



**La última tecnología para la  
producción de tuberías de PVC-O**



**Pushing limits beyond**

## Molecor, su socio para el éxito en Orientación Molecular

Molecor es una compañía pionera especializada en el desarrollo de la última tecnología en orientación molecular aplicada a canalizaciones de agua con propiedades mecánicas asombrosas. Fue fundada en 2006 por ingenieros altamente cualificados y con experiencia probada en el ámbito de las canalizaciones en plástico. El proceso revolucionario de Molecor proporciona sistemas eficientes y ecológicos que amplían las posibilidades globales de negocio.

**Nuestra misión:** suministrar al mercado sistemas eficientes para la fabricación de productos ecológicos que contribuyan al bienestar mediante el uso óptimo de los recursos hidráulicos y energéticos.

**Nuestra visión:** ser el líder en tecnologías de orientación molecular a través de la innovación y el compromiso.

### Apoyo Institucional

Molecor es reconocida como una empresa innovadora y cuenta con el respaldo oficial del Departamento Español de Ciencia e Innovación, además de otros programas de apoyo para el desarrollo y la puesta en marcha de su tecnología, única en el mercado. Molecor mantiene acuerdos de colaboración con una serie de centros de investigación tecnológica y universidades que le permiten ampliar sus recursos internos de ingeniería y cubrir de forma eficiente y satisfactoria cada una de estas áreas principales.

### Investigación y Desarrollo

Molecor invierte sus recursos en propiedad intelectual, I+D+i, así como en recursos humanos. Disciplinas tales como diseño de las máquinas, fluidos mecánicos, transferencia térmica, materiales y electrónica están bien cubiertas por los especialistas de Molecor. De hecho, más del 65% de su plantilla está compuesta por ingenieros o titulados en diversas ramas tecnológicas. Además de sus valiosos recursos humanos, Molecor hace uso de las últimas herramientas de diseño y cálculo con el fin de ofrecer siempre las soluciones más avanzadas.

### Las dos divisiones de Molecor

Molecor no es simplemente un fabricante de maquinaria o una empresa de ingeniería, sino también un fabricante de tuberías. La capacidad de ingeniería simultánea con nuestros clientes nos permite estar en contacto directo con el mercado frente a nuevas necesidades de producto. Como resultado de esta actividad, nuestros productos han superado los tests más exigentes, garantizando una vida útil más larga en las condiciones más extremas.



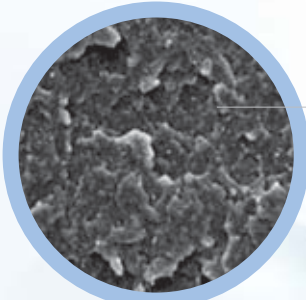
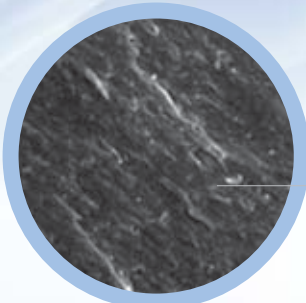
## Orientación Molecular, la revolución del PVC



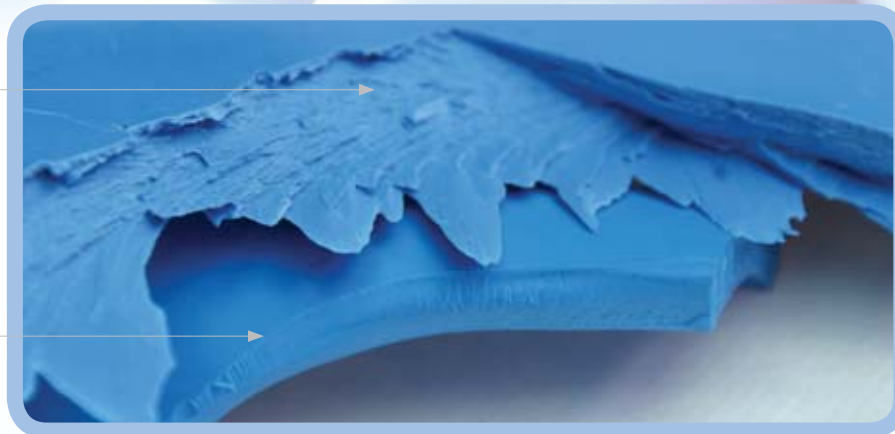
El proceso de orientación molecular modifica la estructura del PVC, ordenando en línea las moléculas del polímero.

La estructura molecular es una de las características principales que confiere al PVC sus propiedades mecánicas. El PVC es un polímero que presenta una estructura molecular amorfa, en el que sus moléculas se disponen en direcciones aleatorias.

