

Oil Seals





Gapi Group

Nato nel 1962, GAPI Group ha sede in Italia, a Castelli Calepio, Bergamo.

Specializzato nella realizzazione, distribuzione e vendita di una gamma completa di **soluzioni di tenuta**, GAPI Group oltrepassa i 100 milioni di Euro di fatturato annuo e impiega oltre 700 addetti distribuiti su 12 siti produttivi e 6 unità logistiche.

Grazie al coordinamento di **11 divisioni interne** specializzate nella progettazione e realizzazione di differenti articoli tecnici in materiali quali gomma, gomma metallo, termoplastici, poliuretani, PTFE e tecnopolimeri, e alla disponibilità di differenti tecnologie produttive, di sofisticati laboratori di analisi e centri di ricerca e sviluppo, GAPI Group è in grado di offrire soluzioni per tutte le principali esigenze applicative con un concetto di **total sealing**.

Established in 1962, the GAPI Group is based in Castelli Calepio, Bergamo, Italy.

*GAPI Group specializes in the manufacturing, distribution and sale of a complete range of **sealing solutions**. The group has an annual turnover of more than 100 million Euros and employs over 700 people, working in **11 production plants** and 6 logistical facilities. Ten divisions coordinate the design and manufacture of technical products in rubber, rubber-metal, thermoplastics, polyurethanes, PTFE and other technical polymers. R&D centres support the diversified manufacturing technologies with vanguard analysis, and product and material development laboratories. Through the business concept of “**Total Sealing**”, the GAPI Group provides value by offering a broad range of technical solutions through localized logistical support and service.*

 [Index](#)







Indice Contents

1 Generalità	5	1 General	5
2 Componenti fondamentali	6	2 Basic components	6
2.1 Materiali costituenti il labbro di tenuta	6	2.1 <i>Materials for the sealing lips</i>	6
2.2 Armatura metallica	11	2.2 <i>Metal case</i>	11
2.3 Molla elicoidale	12	2.3 <i>Garter spring</i>	12
3 Principio di funzionamento	14	3 Operating principle	14
3.1 Interferenza	14	3.1 <i>Interference</i>	14
3.2 Forza radiale	14	3.2 <i>Radial force</i>	14
3.3 Forma del labbro	15	3.3 <i>Shape of the lip</i>	15
3.4 Posizione della molla	16	3.4 <i>Position of the spring</i>	16
4 Criteri identificativi	17	4 Identifying criteria of a shaft seal	17
4.1 Dimensioni	17	4.1 <i>Dimensions</i>	17
4.2 Tipologie	17	4.2 <i>Types</i>	17





Generalità General

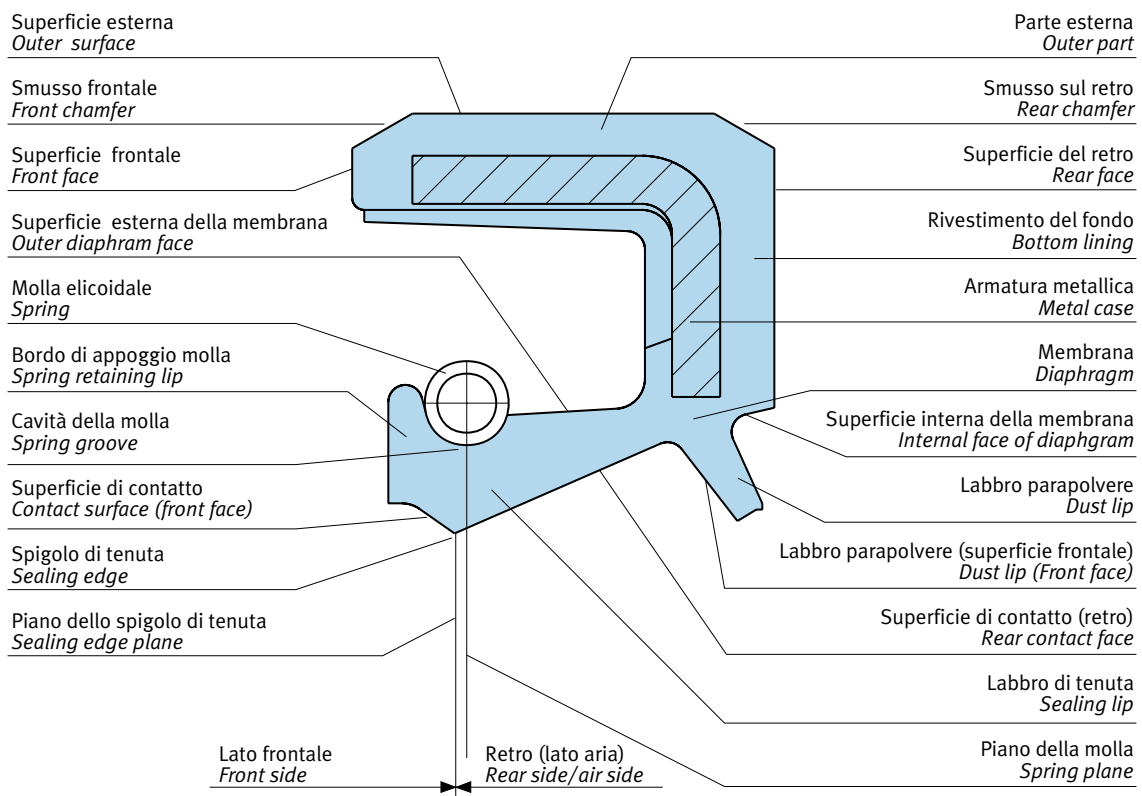
Il presente capitolo tratta della tenuta ai fluidi su alberi rotanti, delicato problema che oggi trova pressochè universale soluzione con l'impiego del prodotto definito "anello di tenuta per albero rotante". L'assieme della trattazione è destinata ai progettisti ed agli utilizzatori, come valido supporto e guida per la scelta del tipo più appropriato ai loro specifici impieghi.

La forma "dell'anello di tenuta per albero rotante" è rappresentata nella fig. 1, che riporta anche la nomenclatura ricorrente delle parti costituenti l'anello.

This chapter deals with the sealing of fluids on rotating shafts, a delicate problem that now finds its almost universal solution in the application of a product known as a "rotary shaft seal". The entire discussion is destined for designers and users, as a valid support and guidance for selecting the most appropriate type for their specific uses. The shape of the "rotary shaft seal" is shown in the fig. 1, which also supplies the recurrent nomenclature for the component parts of the ring.

Fig. 1

Parti costituenti l'anello.
Component parts of the ring.



Componenti fondamentali Fundamental components

Elementi caratteristici fondamentali di un anello di tenuta sono:

Labbro di tenuta, costituito da una membrana flessibile terminante a spigolo, in materiale elastomerico, destinata ad avvolgere l'albero ed esercitare così la tenuta. (Par. 2.1)

Armatura metallica, destinata a conferire all'anello la rigidità necessaria per uno stabile accoppiamento con la relativa sede di alloggiamento. (Par. 2.2)

Molla elicoidale, con funzione complementare all'azione fondamentale del labbro di tenuta. (Par. 2.3)

2.1 Materiali costituenti il labbro di tenuta

Il materiale di cui è costituito il labbro di tenuta è una miscelazione tra uno o più elastomeri di base e una serie di vari ingredienti, come: cariche rinforzanti, plastificanti, antiossidanti, acceleranti, ecc.. Ciò allo scopo di conferirgli determinate caratteristiche, quali:

- stabilità al fluido con cui viene a contatto
- alto grado di elasticità
- resistenza all'usura
- basso coefficiente d'attrito

La conoscenza dei materiali è indispensabile al tecnico progettista per la scelta corretta di quello più idoneo all'applicazione di suo interesse.

