

## TUBOS PERISTÁLTICOS BOMBAS AQUA

### 1.- DESCRIPCIÓN:

Un tubo peristáltico es un componente esencial en las bombas peristálticas, diseñado para transportar fluidos mediante un mecanismo de compresión y relajación secuencial. Este tipo de tubo está fabricado con materiales flexibles que permiten su deformación repetida sin comprometer la integridad estructural, garantizando así una dosificación precisa y un flujo constante.

El principio de funcionamiento de una bomba peristáltica consiste en que los rodillos comprimen el tubo contra la carcasa de la bomba y, a medida que los rodillos avanzan, crean un efecto de succión que mueve el líquido a lo largo del tubo. Al liberar la compresión, el tubo recupera su forma original, creando un vacío que impulsa el fluido.

### 2.- TIPOS DE TUBOS PERISTÁLTICOS:

Actualmente los equipos fabricados en **AQUA**, están disponibles en cuatro tubos peristálticos diferentes:

#### 2.1. SANTOPRENE®

El Santoprene® utilizado en los tubos peristálticos es un tipo de elastómero termoplástico vulcanizado (TPV) que se compone de una mezcla de polipropileno (PP) y EPDM (etileno-propileno-dieno monómero) vulcanizado para mejorar su resistencia y durabilidad. En su composición se incluyen estabilizadores UV, antioxidantes y plastificantes que mejoran su resistencia al envejecimiento, la radiación ultravioleta y la fatiga por flexión.

##### 2.1.1 PROPIEDADES

- Alta resistencia a la fatiga por flexión, pudiendo soportar incontables ciclos de compresión y relajación sin degradarse.
- Elevada resistencia química, siendo resistente a ácidos, bases, aceites, ozono y productos químicos agresivos, lo que lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones industriales y de tratamiento de agua.
- Amplio rango de operación, pudiendo funcionar en un rango de -50°C a 135°C, manteniendo su flexibilidad incluso en condiciones extremas.
- Baja permeabilidad al gas y al vapor, lo que lo hace ideal para aplicaciones donde es importante minimizar la pérdida de líquidos o la contaminación cruzada.
- Compatible con normativas sanitarias, cumpliendo con las regulaciones de la FDA y NSF, lo que permite su uso en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas.

### 2.1.2 APLICACIONES

- Ideal para el sector del tratamiento de agua y altamente compatible con productos químicos como el hipoclorito de sodio, ácido peracético y floculantes.
- Industria farmacéutica y alimentaria donde se requiera compatibilidad con el cumplimiento de normativas sanitarias.
- Laboratorios y biotecnología para la dosificación de principios activos y soluciones en entornos controlados.
- Aplicaciones industriales en general para la transferencia de fluidos corrosivos o abrasivos en procesos industriales.

### 2.1.3 LIMITACIONES DE USO

- Menor flexibilidad comparado con la silicona. Aunque es flexible, no es tan suave o elástico como la silicona, lo que puede afectar su rendimiento en aplicaciones donde se necesita una compresión muy suave.
- Resistencia química limitada a ciertos solventes, no siendo aconsejable para dosificación de solventes muy agresivos como cetonas fuertes (acetona) o hidrocarburos aromáticos (benceno).

## 2.2. SILICONA:

Los tubos peristálticos de silicona utilizados en bombas dosificadoras están fabricados principalmente de silicona de grado médico o industrial, dependiendo de la aplicación. La silicona es un polímero sintético derivado del silicio, un elemento natural que se encuentra en la arena, el cuarzo y las rocas.

La base del material de silicona se forma a partir de cadenas de átomos de silicio y oxígeno (Si-O-Si) con grupos metilo (CH<sub>3</sub>) unidos al silicio, pudiendo llevar aditivos como peróxido o platino para su vulcanización en función del uso al que se destine. Adicionalmente se le pueden agregar estabilizadores UV para aumentar la resistencia a la radiación ultravioleta en ambientes exteriores o pigmentos donde se requiera una identificación visual de los tubos.

