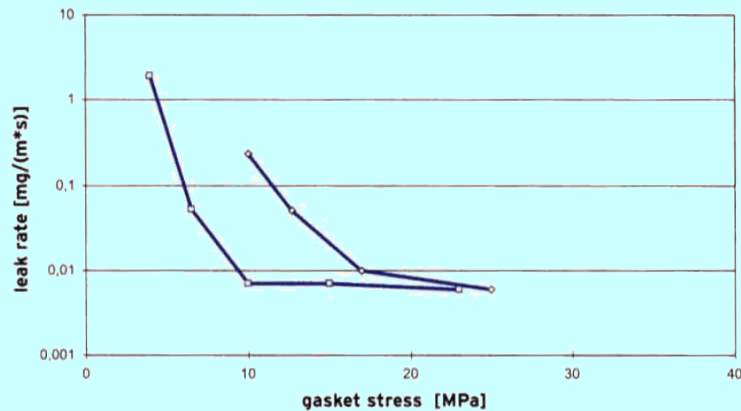
test per guarnizioni



Test meccanici

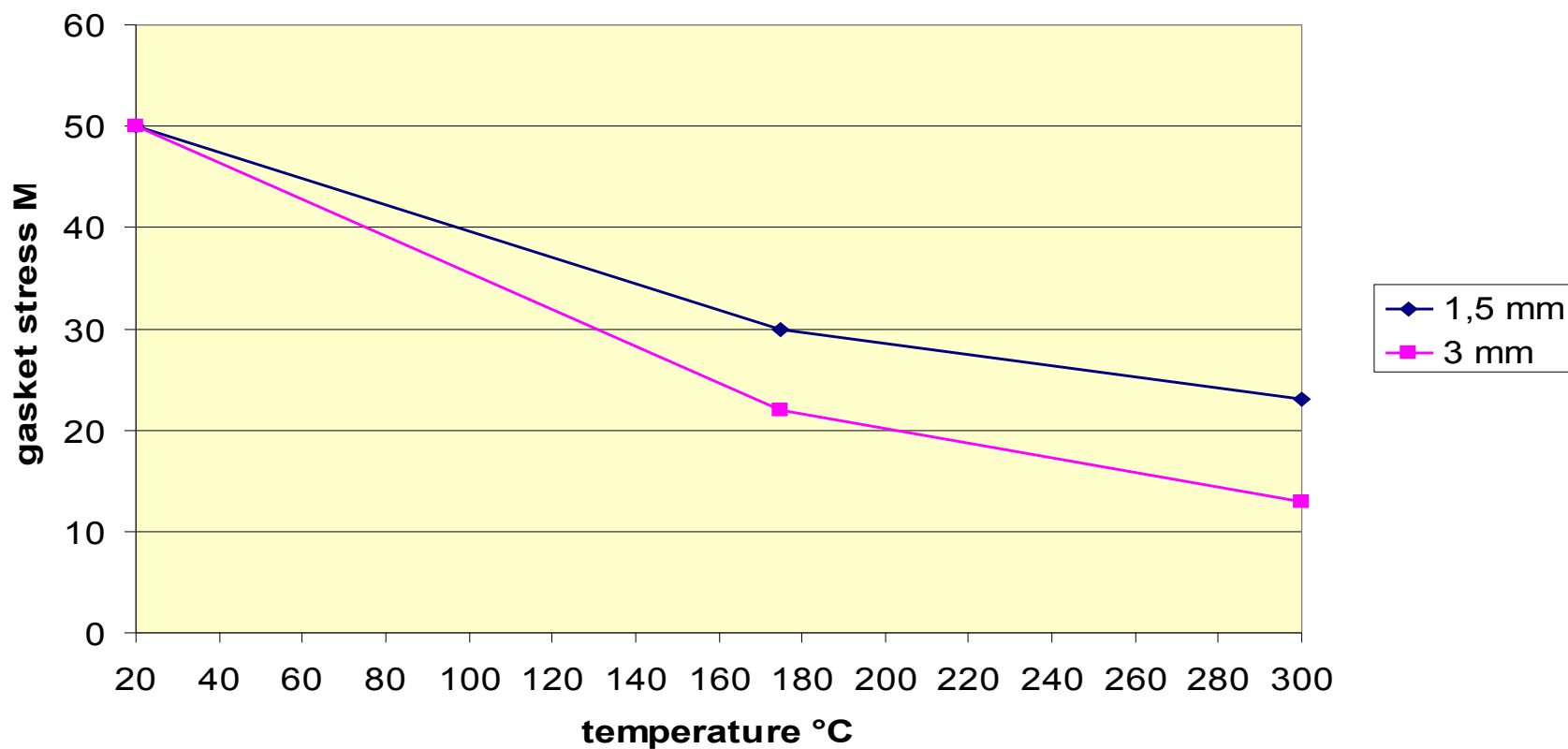
Compressibilità e ritorno elastico

Creep relaxation e Stress retention



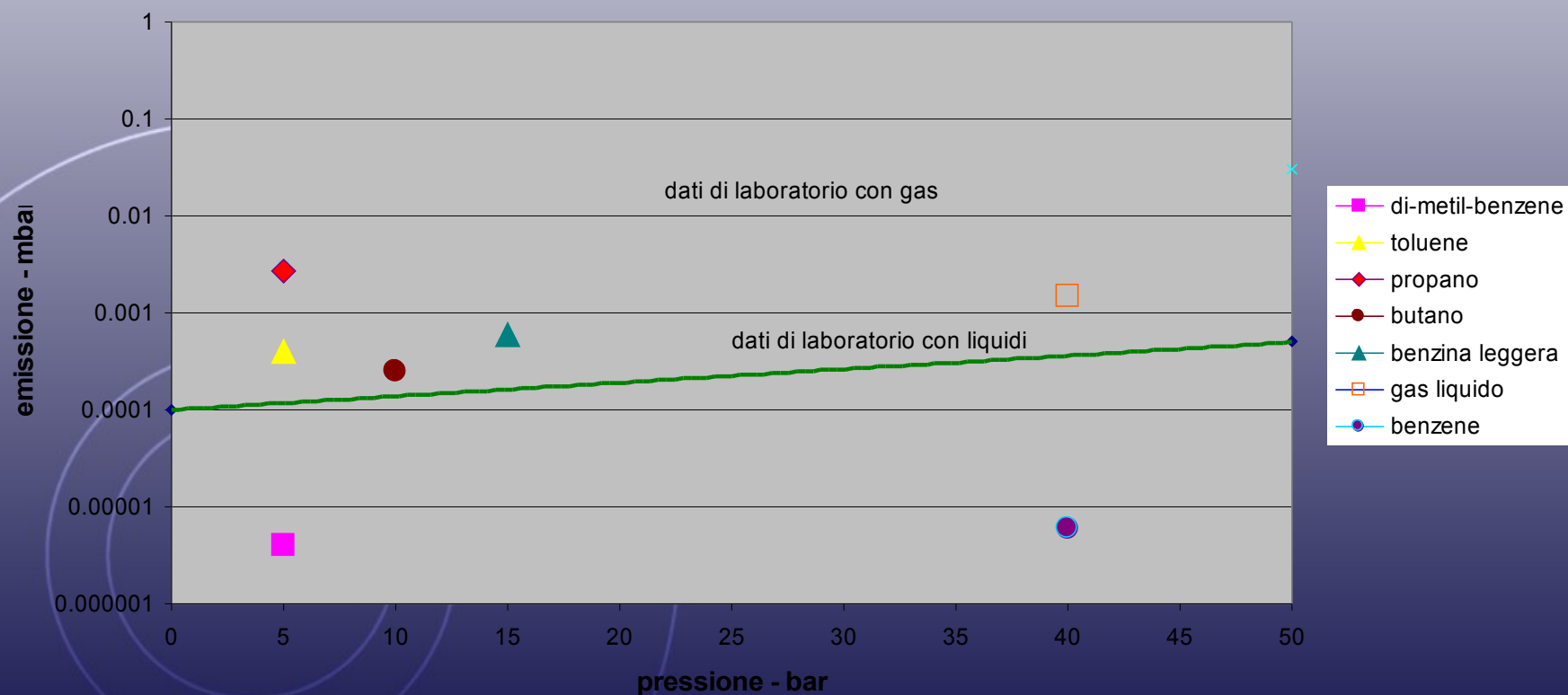
Test di tenuta

Typical results of stress retention test DIN 52913



emissioni di diversi tipi di fluido da guarnizioni piane in grafite

Università di Dortmund 1998



apparechiature per test



NORMATIVE AMBIENTALI

USA: Clean Air Act (1990) - definisce i livelli massimi ammissibili di perdita in termini di concentrazione all'intorno di apparecchiature, riferiti a diversi tipi di apparecchiature, per due gruppi di sostanze: agenti chimici organici pericolosi (HOCPP) e inquinanti dell'aria pericolosi (VHAPs), e stabilisce le procedure di monitoraggio.

La multa più alta sinora registrata per singola violazione del Clean Air Act è stata di sei milioni di dollari, a carico di un impianto petrolchimico della Chevron vicino Los Angeles (nel patteggiamento la società si impegna anche alla implementazione di progetti di miglioramento ambientale per un valore di un milione di dollari)

Europa: DIRETTIVA IPPC 2008/1/CE del Parlamento Europeo (ex 96/61/EC):

fornisce disposizioni alle autorità competenti degli Stati membri in merito al rilascio di autorizzazioni

sul funzionamento degli impianti industriali