Le principali qualità di mescole impiegate dalla ROLF per la produzione degli anelli di tenuta sono:

NBR	nitrilica	(Acrilonitrile-butadiene)
ACM	poliacrilica	(Poliacrilato)
MVQ	siliconica	(Polisilossano)
FPM	fluorurata	(Vinilidenefluoruro esafluoropropilene)
HNBR	nitrilica idrogenata	(Acrilonitrile-butadiene -idrogenato)
EPDM	etilene-propilenica	(Etilene-propilene)

(Identificazione secondo ISO R 1629 del marzo 1971)

Modifiche alla struttura di tali mescole o studi di nuove mescole possono essere effettuate dalla Rolf per meglio soddisfare esigenze particolari dei clienti.

The typical fundamental components of a shaft seal are:

The sealing lip, consisting of a flexible membrane ending in an edge, made of elastomeric material, designed to wrap around the shaft and thus exert a sealing action (Par. 2.1)

The metal case, designed to provide the shaft seal with the necessary rigidity for a stable coupling with the relative housing bore. (Par. 2.2)

The Garter spring, acting as a complement to the fundamental action of the sealing lip (Par. 2.3).

2.1 Materials used for the sealing lip

The material used for the sealing lip is a mixture of one or more basic elastomers and a variety of ingredients, such as: reinforcing fillers, plasticizers, antioxidants, accelerators, etc. This is for the purpose of providing it with certain properties, such as:

- *Compatibility with the fluid contacted*
- *High degree of elasticity*
- *Wear resistance*
- *Low friction coefficient*

A familiarity with the materials is essential to help the designing specialist make the proper selection of the most suitable materials for the application of interest. The main qualities of the compounds ROLF uses for producing its shaft seals are:

NBR	nitrile rubber	(acrylonitrile-butadiene)
ACM	polyacrylic rubber	(polyacrylate)
MVQ	silicon rubber	(polysiloxane)
FPM	fluorinated rubber	(vinylidene-fluoride hexafluoropropene)
HNBR	hydrogenated nitrile rubber	(acrylonitrile-hydrogenated butadiene)
EPDM	ethylene-propylene rubber	(ethylene-propylene)

(Identification according to the ISO R 1629 standard of March, 1971)

The structure of these compounds can be modified or studies on new compounds can be pursued by ROLF to meet or exceed the specific customer requirements.

**NBR - Gomma nitrilica**

E' l'elastomero impiegato nella maggior parte delle applicazioni correnti. In particolare è indicato a contatto con:

- olii a base paraffinica (alifatici)
- olii e grassi minerali (oli motore, oli per cambi, differenziali, ecc...)
- olii idraulici
- acqua e soluzioni acquose (liscive)

Il campo di temperatura varia tra -30°C e +120°C.

ACM -Gomma poliaccrilica

Questo elastomero è indicato per l'impiego con:

- olii motore anche se additivati e contenenti zolfo
- olii trasmissione
- olii idraulici

Il campo di temperatura varia tra -25°C e +150°C.

MVQ - Gomma silionica

Per la sua composizione chimica (catene ad alto peso molecolare di polisilossani opportunamente modificate), presenta una notevole resistenza agli agenti atmosferici, alla luce e all'ozono. Mostra inoltre un'eccellente resistenza alle basse ed alle alte temperature tanto che il suo campo di utilizzo ne copre una vasta fascia e, sebbene la sua resistenza alla lacerazione e all'abrasione non siano completamente soddisfacenti, il suo basso coefficiente di attrito ne compensa ampiamente l'effetto. E' indicato per:

- resistenza agli agenti atmosferici, ozono, ecc...
- oli minerali
- fluidi a base glicolica

Non utilizzare mai con le benzine

Il campo di temperatura varia tra -55°C e +180°C.

FPM - Gomma fluorurata

Questo elastomero possiede un'eccezionale resistenza al calore ed agli agenti chimici. Le sue proprietà rimangono inalterate indefinitamente fino a 200°C circa. Offre ottime prestazioni a contatto con:

- idrocarburi alifatici
- idrocarburi aromatici (toluolo, benzolo, xilolo)
- oli e grassi vegetali e minerali anche additivati
- solventi clorurati
- ozono
- luce ed agenti atmosferici

Il campo di temperatura varia tra -30°C e + 200°C.

NBR - Nitrile rubber

The most widely used elastomer in most current applications. It is particularly recommended in case of contact with:

- Paraffin-based (aliphatic) oils
- Mineral oils and fats (oils for engines, gearboxes, differentials, etc.)
- Hydraulic oils
- Water and aqueous solutions (lyes)

The temperature range varies from -30°C to + 120°C.

ACM - Polyacrylic rubber

This elastomer is recommend for use with:

- engine oils even if containing additives and sulfur
- transmission oils
- hydraulic oils

The temperature range varies from -25°C to + 150°C.

MVQ - Siliconic rubber

Due to its chemical composition (high molecular weight chains of appropriately modified polysiloxanes), this series is particularly resistant toward atmospheric agents, light and ozone. It also exhibits an excellent high- and low temperature resistance, so that its field of application covers a broad range. Despite its less than fully satisfactory tear and abrasion strength, its low friction coefficient amply compensates for the relative effect. It is recommended for:

- resistance to atmospheric agents, ozone, etc.
- mineral oils
- glycol-based fluids

Never use with petrols.

The temperature range varies from -55°C to + 180°C.

FPM - Fluorinated rubber

This elastomer has exceptional heat and chemical resistance. Its properties remain indefinitely stable up to about 200°C. It offers excellent performances in contact with:

- aliphatic hydrocarbons
- aromatic hydrocarbons (toluene, benzene, xylene)
- vegetable and mineral oils and fats, even if containing additives
- chlorinated solvents
- ozone
- light and atmospheric agents

The temperature range is from -30°C to + 200°C.

HNBR - Gomma nitrilica idrogenata

La struttura chimica di questo elastomero (ottenuta idrogenando un tipo opportuno di gomma nitrilica NBR) consente, specialmente se vulcanizzato con un sistema perossidico, una resistenza alla temperatura mediamente di 30°C superiore alla gomma nitrilica e un'ottima resistenza all'abrasione.

La resistenza agli olii e solventi risulta in media di poco superiore alla gomma nitrilica, salvo casi particolari. Risulta quindi indicato per:

- resistenza al calore
- resistenza all'ozono
- resistenza all'abrasione

Il campo di temperatura varia tra -40°C e +150°C.

EPDM - Gomma etilene-propilene

E' una gomma a base etilene propilene più un terzo monomero (diene) che consente la reticolazione a zolfo.

Per la sua struttura chimica ha una peculiare resistenza a fluidi come acqua e vapore e ad ambienti come ozono che la rendono indicata per:

- acqua fino all'ebollizione
- vapore
- sistemi idraulici particolari come impianti frenanti
- ozono
- agenti atmosferici
- basi
- solventi polari a temperatura ambiente

Il campo di temperatura varia da -50°C a + 150°C.

HNBR - Hydrogenated nitrile rubber

The chemical structure of this elastomer (obtained by hydrogenating an appropriate type of NBR nitrile rubber) allows achieving, especially if vulcanized with a peroxide system, an average heat resistance 30°C above that of nitrile rubber, and an excellent abrasion resistance.