### 2.2.1 PROPIEDADES

- Alta flexibilidad y elasticidad que permiten repetidas compresiones sin perder la forma.
- Resistencia térmica, ya pueden funcionar en un rango amplio de temperaturas, desde -50°C hasta 200°C o más, dependiendo de la formulación.
- Compatibilidad química moderada, resistente a soluciones acuosas, ácidos suaves y bases diluidas.
- Es translúcida, lo que permite una fácil inspección visual.
- Son biocompatibles, ya que las siliconas de grado médico o alimentario cumplen con regulaciones como FDA, USP Clase VI, y NSF, siendo seguras para el contacto con alimentos o productos médicos.

### 2.1.2 APLICACIONES

- Industria médica y farmacéutica, dosificación de medicamentos, procesamiento de biotecnología.
- Industria alimentaria para la transferencia de líquidos alimentarios como leche, jugos o aditivos.
- Laboratorios para el manejo de reactivos, soluciones tampón y medios de cultivo.
- Industria en general en procesos donde se manejan líquidos a temperaturas elevadas o en condiciones estériles.

### 2.1.3 LIMITACIONES DE USO

- No recomendados para aceites, hidrocarburos o solventes orgánicos agresivos, ya que pueden hincharse o degradarse.
- Menor resistencia a la abrasión comparados con otros materiales como el Santoprene o Tygon, la silicona puede desgastarse más rápido en aplicaciones de alto estrés mecánico.

### 3.3. TYGON®:

Los tubos peristálticos de Tygon se componen de una variedad de materiales plásticos y elastómeros diseñados para adaptarse a diferentes aplicaciones. Tygon no es un material único, sino una marca que abarca diferentes formulaciones, cada una optimizada para resistir ciertos químicos, temperaturas o condiciones de operación específicas.

#### 3.3.1 PROPIEDADES

- Resistencia química, dado que los abrillantadores suelen contener ácidos suaves (como ácido cítrico) y alcoholes, por lo que se necesita un material que no degrade ni se vuelva frágil con el tiempo.
- Resistencia a las temperaturas de funcionamiento habitual en lavavajillas industriales, por lo que mantienen su integridad a temperaturas superiores a 60-70°C.
- Flexibilidad y resistencia a la fatiga por flexión para soportar ciclos repetidos de operación.

#### 3.3.2 APLICACIONES

Este tipo de compuesto se utiliza habitualmente para la dosificación de productos abrillantadores en lavavajillas comerciales o industriales, ya que es fundamental seleccionar tubos que sean resistentes a los productos químicos presentes en estos líquidos, como ácidos orgánicos, alcoholes, surfactantes y otros agentes tensioactivos.

#### 3.3.3 LIMITACIONES

- Coste, ya que habitualmente son más caros que otros materiales, como el Santoprene o la silicona.
- Disponen de una compatibilidad química específica dado que no todas las variantes de Tygon son adecuadas para todas las aplicaciones, por ello es crucial seleccionar la formulación correcta.
- Resistencia limitada a altas temperaturas en algunas variantes al no soportar todos los tubos de Tygon temperaturas extremas como lo hacen otros materiales.

### 3.4. PHARMED®:

Los tubos peristálticos de PharMed® son una clase especializada de tubos fabricados con elastómeros termoplásticos diseñados específicamente para aplicaciones en la industria farmacéutica, médica y de biotecnología, ofreciendo una combinación única de biocompatibilidad, resistencia química y durabilidad, lo que los hace ideales para su uso en bombas peristálticas donde se requiere un alto nivel de precisión y resistencia al desgaste.

#### 3.4.1 PROPIEDADES

- Alta resistencia a la fatiga por flexión, dado que PharMed® es conocido por su durabilidad excepcional en aplicaciones peristálticas, donde los tubos deben soportar millones de ciclos de compresión sin degradarse.
- Vida útil hasta 30 veces mayor que la de tubos de silicona en condiciones similares.
- Con un amplio rango de temperatura funcionan eficazmente en un rango de -40°C a 135°C, lo que los hace adecuados para aplicaciones que requieren esterilización por autoclave o procesos en frío.
- Baja permeabilidad al gas y al vapor, lo que los hace ideales para el transporte de fluidos sensibles al oxígeno o la contaminación externa.
- Resistencia química a una amplia gama de productos químicos, incluyendo soluciones salinas, ácidos suaves, bases, alcoholes y detergentes.
- Biocompatibles y de grado alimentario, ya que cumplen con normativas FDA para contacto alimentario y NSF, así como la Farmacopea de Estados Unidos (USP Clase VI) para aplicaciones médicas y farmacéuticas.