BAT: Best Available Technique

BREF: BAT reference document

EPER: European Pollutant Emission Register

Volatile Organic Compounds – VOC's:

Sostanze con pressione di vapore > 0.3 kPa a 20°C :

- estremamente pericolosi per la salute (p.e. benzene, cloruro di vinile, 1,2 dicloroetano)
- classe A (p.e. acetaldeide, anilina, cloruro di benzile)
- classe B

Pressure Equipment Directive (97/23/EC) obbligatoria dal 28 maggio 2002

Armonizza le leggi dei singoli stati membri relativamente a progettazione, produzione, test e valutazione di conformità di apparecchiature a pressione, con max. pressione superiore a 0,5 bar

Riguarda apparecchiature quali serbatoi, scambiatori di calore, caldaie, tubature, e loro accessori: questi possono essere immessi sul mercato europeo solo se conformi alla PED.

Riguarda solo nuove apparecchiature o modifiche sostanziali di apparecchiature preesistenti. Non riguarda le "installazioni"

Le guarnizioni non sono riguardate direttamente dalla PED, ma devono rispondere ai requisiti definiti nei moduli di valutazione di conformità delle apparecchiature.

alcuni termini della PED

- **Requisiti di sicurezza essenziali:** descrivono le prescrizioni di sicurezza cui l'apparecchiatura deve rispondere