Its resistance to oils and solvents is on average slightly superior to that of nitrile rubber, except for special cases. It is therefore recommended for:

- heat resistance
- ozone resistance
- abrasion resistance

The temperature range is from -40°C to + 150°C.

EPDM - Ethylene-propylene rubber

This rubber is based on ethylene-propylene plus a third (diene) monomer which allows its reticulation with sulphur.

Due to its chemical structure, it has a peculiar resistance to fluids such as water and steam and environments such as ozone, which recommends its use for:

- water, up to boiling point
- steam
- particular hydraulic systems, such as braking systems
- ozone
- atmospheric agents
- bases

- polar solvents at ambient temperature

The temperature range is from -50°C to + 150°C.



Le seguenti tabelle indicano i principali tipi di elastomeri impiegati da Rolf e la loro compatibilità ai vari tipi di fluido con relativa temperatura massima ammessa, in °C.

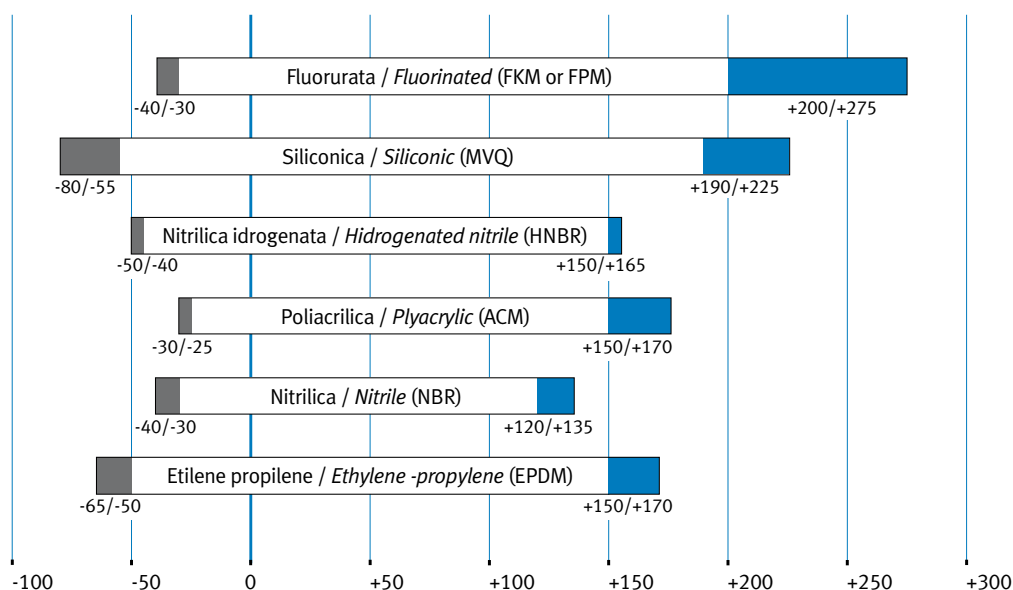
The following tables describe the main types of elastomers used by ROLF and their compatibility with various types of fluids, showing their relative maximum allowable temperatures in °C.

Tab. 1

Compatibilità con i fluidi e max temperatura ammessa (°C).
Fluid compatibility and max. allowable temperature (°C).

Tipo di elastomero Rolf / ROLF elastomer type	73 NBR 004 73 NBR 005 80 NBR 007	70 ACM 301	80 MVQ 501	73 FPM 401	75 HNBR 103	70 EPDM 601
Qualità elastomerica <i>Elastomer quality</i>	Nitrilica <i>Nitrile</i>	Poliacrilica <i>Polyacrylic</i>	Siliconica <i>Siliconic</i>	Fluorurata <i>Fluorinated</i>	Nitrilica idrogenata <i>Hydrogenated nitrile</i>	Etilene propilenica <i>Ethylene propylene</i>
Limiti generali di temperatura rilevata allo spigolo di tenuta <i>General temperature limits measured at the sealing edge</i>	-30 +120	-25 +150	-55 +180	-30 +200	-40 +150	-50 +150
Oli a base minerale / Mineral-base oils						
Oli motore / <i>Engine oils</i>	100	130	150	170	150	■
Oli cambi differenziali / <i>Gearbox and differential oils</i>	80	120	□	150	130	■
Oli ipoidi (EP) / <i>Hypoid (EP) oils</i>	80	120	□	150	130	■
Oli ATF / <i>ATF oils</i>	100	130	130	170	150	■
Oli idraulici (VDMA 24318) / <i>Hydraulic oils (VDMA 24318)</i>	90	120	130	150	90	■
Oli combustibili EL + L / <i>Fuel oils EL + L</i>	90	□	□	150	NS	■
Grassi / <i>Greases</i>	90	□	□	■	150	■
Fluidi idraulici ininfiammabili / Non-flammable hydraulic oils						
HFB; Emulsioni invertite acqua - olio / <i>HFB; invert water-oil emulsions</i>	70	■	60	□	NS	■
HFC; Soluzioni di poliglicoli in acqua / <i>HFC; aqueous polyglycol solutions</i>	70	■	■	□	130	70
HFD; Fluidi non contenenti acqua / <i>HFD; water-free fluids</i>	■	■	□	150	■	■
Altri fluidi / Other fluids						
Acqua / <i>Water</i>	90	■	■	■	100	100
Soluzioni acquose (liscive) / <i>Aqueous solutions (lyes)</i>	90	■	■	■	100	100
Vapore / <i>Steam</i>	■	■	■	■	150	150
■ compatibile, ma generalmente non impiegato / <i>compatible, but generally not used</i> □ limitatamente compatibile / <i>of limited compatibility</i> ■ non compatibile / <i>not compatible</i> NS=non sperimentata / <i>untested</i>						

Tab. 2
Limiti di temperatura di alcuni tipi di elastomeri (°C).
Temperature limits of a few elastomer types (°C).



2.1.1 - Dilatazioni termiche degli elastomeri

I coefficienti di dilatazione termica degli elastomeri sono decisamente superiori a quelli dei metalli (vedi Tab. 3). Non bisogna perciò tenere in considerazione solo la forma geometrica di un anello di tenuta ed il suo carico radiale a temperatura ambiente, poichè le condizioni di funzionamento e la durata della guarnizione possono mutare sensibilmente in funzione della variazione del modulo d'elasticità causata da una variazione di temperatura.

Materiale	Coefficiente di dilatazione termica $m/m^{\circ}C^{-1}$
Acciaio	$12 \cdot 10^{-6}$
Alluminio	$24 \cdot 10^{-6}$
Ottone	$18 \cdot 10^{-6}$
73 NBR 004	$110 \cdot 10^{-6}$
70 ACM 301	$100 \cdot 10^{-6}$
70 EPDM 601	$170 \cdot 10^{-6}$
75 HNBR 103	$115 \cdot 10^{-6}$
80 MVQ 501	$180 \cdot 10^{-6}$
73 FPM 401	$150 \cdot 10^{-6}$

2.1.1 - Thermal expansion of elastomers

The thermal expansion coefficients of elastomers are decidedly superior to those of metals (see Table 3). It is impossible, therefore, to merely consider the geometric shape of a shaft seal and its total radial load at ambient temperature, because its operating conditions and lifetime may substantially vary, depending on the change of the modulus of elasticity induced by a temperature change.