#### 3.4.2 APLICACIONES

- En la industria farmacéutica y biotecnología para la transferencia de medios de cultivo, soluciones buffer y reactivos en procesos de bio procesamiento.
- Dosificación de medicamentos y nutrición parenteral en hospitales.
- Se usa en la industria médica para equipos de diálisis, bombas de infusión y otros dispositivos médicos que requieren biocompatibilidad y resistencia química.
- Industria alimentaria y de bebidas para el transporte de líquidos alimentarios, como jugos, jarabes y otros productos sensibles a la contaminación.
- Laboratorios e investigación para uso en sistemas de filtración, transferencia de fluidos estériles y experimentos que requieren condiciones controladas.
- Tratamiento de agua y procesos industriales sensibles donde se necesite una dosificación precisa de productos químicos en entornos que requieren materiales de alta resistencia y baja contaminación.

#### 3.4.3 LIMITACIONES

- Debido a su durabilidad y propiedades especializadas los hacen más costosos que otros tubos peristálticos.
- Aunque son flexibles, no son tan elásticos como los tubos de silicona, lo que puede afectar su uso en aplicaciones que requieren flexión extrema.
- Aunque ofrecen buena resistencia química, no son compatibles con cetonas fuertes o hidrocarburos aromáticos.

4.- TABLA RESUMEN COMPARATIVA

PROPIEDAD	PharMed®	Silicona	Tygon®	Santoprene®
RESISTENCIA A LA FATIGA	Muy alta	Media (duración limitada en uso continuo)	Alta en función de la formulación	Muy alta
BIOCOMPATIBILIDAD	Excelente (USP Clase VI, FDA)		Varía según el tipo (algunos FDA)	Limitada en aplicaciones médicas
TOLERANCIA QUÍMICA	Amplia (ácidos suaves, bases, alcoholes)	Limitada. Ácidos y bases suaves o diluidas	Varía según el tipo de Tygon	Excelente para productos químicos agresivos
RANGO DE TEMPERATURA	-40°C a 135°C	-50°C a 200°C	-57°C a 135°C	-50°C a 135°C
PERMEABILIDAD	Baja	Alta (mayor permeabilidad al gas)	Moderada a baja (según el tipo)	Baja
INCOMPATIBILIDAD	Cetonas fuertes o hidrocarburos aromáticos	Aceites, hidrocarburos o solventes orgánicos	Depende de la formulación del Tygon	Solventes muy agresivos o hidrocarburos
TRANSPARENCIA	Translúcido (monitoreo visual limitado)	Transparente	Generalmente transparente	Opaco (monitoreo visual limitado)

### 5.- MANTENIMIENTO DE LOS TUBOS PERISTÁLTICOS

Un mantenimiento adecuado de los tubos peristálticos en las bombas dosificadoras es fundamental para garantizar el rendimiento óptimo del equipo y la precisión en la dosificación de fluidos, ya que ello conlleva los siguientes beneficios:

- **Precisión y consistencia en la dosificación:** El desgaste o deterioro de los tubos puede afectar la capacidad de la bomba para mantener un flujo constante y preciso. Un tubo en mal estado puede provocar errores en la dosificación, lo cual es crítico en aplicaciones como la dosificación de productos químicos, medicamentos o ingredientes alimentarios.
- **Prolonga la vida útil del equipo:** Un tubo deteriorado genera mayor resistencia y fricción en la bomba, lo que puede forzar el motor y los componentes mecánicos pudiendo provocar fallos prematuros en la bomba, aumentando los costos de reparación y mantenimiento.
- **Evitar contaminaciones cruzadas:** Con el tiempo, los tubos pueden desarrollar micro fisuras o deformaciones que pueden permitir la filtración de fluidos. Esto es especialmente crítico en aplicaciones alimentarias, farmacéuticas o de laboratorio, donde la pureza del producto es fundamental. Un tubo mal mantenido puede causar contaminación cruzada o incluso poner en riesgo la seguridad del proceso.
- **Prevenir fugas y derrames peligrosos:** Un tubo desgastado o dañado puede romperse durante la operación pudiendo fugas de líquidos peligrosos (ácidos, productos químicos corrosivos, etc.), generando riesgos de seguridad para el personal y el entorno.
- **Reducción de tiempos de inactividad:** El mantenimiento preventivo reduce la probabilidad de fallos inesperados en los tubos. Menos fallos significa menos paradas no programadas, lo que revierte en una mayor productividad y menor impacto en la operación.
- **Detección temprana de problemas:** El mantenimiento regular permite identificar signos tempranos de desgaste, como endurecimiento del tubo, decoloración, agrietamiento o pérdida de elasticidad, permitiendo tomar medidas correctivas antes de que se produzcan fallos graves.