- **Valutazioni di conformità:** dimostrano la rispondenza ai requisiti. Vanno scritti dal produttore o dal *notified body*, a seconda della categoria dell'apparecchiatura (I, II, III, IV), utilizzando appositi moduli.
- **Marchio CE:** attestano della conformità alla PED. E' rilasciato da un *notified body*
- **Standard armonizzati** (EN 13445 per la progettazione di apparecchiature a pressione): seguirli da la presunzione di conformità alla PED.

Responsabilità degli utilizzatori

- definire specifiche di acquisto adeguate
- acquistare apparecchiature certificate
- rispettare il manuale d'uso e manutenzione delle apparecchiature
- assicurarsi la rispondenza alla PED nel caso di modifiche ad apparecchiature che cambino le caratteristiche originali
- assicurarsi la rispondenza alla PED nel caso di giunzioni di componenti per formare apparecchiature, o di apparecchiature per formare un “assemblaggio”

Non sono coperte dalla PED:

- riparazioni di apparecchiature
- giunzioni di apparecchiature per formare “installazioni”
- guarnizioni, flangie, bulloni, coperchi, ... (rimane responsabilità dell'utilizzatore redigere specifiche di acquisto adeguate anche per questi componenti, o sostituire tali componenti con altri aventi caratteristiche tecniche uguali a quelle originali previste dal costruttore dell'apparecchiatura.
Non è necessario che le guarnizioni siano della stessa marca delle originali)