Material	Thermal expansion coefficient in $m/m^{\circ}C^{-1}$
Steel	$12 \cdot 10^{-6}$
Aluminium	$24 \cdot 10^{-6}$
Brass	$18 \cdot 10^{-6}$
73 NBR 004	$110 \cdot 10^{-6}$
70 ACM 301	$100 \cdot 10^{-6}$
70 EPDM 601	$170 \cdot 10^{-6}$
75 HNBR 103	$115 \cdot 10^{-6}$
80 MVQ 501	$180 \cdot 10^{-6}$
73 FPM 401	$150 \cdot 10^{-6}$



2.2 Armatura metallica

Ha la funzione di conferire all'anello la rigidità necessaria per uno stabile accoppiamento con la relativa sede di alloggiamento. Può essere, con riferimento all'elastomero, interna (vedi par. 2.2.1), esterna (vedi par. 2.2.2) o semiricoperta (vedi par. 2.2.3).

2.2.1 - Armatura metallica interna

Questa soluzione comporta i seguenti vantaggi:

- elimina il pericolo di corrosione
- non danneggia la sede, anche se questa è in lega leggera, assicurando maggior possibilità di ricambi senza danni.

2.2.2 - Armatura metallica esterna

Questo tipo di armatura era stata ideata per impieghi che richiedevano forze di spiantaggio elevate e movimentazioni automatizzate con sistemi magnetici. Nel tempo si è dimostrato che, per avere una tenuta affidabile, necessitava di una finitura esterna rettificata e di una sede lavorata fine, oltre all'impiego di materiali sigillanti. Il costo era notevolmente più elevato di quella ricoperta. Si decise pertanto di utilizzarla solo con le mescole pregiate dove la maggiorazione di costo veniva compensata dal risparmio di materiale elastomerico.

La ROLF ha comunque risolto il problema producendo le sue tenute con l'esterno ricoperto solo per metà della sua altezza, come dettagliatamente riportato qui di seguito.

2.2 Metal case

Its function is to offer the shaft seal the necessary rigidity to enable a stable coupling with its relative housing seating. With reference to the elastomer, it may be of an inner (see par. 2.2.1), an outer (see par. 2.2.2) or a part-coated type (see par. 2.2.3.)

2.2.1 - Inner metal case

This solution includes the following advantages:

- It eliminates the risk of corrosion*
- It avoids damaging the seating, even if made of a light alloy, thus affording a better opportunity of substitutions without damages.*

2.2.2 - Outer metal case

This type of case was designed for applications requiring high pulling forces and automated motions based on magnetic systems. In time, it has also been shown that in order to achieve a reliable seal, a ground outer finish and a finely machined seating was needed in addition to the use of sealing materials. Its cost was considerably higher than that of a coated type. It was therefore decided to use it only in combination with high-quality compounds, where most of the cost increase is compensated by the savings in elastomer materials.

At any rate, ROLF solved the problem by producing its seals with their outer surface coated only up to half of its height, as detailed below.

2.2.3 - Armatura metallica semiricoperta

Questa soluzione prevede la ricopertura dell'armatura esterna per circa metà della sua altezza. Tale ricopertura è prodotto di vulcanizzazione e può essere liscia od ondulata per meglio adattarsi alle esigenze di piantaggio dei nostri clienti.

I vantaggi che ne derivano sono:

- ottimo bloccaggio in sede
- risparmio sui materiali pregiati
- facilità di montaggio
- sicurezza di funzionamento

Questa tipologia di bloccaggio è consigliabile per progetti futuri che richiedono un impiego particolarmente gravoso.

2.2.4 - Natura dei materiali costituenti l'armatura

Nella versione standard l'armatura metallica è costituita da lamiera d'acciaio da medio/profondo stampaggio, secondo norme UNI EN10130 o DIN 1624, con uno spessore adeguato alle dimensioni dell'anello. Nei casi in cui sia richiesta la resistenza ai fluidi corrosivi, può essere prevista in:

- acciaio inossidabile, secondo norme DIN 17440/tab. 1.4401 o AFNOR Z6 CND 17.11 (ex AISI 316)
- ottone, secondo norma UNI 4894.

2.3 Molla elicoidale

Ha una funzione complementare all'azione fondamentale esercitata dal labbro di tenuta. Difatti, il calore, le deformazioni meccaniche e l'azione chimica dei fluidi modificano le caratteristiche originali della gomma. La forza radiale originale, esercitata dall'elemento di tenuta, tende quindi a diminuire. La funzione della molla è quella di contrastare questa tendenza. La molla è strettamente avvolta a spirale e possiede un pretensionamento iniziale calcolato. A ciò si aggiunge un trattamento termico di stabilizzazione eseguito a temperatura più elevata di quella di funzionamento, mediante il quale è possibile ottenere:

- in fase di progettazione: la sicurezza di utilizzare la forza radiale più indicata al tipo di funzionamento previsto.
- in fase di utilizzo in servizio: una garanzia della stabilità della forza radiale stessa. Infatti l'effetto temperatura provoca, nel tempo, non soltanto una variazione delle caratteristiche originali della gomma, ma anche una diminuzione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio costituente la molla.

2.2.3 - Part-coated metal case

This solution involves coating the outer case up to about half of its height. This coating is a result of vulcanization and can be plain or corrugated to better fit the assembly forces required by the customers.

The resulting advantages are:

- *excellent locking-in in the housing*
- *savings of high-quality materials*
- *ease of assembly*
- *safety in operation*

This type of locking is advisable for future projects requiring a particularly challenging application.

2.2.4 - Nature of the materials used for the case

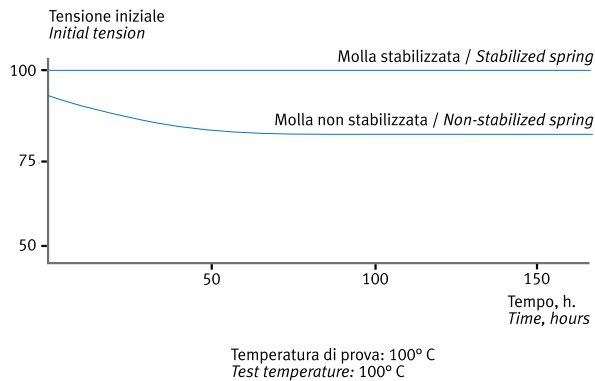
In its standard version the metal case consists of a medium/deep draw steel sheet according to the UNI EN10130 or DIN 1624 standards, of a thickness commensurate with the size of the shaft seal. Where a resistance to corrosive fluids is required, it can be supplied as made from

- *Stainless steel, to DIN 17440/tab. 1.54401 or AFNOR Z6 CND 17.11 standards (ex AISI 316)*
- *Brass, to UNI 4894 standards.*

2.3 Spring

The spring has a function that is complementary to the fundamental action provided by the sealing lips. In fact, heat, mechanical deformation and chemical action of the fluids affect the original properties of the rubber. As a result, the original radial force exerted by the sealing element tends to decrease. The function of the spring is to counteract this tendency. The spring is a closely wound helical spring in toric form and possesses a calculated initial pre-loading force. This is supplemented by a stabilizing heat treatment performed at a higher temperature than the operating one, which makes it possible to achieve:

- *at the design stage: the safety of using the most suitable radial force for the expected application,*
- *at the operating stage: a guaranteed stability of the radial force itself. The temperature effect actually determines, in the course of time, not merely an alteration of the rubber's original characteristics, but also a decrease of the mechanical properties of the steel constituting the spring.*

**Diag. 1**

Il diagramma mostra il cambiamento della tensione iniziale di molle stabilizzate e non.