### 6.- FASES DEL MANTENIMIENTO

Como regla general, el mantenimiento de los tubos peristálticos debería seguir este procedimiento:

- **Inspección regular** revisando visualmente los tubos en busca de grietas, hinchazón, endurecimiento o deformación.
- **Limpieza adecuada** usando productos compatibles con el material del tubo para evitar su degradación.
- **Rotación o reemplazo programado** estableciendo intervalos de sustitución basados en las horas de uso y las recomendaciones del fabricante.

- Uso del lubricante adecuado compatible con el material del tubo y en cantidades moderadas.
- Control de la temperatura y presión: Asegúrate de que la bomba no trabaje fuera de los rangos recomendados.

### 7.- LUBRICACIÓN DEL TUBO PERISTÁLTICO

La lubricación de un tubo peristáltico es fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente y prolongar la vida útil tanto del tubo como de la bomba peristáltica. Aunque no siempre es obligatoria en todos los sistemas (algunas bombas están diseñadas para funcionar sin lubricante), en la mayoría de los casos, la lubricación adecuada proporciona varios beneficios clave:

- Reducción de la fricción entre el tubo y los rodillos: En una bomba peristáltica, los rodillos comprimen el tubo para mover el fluido. Esta acción repetida genera fricción entre la superficie exterior del tubo y los rodillos o la carcasa de la bomba. El lubricante reduce esta fricción, lo que minimiza el desgaste y la generación de calor, prolongando la vida útil del tubo.
- Prevención del sobrecalentamiento: La fricción constante puede generar calor, lo que puede afectar tanto al material del tubo como a la bomba. La lubricación ayuda a disipar el calor, previniendo el endurecimiento, agrietamiento o degradación prematura del tubo.
- Mejora de la precisión en la dosificación: Si hay demasiada fricción, el tubo puede deformarse de manera desigual, afectando el volumen del líquido dosificado por ciclo. Una lubricación adecuada asegura un movimiento suave y constante del tubo, lo que mejora la precisión en la dosificación de fluidos.
- Reducción del desgaste de los componentes de la bomba: Sin lubricación, los rodillos y otros componentes internos están sometidos a mayor fricción, lo que puede acelerar su desgaste. El lubricante protege tanto el tubo como los rodillos, reduciendo los costos de mantenimiento y la frecuencia de reemplazo.
- Minimización del ruido de operación: La fricción entre los rodillos y el tubo puede generar ruidos durante la operación de la bomba, por tanto, una buena lubricación hará que la bomba funcione más silenciosamente.
- Eficiencia energética: La fricción adicional requiere más energía para mover los rodillos y comprimir el tubo. Con menos fricción, la bomba requiere menos energía para funcionar, mejorando la eficiencia operativa.

### 7.1 TIPOS DE LUBRICANTES

El lubricante debe ser compatible con el material del tubo (silicona, Tygon, Santoprene, etc.) y con el fluido bombeado. Como norma habitual se recomienda seguir con las indicaciones del cuadro siguiente:

TIPO DE TUBO	LUBRICANTES APTOS	LUBRICANTES NO APTOS
SILICONA	Grasa de silicona / Lubricantes de grado alimentario	Aceites minerales y derivados del petróleo. Compuestos de hidrocarburos (gasolina, benceno). Lubricantes con solventes.
TYGON®		
SANTOPRENE		
PharMed®		

Cuando se trate de dosificación de productos alimentarios o farmacéuticos, deberán usarse lubricantes de grado alimentario o sanitario.