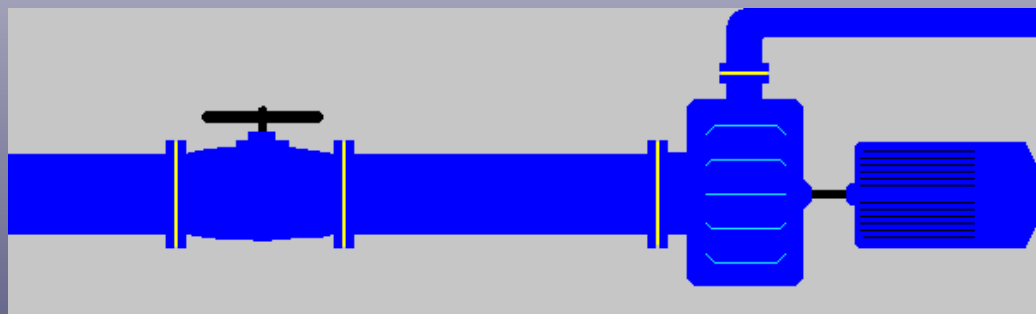
EMISSIONI FUGGITIVE

emissioni di sostanze chimiche, provenienti da impianti industriali, che non sono previste dal processo, ma avvengono in modo spurio e/o incontrollato.

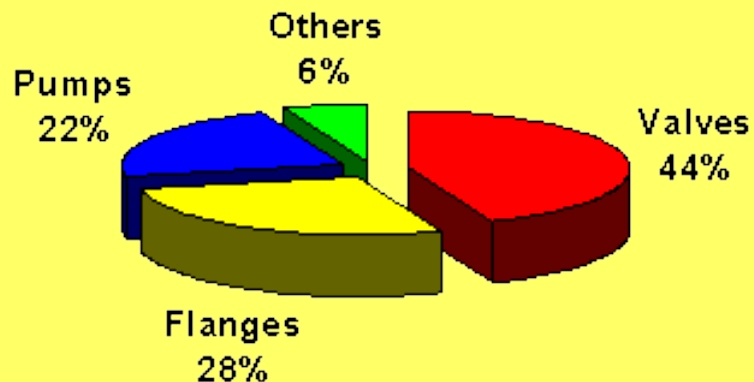
Sono emissioni fuggitive le perdite da tubature ed apparecchiature in pressione, essenzialmente in corrispondenza di giunti e parti mobili. Non sono emissioni fuggitive le emissioni di ciminiere e scarichi vari

Le e.f. riguardano soprattutto perdite per trafilamento di sostanze organiche volatili, che avvengono in piccola entità da numerose sorgenti, per cui le stesse non sono osservabili se non con appropriati strumenti.

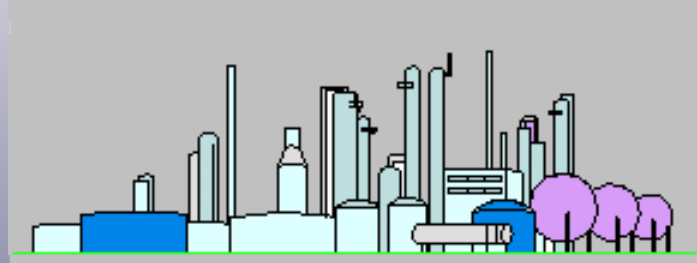
Sorgenti tipiche sono: valvole, pompe, giunti, mescolatori, condotte, iniettori, portelli di serbatoi.



Fugitive emissions by source type



conseguenze delle emissioni fuggitive



- **Inquinamento ambientale:**
 - il totale delle e.f. in USA è di oltre 300.000 tons l'anno.
 - Le e.f. rappresentano un terzo del totale delle emissioni di V.O.C.s da impianti chimici
 - In Europa le e.f. in una raffineria vanno dalle 600 alle 10.000 ton/anno.

come affrontare il problema delle emissioni fuggitive?

Il problema delle emissioni fuggitive è sempre risolvibile!

La posizione di chi considera le e.f. come praticamente inevitabili è anacronistica, paragonabile alla quella di chi un tempo guardava alla sicurezza nei luoghi di lavoro accettando di mettere nel conto la possibilità di incidenti.