The diagram illustrates the change in the initial tension of the springs with and without stabilization.

2.3.1 - Natura dei materiali costituenti la molla

La scelta del materiale costituente la molla dipende dal tipo di fluido con cui le molle elicoidali vengono a contatto. Nella versione standard sono costituite da un filo d'acciaio armonico fosfatato, ad alta resistenza, secondo norme UNI 3823 o DIN 17223.

Le molle standard subiscono un assestamento programmato che, in fase di progetto, permette un'esatta valutazione della forza radiale.

Per applicazioni particolari si può prevedere l'impiego di molle in altro materiale.

Ad esempio, nei casi in cui si debba fare tenuta a fluidi corrosivi, come acqua marina, detersivi in soluzione, soluzioni acide, può essere impiegata una molla in acciaio inossidabile, rispondente a norme:

- DIN 17007 tab. 2: 1.4300 o AFNOR Z10 CN 18.09 (ex AISI 302)
- DIN 17007 tab. 2: 1.4401 o AFNOR Z6 CND 17.11 (ex AISI 316)
- DIN 17007 tab. 2: 1.4571 o AFNOR Z8 CNDT 17.12

L'impiego di molle in bronzo fosforoso, pur avendo la stessa resistenza degli acciai inossidabili agli agenti chimici, è sconsigliato a causa della instabilità delle caratteristiche dimensionali e per l'incostante decadimento del carico.

2.3.1 - Nature of the materials constituting the spring

The choice of the materials constituting the spring depends on the type of fluid the Garter spring comes in contact with. In the standard version it consists of a phosphatized, high strength piano wire steel to UNI 3823 or DIN 17223 standards.

The standard springs undergo a programmed bedding-in process which allows a precise evaluation of the radial force at the design stage. The use of springs of different material may be considered for particular applications.

For instance, in cases requiring a seal against corrosive liquids such as seawater, detergent or acid solutions, a stainless steel spring can be employed, conforming to the following standards:

- DIN 17007, Table 2: 1,4300 or AFNOR Z10 CN 18.09 (ex AISI 302)
- DIN 17007, Table 2: 1,4401 or AFNOR Z6 CND 17.11 (ex AISI 316)
- DIN 17007 Table 2: 1,4571 or AFNOR Z8 CNDT 17.12

The use of phosphorous bronze springs, while having the same chemical resistance as stainless steels, is not recommended because of the instability of its dimensional characteristics and the uneven decay of its load capacity

Principio di funzionamento Operating principle

L'anello di tenuta a prima vista potrebbe sembrare un prodotto della massima semplicità. Esso nasconde invece una tecnologia complessa e comprende una serie di parametri funzionali estremamente delicati. Ora si tratta di capire come questi elementi operino separatamente e congiuntamente per fornire alla tenuta la massima affidabilità.

3.1 Interferenza

E' la differenza aritmetica tra il Ø dell'albero ed il Ø interno del labbro di tenuta libero. La sua funzione è quella di mantenere il labbro a contatto con l'albero esercitando su di esso una tensione tale da garantire la tenuta con il minimo dell'usura e del dispendio d'energia.

3.2 Forza radiale

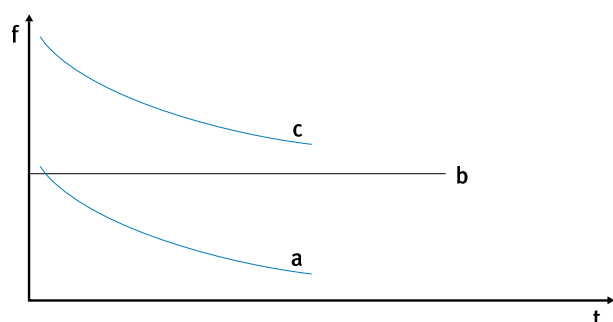
Chiamasi forza radiale la forza che il labbro di tenuta esercita sull'albero.

E' normalmente rappresentata dall'unione delle forze generate dalla molla e dall'interferenza. La misura di questo parametro definisce con precisione la capacità di tenuta di un anello. Durante il funzionamento, infatti, la forza radiale diminuisce in funzione dei parametri operativi (velocità, temperatura, pressione, qualità del fluido da ritenere) che provocano usura del labbro e cambiamenti fisico-chimici della mescola.

Il diagramma sottostante ne visualizza la funzione nel tempo.

L'espressione matematica è data dalla formula:

$$F_R = \int_0^{2\pi} f_R \cdot r \cdot d\varphi = f_R \cdot 2\pi \cdot r$$



At first sight, the shaft seal may appear to be an article of utmost simplicity. However, it conceals a complex technology and encompasses a series of extremely delicate functional parameters. It must at this point be understood how these elements operate separately and jointly in order to provide a seal of top reliability.

3.1 Interference

This term indicates the arithmetic difference between the shaft diameter and the inner diameter of the free sealing lip. Its function is to maintain the lip in contact with the shaft, while exerting such a force on it as to guarantee a sealing action with a minimum of wear and wasted energy.

3.2 Radial force

This terms indicates the force exerted by the sealing lip on the shaft. It is normally represented by the joint action of the forces generated by the Garter spring and by the interference. The measure of this parameter precisely defines the sealing capacity of a shaft seal. During its operation, the radial force actually decreases depending on the operating parameters (speed, temperature, pressure, quality of the fluid to be retained) which cause wear on the lip and physical-chemical changes in the compound.

The diagram shown below illustrates this process as a function of time.

The mathematical expression is given by the formula:

$$F_R = \int_0^{2\pi} f_R \cdot r \cdot d\varphi = f_R \cdot 2\pi \cdot r$$

Diag. 2

f = forza;
t = tempo;
a = curva della gomma;
b = curva della molla stabilizzata;
c = curva della forza radiale.

*f = force;
t = time;
a = rubber curve;
b = stabilized spring curve;
c = radial force curve.*



3.3 Forma del labbro

Un altro parametro determinante ai fini della tenuta è costituito dalla forma del labbro di tenuta. Gli elementi principali da prendere qui in considerazione sono:

- la posizione del fulcro
- gli angoli del labbro (lato olio e lato aria)
- la lunghezza della membrana

3.3.1 - Posizione del fulcro

Il fulcro è il punto attorno al quale il labbro può compiere un movimento di flessione. Variando la forma del labbro possiamo variare la posizione del suo fulcro e, di conseguenza modificarne la flessibilità così come il raggio di azione.

Queste variazioni sono fissate in fase di progettazione ed in funzione delle esigenze d'impiego.

3.3.2 - Angoli del labbro

Gli angoli lato olio e lato aria sono notevolmente diversi perchè le loro funzioni sono praticamente opposte:

- angolo lato olio da 40° a 60°
- angolo lato aria da 12° a 30°

L'angolo lato olio ha due funzioni:

- A) Tagliare il flusso dell'olio facilitandone la centrifugazione
- B) Facilitare il montaggio dell'albero avente smusso d'imbocco secondo norma DIN 3760.

L'angolo lato aria ha la funzione di trattenere per effetto capillare l'olio del meato che a fermo macchina tenderebbe a colare. Questo accorgimento aiuta ad avere una buona tenuta anche durante il funzionamento.

3.3.3 - Lunghezza del labbro

La capacità di assorbimento delle oscillazioni di un albero rotante dipende, oltre che da tutti i parametri già esaminati, anche e soprattutto dalla lunghezza del labbro.