### 7.2 EFECTOS QUE PUEDEN OCASIONAR LOS LUBRICANTES NO APTOS

- Aceites minerales y grasas a base de hidrocarburos, pueden causar hinchazón, agrietamiento o reblandecimiento de tubos de silicona, Tygon y Santoprene. No deben utilizarse vaselina ni aceites para maquinaria con base petróleo.
- Lubricantes con solventes orgánicos o ésteres agresivos degradan la estructura molecular del tubo, provocando pérdida de flexibilidad y resistencia. No debe utilizarse los que contengan cetonas o alcoholes agresivos.
- Hidrocarburos aromáticos como el benceno o tolueno son altamente reactivos y pueden disolver o dañar tubos sensibles como los de silicona y Santoprene.

### 7.3 CANTIDAD DE LUBRICANTE

La lubricación no debe realizarse en exceso, dado que el exceso de lubricación en los tubos peristálticos de las bombas dosificadoras puede causar varios problemas que afectan tanto la eficiencia como la durabilidad del sistema destacando los siguientes:

- El exceso de lubricante puede reducir la fricción necesaria entre el tubo y los rodillos de la bomba peristáltica provocando que el tubo resbale en lugar de comprimirse adecuadamente, lo que resulta en una dosificación imprecisa o insuficiente del líquido.
- Degradación prematura del tubo por acumulación en áreas no deseadas, penetrando el material del tubo si no es compatible. Esto puede causar que el tubo se hinche, se ablande o se agriete, reduciendo su vida útil.
- Un exceso de lubricante puede alterar el funcionamiento normal de los rodillos y generar fricción innecesaria en otras partes del sistema pudiendo provocar un sobreesfuerzo en el motor y potencialmente causar sobrecalentamiento, afectando la eficiencia energética y la durabilidad de la bomba.
- Si el lubricante entra en contacto con el fluido que se está dosificando, especialmente en aplicaciones alimentarias, farmacéuticas o químicas sensibles, puede haber riesgo de contaminación comprometiendo la calidad del producto final y puede requerir costosos procesos de limpieza o incluso el descarte de lotes contaminados.
- El exceso de grasa puede atraer polvo, suciedad o partículas que se acumulan en el sistema pudiendo obstruir o dañar los rodillos y otras partes móviles, incrementando la necesidad de mantenimiento y reduciendo la vida útil de la bomba, así como la abrasión del propio tubo.

#### 7.4 PROCEDIMIENTO CORRECTO DE LUBRICACIÓN



Con el portarodillos colocado manualmente en la posición de la imagen, colocar una punta de lubricante en la zona interna indicada y rotar.

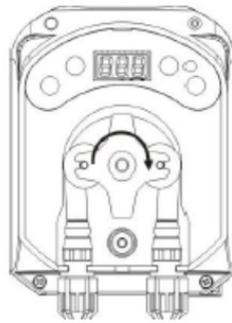


Posición incorrecta en el proceso de lubricación

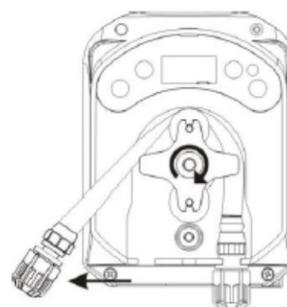
### 8.- PROCEDIMIENTO PARA LA SUSTITUCIÓN DE LOS TUBOS



Abrir tapa frontal



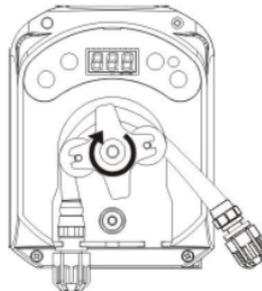
Rotar portarodillos en sentido horario



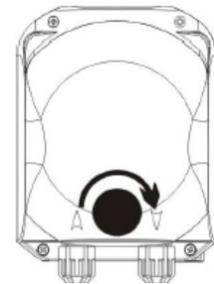
Levantar el tubo por la zona de aspiración e ir girando para su total liberación



Introducir el nuevo tubo por la aspiración



Rotar y encarrilar haciendo girar el portarodillos



Cerrar tapa frontal