PVC-  
class 500



PVC-U



Cortesía de BC Co. Polymer research and analyses. Jeol JSM-T-220-A Scanning Microscope 09-07-2009

Sin embargo, cuando se somete el material a un estiramiento bajo determinadas condiciones de presión, temperatura y velocidad, se produce una reorganización molecular en la dirección en la que ha tenido lugar el estiramiento, consiguiendo una estructura laminar.

## Resultado: mejores propiedades a menor coste

El proceso de orientación molecular mejora de forma notable las propiedades físicas y mecánicas del PVC, otorgándole unas características excepcionales sin alterar las ventajas y propiedades químicas del polímero original. Se obtiene así un plástico con unas insuperables cualidades de resistencia a tracción y fatiga, flexibilidad y resistencia al impacto.

Aplicado a las conducciones de agua a presión resulta en tuberías prácticamente indestructibles y con una vida útil muy prolongada. Además, la tubería es altamente eficiente en términos energéticos y es totalmente ecológica durante todo su ciclo de vida debido principalmente a los ahorros considerables en material prima y a la facilidad de su instalación.



## Orientación axial y circunferencial

El grado de orientación define la clase de PVC-O. Cuanto más alta sea la clase mayor es el grado de orientación y mejores son las propiedades alcanzadas. La clasificación del material se evalúa de acuerdo a la curva de regresión de resistencia hidrostática. La orientación se produce en la dirección del estiramiento. La tecnología de Molecor consigue orientación tanto en el sentido axial como circunferencial, lo que produce beneficios complementarios.



### La orientación circunferencial

mejora propiedades como la resistencia al impacto o a la presión interna.



### La orientación axial

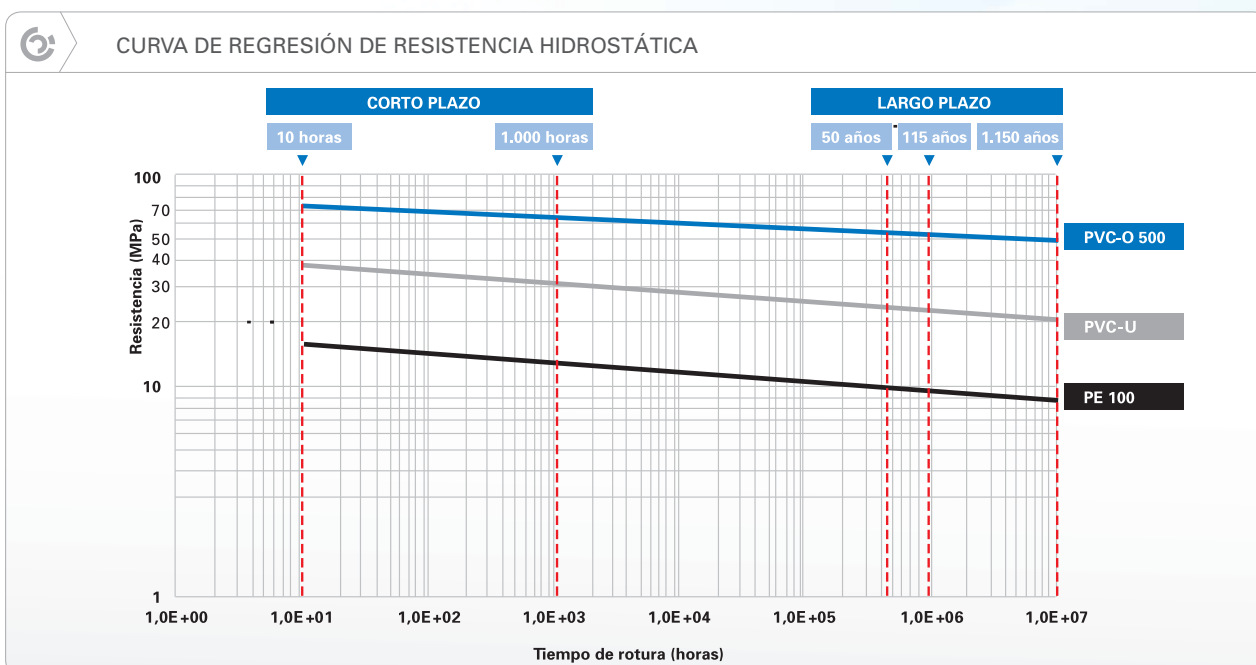
tiene relevancia en la copa o campana, donde se pueden producir esfuerzos axiales.

## Resistencia hidrostática a largo plazo

Las tuberías están sometidas a la presión interna producida por el paso de fluido durante un largo periodo de tiempo.