Una perdita di tenuta non è mai il risultato del caso, ma è sempre la conseguenza di scelte di progettazione o di controllo del processo

In un impianto chimico medio, con 15.000 apparecchiature, un programma base per il controllo delle perdite può tradursi in una riduzione di queste da 600 a 200 tonnellate annue.

Come misurare le emissioni fuggitive

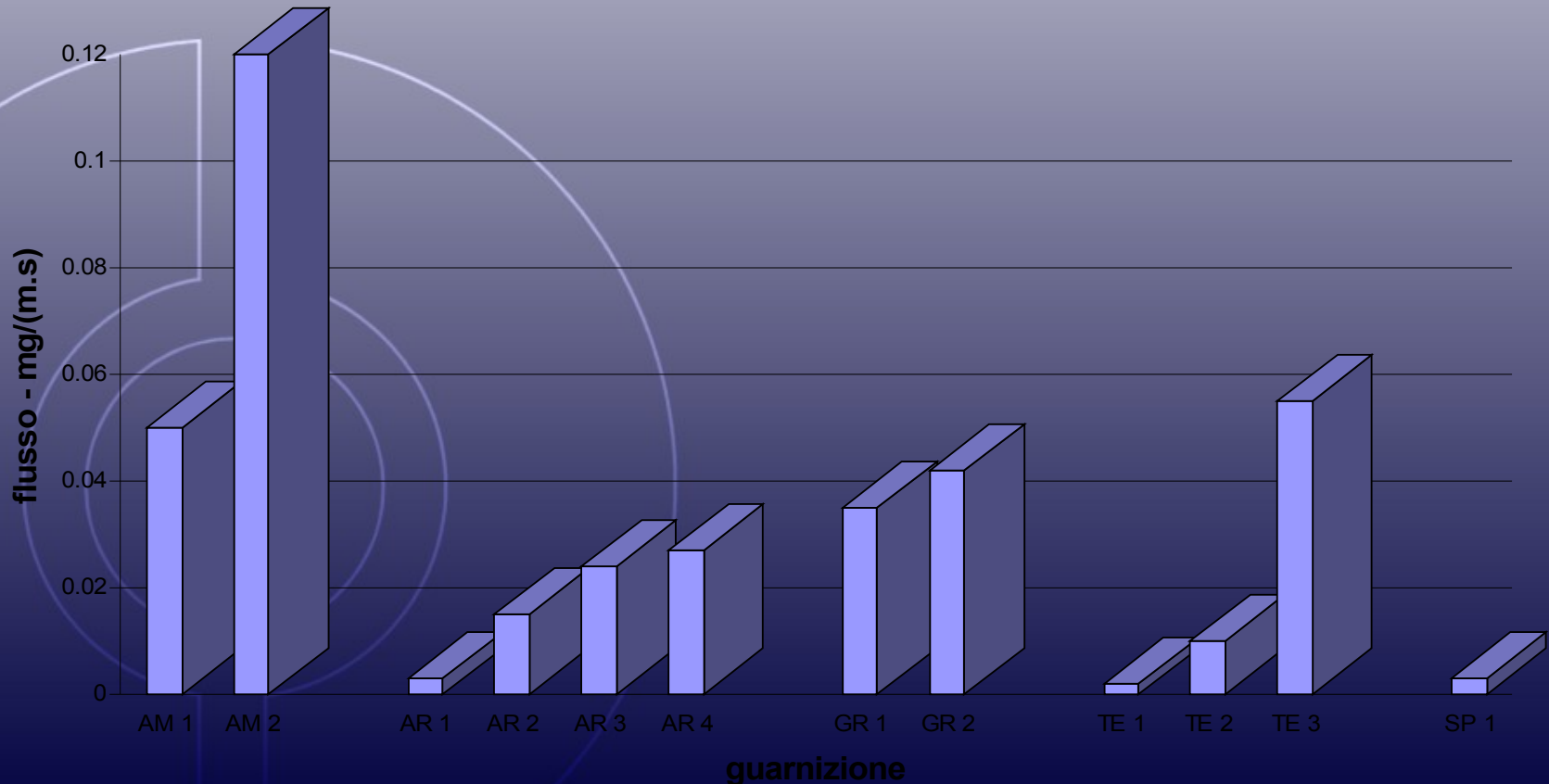
- **Stima:** “fattori di emissione” corrispondenti a tipi di apparecchiature e condizioni di servizio (SOCMI, EPA, VDI).
- **Misura:**
 - metodo globale (bagging) - caratterizzazione
 - metodo locale (sniffing) - monitoraggio