Entro certi limiti, per determinate velocità e in assenza di pressione, la capacità di assorbimento delle oscillazioni radiali è direttamente proporzionale alla sua lunghezza.

Al contrario, in presenza di pressione viene ridotto al valore minimo in modo da offrire meno superficie possibile all'azione della pressione stessa (vedi anche par. 5.3.2).

3.3 Shape of the lip

Another essential parameter from a sealing viewpoint is the shape of the sealing lip.

The main elements to be taken into account in this case are:

- the position of the fulcrum*
- the angles of the lip (on the oil side and air side)*
- the length of the diaphragm*

3.3.1 - Position of the fulcrum

The fulcrum is the point around which the lip may perform a flexing motion. Changing the shape of the lip allows one to vary the position of its fulcrum and consequently its flexibility as well as its range of action.

These changes are fixed at the design stage and are based on the operating requirements.

3.3.2 - Lip angles

The angles on the oil side and air side differ substantially, due to their practically opposite functions:

- angle on the oil side: from 40° to 60°*
- angle on the air side: from 12° to 30°*

The angle on the oil side serves two purposes:

- A) To cut off the flow of oil, by easing its centrifugation*
 - B) To facilitate the installation of the shaft fitted with an acceptance chamfer, according to the DIN 3760 standard.*
- The angle on the air side serves the purpose of a capillary sealing against the permeated oil that would tend to drip off when shutting down the machine. This detail also helps to provide a good seal during operation.*

3.3.3 - Length of the lip

The absorption capacity for the vibrations of a rotating shaft also and above all depends, in addition to the parameters hereto examined, on the length of the lip.

Within certain limits, for certain speeds and in the absence of pressure, its absorption capacity for radial vibrations is directly proportional to its length.

On the contrary, the presence of pressure reduces its minimum value so as to offer less available surface to the pressure itself (also refer to the par. 5.3.2).

3.4 Posizione della molla

Per gli impieghi standard la distanza tra lo spigolo di tenuta e l'asse orizzontale della molla può variare da un minimo di 0,1 mm ad un massimo di 1,2 mm nella direzione della parete di fondo (vedi Fig. 2).

La posizione esatta viene definita in fase di progettazione, in funzione delle esigenze tecniche, del materiale impiegato, delle dimensioni della tenuta e del suo profilo.

3.4 Position of the spring

For standard applications the distance between the sealing edge and the horizontal axis of the spring may vary between a minimum of 0.1 mm and a maximum of 1.2 mm in the direction of the base face (see Fig. 2).

The exact position is defined at the design stage, depending on the technical requirements, the material employed, the dimensions of the shaft seal and its configuration.

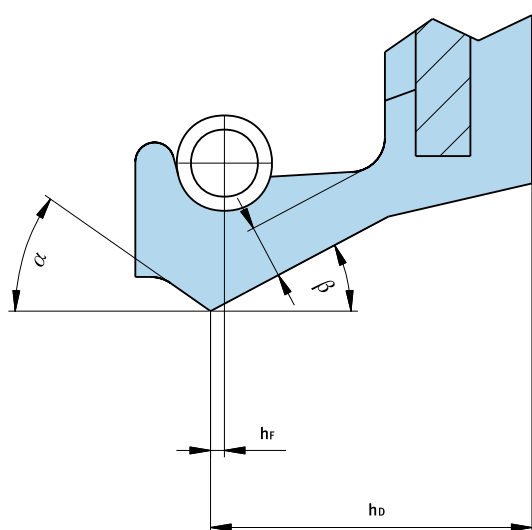


Fig. 2

Posizione della molla.
Positioning of the spring.

- hf: distanza tra spigolo e asse della molla.
distance between edge and spring axis.
- hd: distanza tra spigolo e faccia esterna.
distance between edge and outer surface.



Criteri identificativi di un anello di tenuta

Identifying criteria of a shaft seal

"L'anello di tenuta per alberi rotanti" descritto nella sua forma di base, viene diversificato sia per la forma geometrica che per la natura dei materiali, al fine di meglio adeguarlo alle differenti problematiche di tenuta che è chiamato a risolvere. Il sistema utilizzato dalla ROLF per l'identificazione dei suoi anelli è costituito dai seguenti parametri:

- Dimensioni (4.1)
- Tipologia (4.2)
- Qualità elastomerica (4.3).

The "rotary shaft seal", as described in its basic form, can be diversified in both its geometric shape and the nature of its materials in order to better adapt it to the different sealing tasks it must fulfill. The system utilized by ROLF for identifying its rotary shaft seals consists of the following parameters:

- *Dimensions (4.1)*
- *Type (4.2)*
- *Elastomer quality (4.3)*

Schema di designazione di un anello di tenuta <i>Coding system for rotary shaft seals</i>					Esempi di designazione <i>Example of coding</i>	
diametro albero in mm	x	diametro alloggiamento in mm	x	anello in mm	altezza qualità tipologia	elastomerica
d		D		h
<i>shaft diameter in mm</i>		<i>housing diameter in mm</i>		<i>shaft seal height in mm</i>	<i>type</i>	<i>elastomer quality</i>
<p>- AT 5 X 16 X 7: anello di tenuta normale, adatto per albero Ø 5 mm, alloggiamento Ø 16 mm e altezza 7 mm, standard <i>normal shaft seal, suitable for a shaft of 0.5 mm diameter, a housing of 16 mm diameter and a height of 7 mm, standard type</i></p> <p>- AT 5 X 16 X 7 70 ACM 301: stesso anello di cui sopra ma in materiale poliacrilico (ACM) <i>same shaft seal as above, but made of a polyacrylic material</i></p> <p>- AT 30 X 47 X 7 RP rsx 70 ACM 301: anello di tenuta, adatto per albero Ø 30 mm, alloggiamento Ø 47 mm e altezza 7 mm, con labbro parapolvere ausiliario, rigatura monodirezionale sinistra in materiale poliacrilico (ACM) <i>shaft seal suitable for a shaft of 30 mm diameter, a housing of 47 mm diameter and a height of 7 mm, with an auxiliary dust lip, monodirectional left side grooving, made of a polyacrylic material (ACM).</i></p>						

4.1 - Dimensioni

Definite dalle sole 3 dimensioni fondamentali, nell'ordine:

- diametro dell'albero
- diametro dell'alloggiamento
- altezza dell'anello di tenuta.

4.2 - Tipologie

Gli anelli di tenuta sono suddivisi in funzione di:

- Conformazione esterna
- Geometria del labbro di tenuta.

4.1 - Dimensions

These are defined only by the following three fundamental measures, in this order:

- *the shaft diameter*
- *the housing diameter*
- *the shaft seal height*

4.2 - Types

The shaft seals are classified according to:

- *their outer configuration*
- *geometry of their sealing lip.*

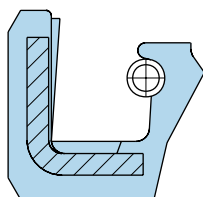
4.2.1 - Conformazione esterna

Comprende i seguenti modelli:

4.2.1 - Outer configuration

It includes the following models:

Fig. 3
ST



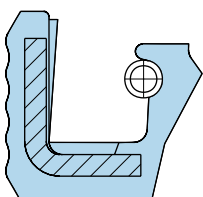
ST: Rivestimento in gomma a profilo liscio.