La evolución de esta resistencia en el tiempo se conoce como "fluencia" y es mucho menor en el **PVC-O clase 500** que en otros plásticos convencionales, lo que significa mejores propiedades a largo plazo.

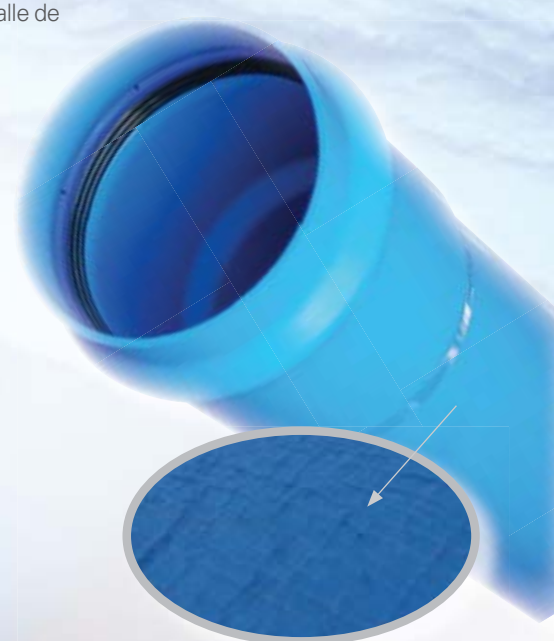
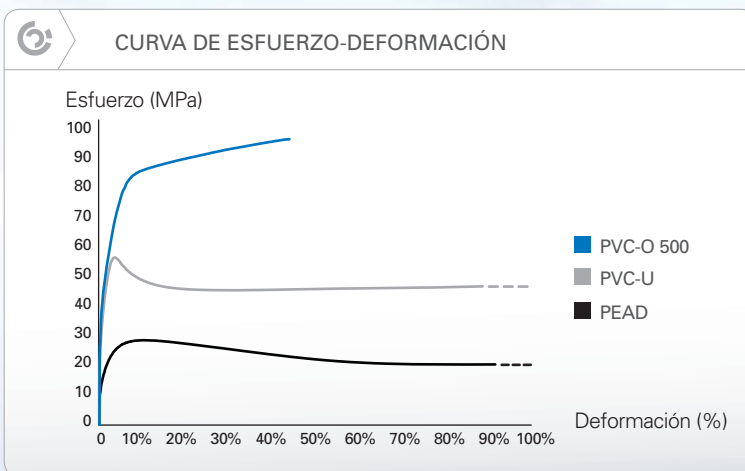
**La clase 500 en PVC-O** es, de acuerdo con la norma internacional ISO 16422, la más alta y la que mejores propiedades mecánicas presenta.



### Excelente rendimiento a corto plazo

El **PVC-O clase 500** tiene una curva de esfuerzo-deformación muy distinta comparada con la de otros plásticos, asemejándose a la curva de los metales.

Las propiedades mecánicas del PVC-O mejoran debido a que desaparece el valle de fluencia. Este fenómeno sólo se logra en la clase más alta, **la clase 500**.



### Propiedades mecánicas

La orientación molecular mejora las propiedades mecánicas de las tuberías de PVC-U, lográndose una tubería más resistente a la vez que flexible. Se consigue una mejora considerable de propiedades como la resistencia a tracción, impacto o la propagación de grietas, sin alterar para nada sus propiedades químicas.



### Inigualable resistencia al impacto

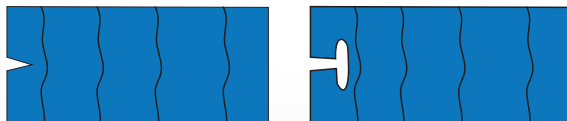
Las tuberías de **PVC-O clase 500** son prácticamente indestructibles frente a golpes. Se elimina así el riesgo de rotura durante la instalación por caídas y/o impactos de piedras. La estructura laminada conseguida con el proceso de orientación molecular impide la propagación de grietas y los arañazos en el espesor de los tubos.



### Propagación de grietas



GRIETA PRODUCIDA POR ALTA CONCENTRACIÓN DE TENSIONES



Estructura laminar del **PVC-O clase 500**. La concentración de tensiones se expande sobre la superficie de las capas evitando la rotura.

La estructura laminar obtenida durante el proceso de orientación molecular es la característica principal que evita la propagación de grietas hacia el interior de las paredes de la tubería. Durante la instalación se pueden producir algunos arañazos causados por piedras en el terreno. En el caso del PVC-U, si apareciesen grietas, estas se propagarían hacia el interior. En el caso del **PVC-O clase 500**, las grietas se quedan en la capa superior, sin afectar a las propiedades de la tubería.