Controllo delle emissioni fuggitive

- adeguata progettazione dei giunti
- selezione di idonee guarnizioni di tenuta
- corretto assemblaggio delle stesse
- monitoraggio in esercizio

Le guarnizioni non sono tutte uguali

perdite per trafilamento per diversi tipi di guarnizione
BASF 1998



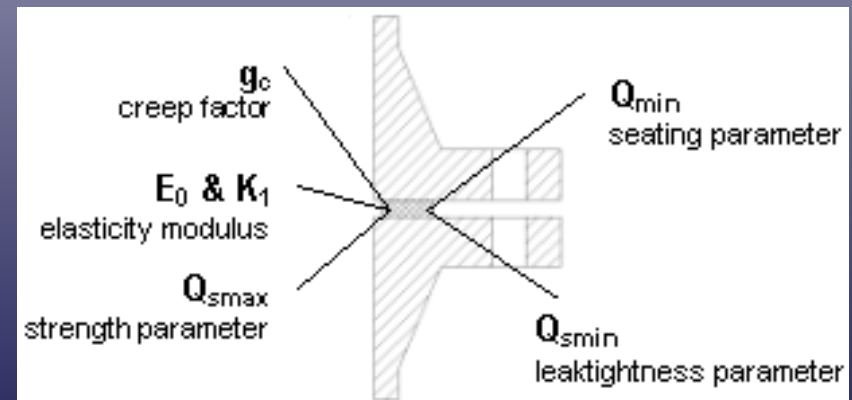
NORME DI PROGETTAZIONE

- Metodo Taylor-Forge (1937):
 - ASME code, BS 5500, VSR
 - fattori y, m
- ROTT – PVRC (fine anni 80)
 - previsto per inserimento nel codice ASME
 - fattori G_b, a, G_s
- DIN 2505-1 e -2 (1990)
 - fattori σ_{VU}, m
- DIN 28090 (1995)
 - Per il calcolo sperimentale dei fattori $\sigma_{VU/L}, \sigma_{BU/L}$