Di uso pressochè generale. Garantisce la perfetta tenuta anche montato in sedi con elevata rugosità superficiale ed in presenza di fluidi a bassa viscosità. Ottima compensazione delle dilatazioni termiche dei metalli.

ST: Plain rubber-coated profile

This type is in almost universal use. It guarantees a perfect seal even if installed in seats with a high surface roughness and in the presence of low viscosity fluids. It provides an excellent compensating action against the thermal expansion of metals.

Fig. 4
RT

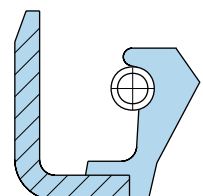


RT: Rivestimento in gomma a profilo ondulato.

Varia rispetto al tipo standard per la presenza di un'ondulazione sulla superficie esterna. Offre il vantaggio di una maggior facilità di montaggio.

RT: Corrugated rubber-coated profile
It varies with respect to the standard type by the presence of a corrugation on the outer surface. It offers the advantage of being more easily installed.

Fig. 5
RM



RM: Armatura metallica scoperta, rettificata o calibrata.

Impiegato normalmente ove siano richiesti:

- alti carichi di spiantaggio
- differenze molto piccole tra il diametro della sede ed il diametro dell'albero
- necessità di economizzare sull'uso di elastomeri molto pregiati.

Richiede particolare cura e precisione nella realizzazione delle sedi di alloggiamento.

RM: Bare metal case, rectified or calibrated

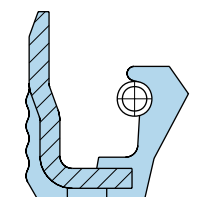
It is normally used where the following is required:

- high pulling loads
- very small differences between the housing diameter and the shaft diameter.

-need to economize on the use of high-quality elastomers.

It demands particular care and precision making the housing seats.

Fig. 6
CRM



CRM: Armatura metallica rivestita parzialmente in gomma con profilo ondulato.

Unisce i vantaggi dei modelli RT e RM: garanzia di tenuta ai fluidi e di compensazione delle dilatazioni termiche dei metalli, con alti carichi di spiantaggio.

CRM: Partially rubber-coated metal case with a corrugated face

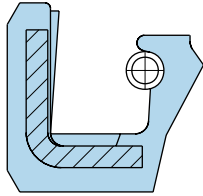
This type combines the advantages of the RT and RM models: it guarantees a fluid seal and compensates for the thermal expansion of the metals, at high pulling loads.

4.2.2 - Geometria del labbro di tenu-

4.2.2 - Geometry of the sealing lip



Fig. 7
ST



ta

ST: Labbro caricato con molla elicoidale: è adatto nella maggioranza dei casi.

ST: Lip loaded by a Garter spring: suitable for most applications.

Fig. 8
RP

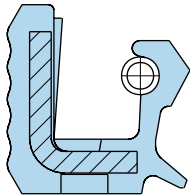
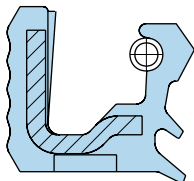


Fig. 9
RP doppio
RP double



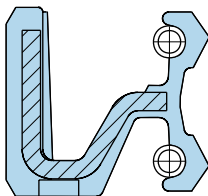
RP: Labbro caricato con molla elicoidale e dotato di un parapolvere supplementare.

E' adatto per impieghi nei quali, oltre alla funzione principale di tenuta, è necessario impedire l'infiltrazione dall'esterno di polvere, fango od impurità. Prima di procedere al montaggio di quest'anello è consigliabile ingrassare lo spazio tra il labbro di tenuta ed il labbro parapolvere. Il grasso svolge la duplice funzione di lubrificante del parapolvere e di protezione dell'albero dalla corrosione provocata dall'umidità. Può essere fornito in versione a più labbri parapolvere.

RP: Lip loaded by a Garter spring and equipped with an additional dust cover.

It is suitable for all those applications where it is necessary, in addition to the main sealing function, to prevent the infiltration of dust, mud or other impurities from the outside. Before starting to install this ring it is advisable to grease the space between the sealing lip and the dust cover lip. The grease fulfills the double duty of lubricating the dust cover and protecting the shaft from any corrosion induced by humidity. It can be supplied in a version including several dust cover lips.

Fig. 10
RD



RD: Due labbri contrapposti con relative molle elicoidali.

E' adatto per assicurare la tenuta tra due fluidi diversi. Anche in questo caso, come per il modello RP, è consigliabile ingrassare lo spazio tra i labbri di tenuta.

RD: Two opposing lips with their relative Garter springs.

It is suitable for ensuring the seal between two different liquids. As for the RP model, it is also advisable to grease the space between the sealing lips in this case.

RDS: It has the same characteristics

Fig. 11
RDS

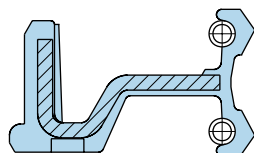


Fig. 12
RPS

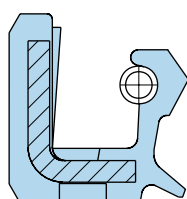


Fig. 13
LSM

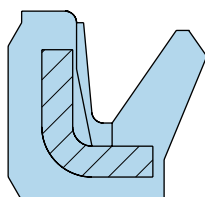
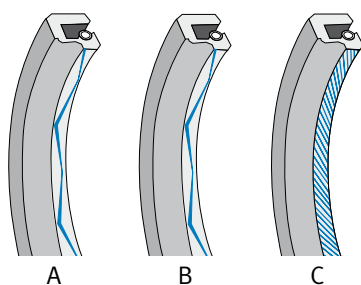


Fig. 14



A= rigatura elicoidale destra
B= rigatura bieloidale
C= rigatura elicoidale sinistra

A= right-hand helical grooving
B= twin helical grooving
C= left-hand helical grooving

RDS: Stesse caratteristiche del precedente, ma è indicato per funzionare su alberi rotanti ad alti regimi di rotazione, in condizioni di scarsa lubrificazione. Garantisce una perfetta tenuta alle depressioni interne ed alle impurità esterne. Trova particolare impiego sui motori a due tempi e sui motori da competizione. Può essere fornito in versione **RPS** (con labbro parapolvere speciale).

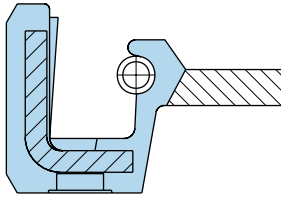
LSM: Labbro senza molla. E' consigliato quando esistono limitazioni di ingombro e prestazioni poco gravose (Es.: tenuta grasso e basso regime di rotazione).

Tipo "R" ad effetto idrodinamico. Presenta nella superficie di contatto posteriore rigature in rilievo a geometria variabile (ricavate generalmente mediante pressatura) e disposte ad elica, il cui scopo è quello di aspirare piccole quantità d'olio, qualora dovessero trafilare per effetto degli alti regimi di rotazione. Questo tipo di anello è infatti adatto per risolvere i problemi di tenuta che si presentano in condizioni di elevate velocità periferiche e di forti eccentricità e/o battimenti degli alberi.