### Ausencia de Propagación Rápida de Grietas (RCP)

El fenómeno de propagación rápida de grietas (RCP) consiste en que bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, se pueden producir roturas frágiles que se propagan a lo largo de la tubería en dirección axial a una velocidad de 100 a 400 metros por segundo. La energía requerida para esta propagación es suministrada por el fluido a presión de la tubería. Este fenómeno, que es muy común en algunas canalizaciones, no se da en absoluto en tuberías de PVC-O debido precisamente a la naturaleza de este material.

### Elevada resistencia hidrostática a corto y largo plazo

Las tuberías de **PVC-O clase 500** ofrecen una resistencia a la presión interna hasta 2 veces mayor a la presión nominal, lo que significa que pueden soportar sobrepresiones puntuales en la red como los golpes de ariete.

Además, como la fluencia del material es muy baja, la vida útil esperada de la tubería, trabajando a presiones nominales, es de más de 100 años.

### Mayor capacidad hidráulica

La reducción del espesor de pared en las tuberías de **PVC-O clase 500** les proporciona un mayor diámetro interno y sección de paso. Además, la superficie interna es extremadamente lisa, lo que reduce al mínimo las pérdidas de carga y dificulta la formación de depósitos en las paredes del tubo. Como resultado, las tuberías de **PVC-O clase 500** ofrecen entre un 15% y un 40% más de capacidad hidráulica que las tuberías de otros materiales con diámetros externos comparables (PVC-U, PE, fundición).





### Máxima flexibilidad



El excelente comportamiento elástico de las tuberías en **PVC-O clase 500** les permite soportar deformaciones de hasta el 100% del diámetro interior. La tubería recupera inmediatamente su forma original tras un aplastamiento o accidente mecánico inesperado, lo cual elimina el riesgo de roturas por deslizamiento del terreno, piedras o maquinaria.

### Excelente comportamiento ante temperaturas extremas

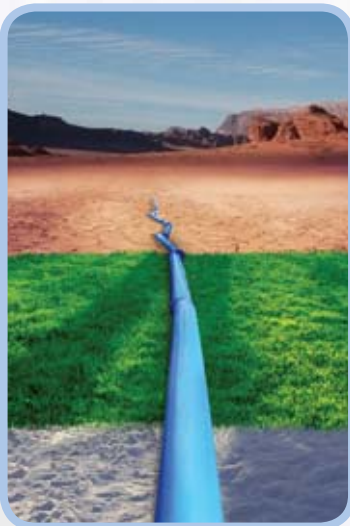
-  **MÁXIMAS:** hasta 45°C Normalmente la capacidad para absorber impactos está muy relacionada con la temperatura. A temperaturas por debajo de -10°C los plásticos pueden presentar un comportamiento frágil, lo que les hace inapropiados para climas muy fríos. El **PVC-O clase 500** no presenta variación significativa en su capacidad para absorber impactos, ni siquiera en los lugares con las temperaturas más extremas del mundo.
-  **MÍNIMAS:** hasta -25°C

### Radiación ultravioleta

La radiación UV fomenta la aparición de micro grietas en la superficie del PVC-U y de otros plásticos expuestos a la luz solar durante un largo periodo de tiempo. Estas grietas se propagan hacia el interior de la pared de la tubería. La estructura laminada del PVC-O bloquea la propagación de esas grietas, de forma que estas se quedan en la capa exterior. Por esta razón el comportamiento de la tubería de PVC-O no se ve afectado por la radiación UV. Ensayos llevados a cabo con tuberías de PVC-O expuestas a la luz solar por un periodo de tiempo superior a un año han reflejado unos resultados equivalentes a los de las tuberías no expuestas a la radiación UV.

### Resistencia a la corrosión

El **PVC-O clase 500** es inmune a la corrosión por procesos naturales y a las sustancias químicas presentes en el suelo. Por tanto son no degradables y no requieren ningún tipo de protección o recubrimiento, lo que repercute en un ahorro considerable de los costes. La calidad del fluido transportado permanece inalterada pues no se produce ni corrosión ni migración. Los análisis llevados a cabo están en conformidad con la normativa en materia de salud para el agua potable.



## Molecor canalizaciones: TOM

TOM es la marca registrada para las tuberías Molecor de **PVC-O clase 500**. Gracias a las excepcionales propiedades de las tuberías TOM, Molecor se han convertido en poco tiempo en un referente en su área: principalmente España y Francia. Molecor Canalizaciones es la división de Canalizaciones de Molecor, certificada como fabricante de tuberías según la Norma ISO 9001. Sus tuberías llevan la marca AENOR según la Norma Internacional ISO 16422 y la marca NF según la Norma Francesa AFNOR T54-948.