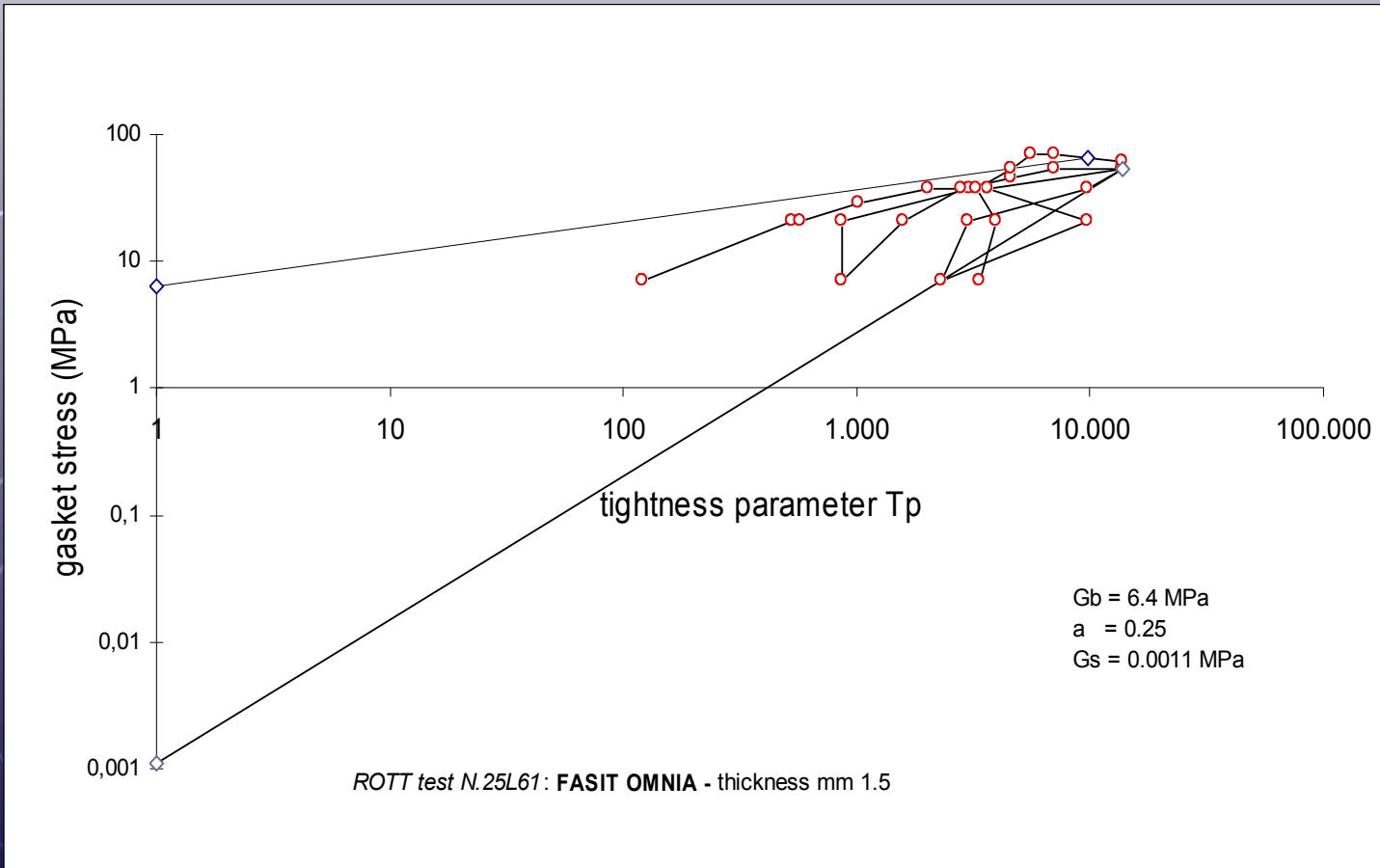
EN 1591-1 e -2 (2001)

–fattori $Q_{min}, Q_1/P, Q_{max}, E_0, K_1, g_c, \alpha_g$

EN 13555 (2004): calcolo dei fattori $Q_{min}(L), Q_{smin}(L),$



test ROTT



GUARCO-AID

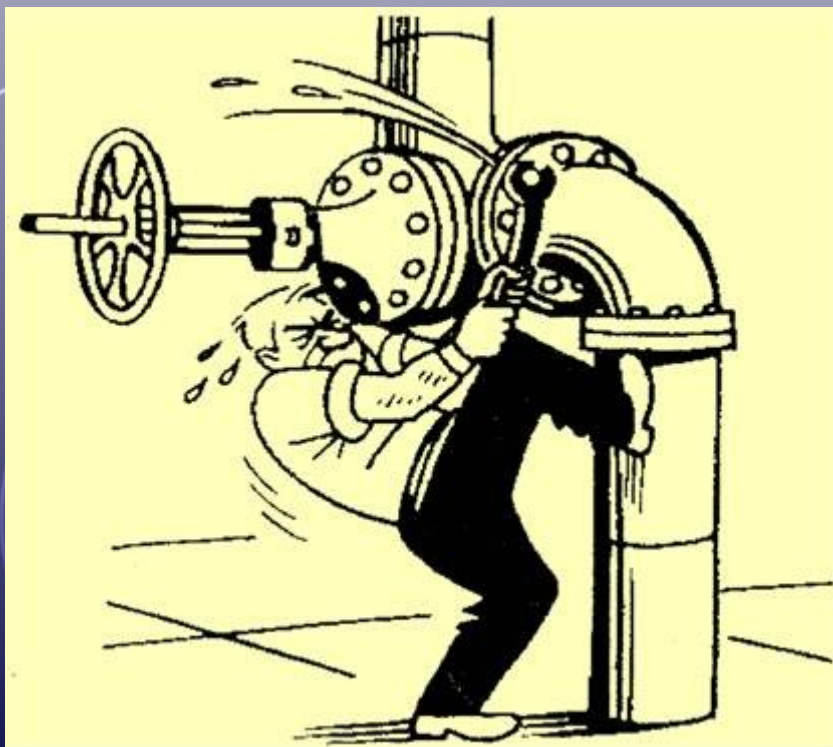
GUARCO-AID é un software che consente il calcolo dei parametri per l'assemblaggio di giunti con guarnizioni, in funzione delle condizioni di esercizio impostate.