*as the previous model, but is recommended for operating on rotary shafts with high rotary speeds, under poor lubricating conditions. It guarantees a perfect seal against internal vacuum conditions and external impurities. It finds particular application on two-stroke engines and racing engines. It can be supplied in a **RPS** version (equipped with a special dust cover lip).*

LSM: Lip without spring. *It is recommended in case of space limitations and where performance is not demanding (for instance, a grease seal and a low rotary speed)*

Type "R" with a hydrodynamic effect *Its rear contact face is fitted with relief grooves of a variable geometry (generally obtained by pressing) and helical arrangement, whose purpose is to aspirate small quantities of oil, if these should pass through as a result of high rotary speeds. This type of shaft seal is in fact suitable for solving sealing problems arising under conditions of high surface speed and high shaft eccentricity and/or knocking.*

**Fig. 15**
RDX

Le versioni fondamentali del tipo "R" sono:

Rigati monodirezionali:

RDX: Labbro, caricato con molla, a rigatura elicoidale ad orientamento destrorso

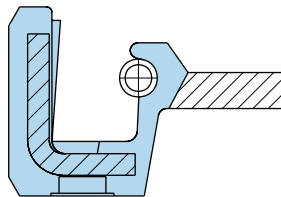
Adatto a funzionare su alberi con rotazione in senso orario.

The fundamental versions of the "R" type are:

Monodirectional grooved:

RDX: *Garter spring-loaded lip with helical grooving and right-hand orientation.*

Suitable for operating on shafts having a clockwise rotation.

Fig. 16
RSX

RSX: Labbro, caricato con molla, a rigatura elicoidale ad orientamento sinistrorso.

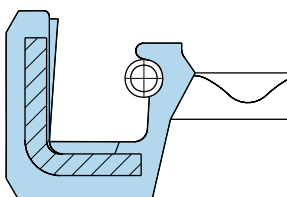
Adatto a funzionare su alberi con rotazione in senso antiorario.

Per assicurare il loro corretto impiego, questi anelli portano inciso sul fondo (superficie del retro) una freccia orientata nel senso di rotazione obbligatoria dell'albero.

RSX: *Garter spring-loaded lip with helical grooving and left-hand orientation.*

Suitable for operating on shafts having a counterclockwise rotation.

To ensure their proper application, these shaft seals carry an arrow etched on the bottom (rear surface) and pointing in the shaft's compulsory sense of rotation.

Fig. 17
RBD

Rigati bidirezionali:

RBD: Labbro, caricato con molla elicoidale, a rigatura bielcooidale:

Adatto a funzionare su alberi con rotazione oraria ed antioraria.

Approfondite esperienze di laboratorio hanno accertato che l'indice di idrodinamicità dell'anello monodirezionale è superiore a quello dell'analogo anello bidirezionale.


Pertanto con alberi rotanti in un solo senso è sempre preferibile ricorrere alla versione monodirezionale. Si ricorrerà all'anello bidirezionale con alberi rotanti nei due sensi, qualora l'anello a labbro liscio non offra sufficienti garanzie di corretta prestazione.

Bidirectional grooved:

RBD: *Garter spring-loaded lip with a twin helical grooving.*

It is suitable for operating on shafts with a clockwise and counterclockwise rotation. Thorough lab tests have shown that the hydrodynamic index of the monodirectional shaft seal is superior to that of a similar bidirectional shaft seal.

On shafts rotating in only one direction, it is therefore always preferable to resort to the monodirectional version. The bi-directional shaft seal should be used on shafts rotating in both directions whenever the plain lip shaft seal cannot offer adequate guarantees of proper performance.

 [Index](#)





***I prodotti Rolf sono distribuiti da:
Rolf's products are distributed by:***

GAPI S.p.A.
via Molinaretti, 2
I - 24060 Castelli Calepio (BG) - Italy
ph +39 030 7438 511
fax +39 030 7438 550
sales@gapigroup.com

GAPI Group

**Centri di distribuzione e
uffici commerciali
*Sales and logistic centers***

GAPI S.p.A.
via Molinaretti, 2
I - 24060 Castelli Calepio (BG) - Italy
ph +39 030 7438 511
fax +39 030 7438 550
sales@gapigroup.com

MIROS s.r.l.
via Gallarate, 221
I - 20151 Milano - Italy
ph +39 02 33 400 480
fax +39 02 33 400 615
e-mail: miros@gapigroup.com

GAPI USA Inc.
300 Huls Drive, Englewood
Ohio, OH 45315, U.S.A.
ph +1 (937) 836-0080
800 442 8030
fax +1 (937) 836-7499
gapi@gapiusa.com

GAPI Ltd
Centurion Business Park
Bessemer Way - Templeborough
Rotherham - Sheffield - S60 1 FB - UK
ph +44 (01709) 378 181
fax +44 (01709) 378 182
sales@gapi.co.uk

GAPI GmbH
Hans Böckler Str. 14
Postfach 200265 - 51503 Rösrath - D
ph +49 (02205) 90494-0
fax +49 (02205) 90494-33
verkauf@gapi.de

Gapi Sealing System S.L.U.
C/ Telecomunicaciones, 21
Polígono Industrial Urtinsa II
28923 Collado Alcorcón (Madrid) - E
ph +34 918517 187
fax +34 918517 195
gapiss@gapiss.es

**Stabilimenti di produzione
*Production plants***

GAPI S.p.A.
Rubber Sealing Solutions
via Marconi, 108
24060 Castelli Calepio (BG) - Italy
ph +39 035 847 084
fax +39 035 848 467
gapisede@gapigroup.com

GAPI S.p.A.
Rubber Sealing Solutions
via Molinaretti, 2
24060 Castelli Calepio (BG) - Italy
ph +39 030 7438 511
fax +39 030 7438 550
gapisede@gapigroup.com

GAPI S.p.A.
Rubber Compounds
via L. Da Vinci, 11
24060 Grumello del Monte (BG) - Italy
ph +39 035 4420 880
fax +39 035 4420 432
gapicompounds@gapigroup.com

GAPI S.p.A.
PTFE Products
via Tolari, 12
24060 Gandosso (BG) - Italy
ph +39 035 834 268
fax +39 035 834 275
lanza@gapigroup.com

GAPI S.p.A.
PTFE Sealing Solutions
via Francesca, 19/D
25030 Coccaglio (BS) - Italy
ph +39 030 7701210
fax +39 030 7705721
mg@gapigroup.com

GAPI S.p.A.
PTFE Sealing Solutions
via Europa, 47
25036 Palazzolo s/o (BS) - Italy
ph +39 030 7300221
fax +39 030 7300366
info@fluoril.it

ROLF S.p.A.
Rotary Shaft Seals
via Campania, 24
20093 Cologno Monzese (MI) - Italy
ph +39 02 27 300 700
fax +39 02 25 47 788
rolf@gapigroup.com

ROLF S.p.A.
Hydraulic Sealing Solutions
via Lab. Olivetti, 38
20010 Pregnana Milanese (MI) - Italy
ph +39 02 9359 0625
fax +39 02 9359 0625
rolf@gapigroup.com

PRADELLA & MATEGO S.p.A.
Rubber Sealing Solutions
Regione Crocetta
14018 Villafranca D'asti (AT) - Italy
ph +39 0141 943 544 - 942 061
fax +39 0141 943 046
pradella@gapigroup.com

ARTIC SEALS s.r.l.
Hydraulic Sealing Solutions
via Vettigano, 11
42010 Rio Saliceto (RE) - Italy
ph +39 0522 649 764
fax +39 0522 649 496
info@articseals.it

GAPI GmbH
Technopolymers Sealing Solutions
Hans Böckler Str. 14
Postfach 200265 - 51503 Rösrath - D
ph +49 (02205) 90494-0
fax +49 (02205) 90494-33
verkauf@gapi.de

Index



www.gapigroup.com