GUARCO-AID consente di basarsi su 2 diverse procedure di calcolo:
Codice ASME e ROTT-PVRC

GUARCO-AID può essere utilizzato per:

- dimensionare un giunto nuovo
- calcolare le forze per il serraggio di un giunto esistente
- selezionare guarnizioni in base alla compatibilità con l'assemblaggio ed alle caratteristiche di tenuta
- prevedere il livello di tenuta realizzabile (GUARCO-AID PVRC)

SERRAGGIO DI GIUNTI BULLONATI



- ✓ **Esaminare i tiranti** per possibili difetti, quali escrescenze o fessurazioni.
- ✓ **Esaminare le flangie** per eventuali deformazioni, segni di colpi e quant'altro possa compromettere la tenuta



- ✓ **Lubrificare i tiranti** sul filetto, sotto la testa, nel washer.
- ✓ Assicurarsi che il lubrificante non contamini flangie o guarnizioni

Usare flangie di alto spessore.

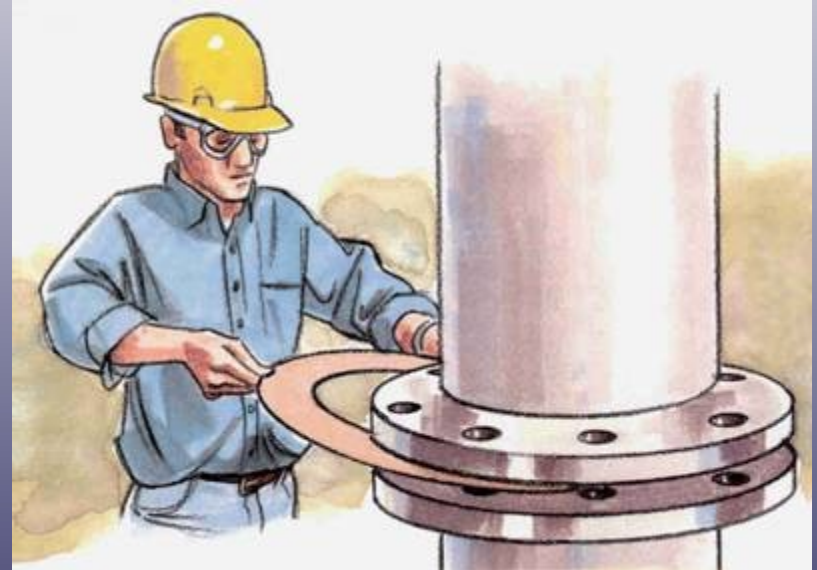
Flangie più spesse distribuiscono il carico di serraggio in modo più omogeneo sulla guarnizione, consentendo carichi più elevati.

Inoltre flangie più spesse richiedono bulloni più lunghi, che sono meno sensibili al creep relaxation della guarnizione

Usare guarnizioni sottili

Quanto più spessa è una guarnizione, tanto più bassa è la sua resistenza al creep e alla compressione.

Una guarnizione spessa, inoltre, offre maggiore superficie alla pressione del fluido ed è quindi meno resistente a quest'ultima





Applicare la corretta coppia di serraggio

Assicurarsi di conoscerne il valore.

Utilizzare chiavi dinamometriche o tensionatori

Ri-serrare, se opportuno

in caso di severi cicli termici, può essere opportuno applicare un secondo serraggio, purchè la guarnizione non sia a base elastomerica e sottoposta ad alta temperatura

Serrare i bulloni in sequenza incrociata

serrare dapprima con le mani

serrare con la chiave sino a circa 30% della coppia totale

serrare sino al 60%

serrare sino alla coppia voluta in sequenza incrociata

dare un ultimo giro di chiave a tutti i bulloni in sequenza oraria



grazie per l'attenzione