### Costes de Instalación más bajos

Las tuberías de **PVC-O clase 500** son más fáciles de manejar que las fabricadas con otros materiales. En la mayoría de los casos no se necesita maquinaria para su manipulación. De hecho su ligereza, flexibilidad y resistencia al impacto repercuten de forma directa en términos de una mayor rentabilidad, rendimiento y rapidez en la instalación en comparación con otro tipo de tuberías.



Datos en los gráficos para tuberías DN 200-250mm PN 16 bares



### Tubería más ligera: fácil de manejar, rápida de instalar

Las tuberías de **PVC-O clase 500** pesan menos de la mitad que las de PVC-U y PE y entre seis y doce veces menos que las de fundición del mismo diámetro. Son fáciles de manipular y se pueden levantar sin asistencia mecánica (tuberías de hasta DN400mm). Durante la instalación, las conexiones entre tuberías se hacen mucho más rápido y no hay necesidad de soldaduras debido al diseño de la tubería y a las propiedades del **PVC-O clase 500**. Aparte de muchas otras ventajas a la hora de la descarga y el enterramiento, los arañazos producidos por impactos se reducen al mínimo gracias a su dureza.

### Accesorios

Las tuberías TOM son compatibles con toda clase de accesorios de fundición (Tes, codos, etc.) collarines y bridas.



**Collarines de toma en carga**, permiten conectar la tubería de forma perpendicular con toda clase de accesorios y están disponibles con salida roscada y con salida brida.



**Bridas con sistema anti-tracción**, permiten conectar el macho del tubo con toda clase de accesorios con conexión a una brida.



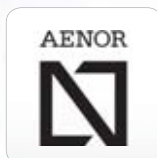
**Accesorios con tomas tipo europeo**, se conectan directamente a la tubería permitiendo desviaciones, reducciones y conexiones a la red.



## Normativa

Las tuberías de PVC-O fabricadas con la tecnología Molecor están certificadas según las siguientes normas:

UNE-ISO  
16422:  
Marca N  
(España)



NF T54-948:  
Marca NF\*  
(Francia)



AS/NZS 4441:  
2008: SAI  
Marca GLOBAL  
(Australia)



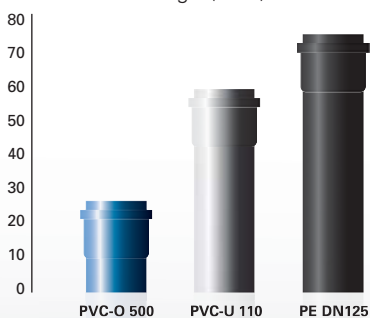
\*  Marca NF para el rango de productos DN 110-400mm PN16 y PN 25 bares. Más información y detalles en [www.molecor.com](http://www.molecor.com)

## La solución más ecológica para la conducción de agua



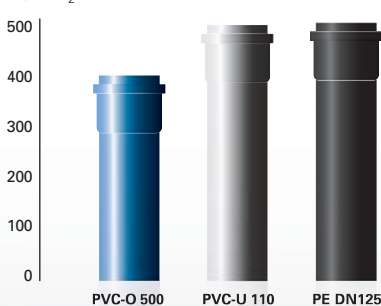
### EXTRACCIÓN Y PRODUCCIÓN DE MATERIALES

Consumo de energía (kWh)



### EMISIONES CO<sub>2</sub> A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA

Kg CO<sub>2</sub>



ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN, USO Y DISPOSICIÓN FINAL DE TUBERÍAS DE PVC, PEHD, PP, FUNDICIÓN Y HORMIGÓN. Departamento de proyectos de ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, Diciembre 2005.

### Eficiencia energética

La energía incorporada (Embodied Energy) se define como la cantidad de energía consumida en todas las fases del ciclo de vida de las tuberías. Incluye la energía consumida durante la fase de extracción de la materia prima, su transformación en PVC-O, la instalación, el uso y otras actividades complementarias como el transporte.

Los factores que determinan la eficiencia energética son principalmente el tipo de materia prima utilizada, el proceso de producción, el acabado del producto y su vida útil. El menor consumo de materia prima se traduce en ahorro energético durante la extracción y la producción del material. Es también un factor clave durante el transporte y la instalación: la reducción en el peso de la tubería hace que la instalación sea más rápida y fácil.

La energía consumida por la tecnología de Molecor es menor que la requerida no solo para la fabricación de tuberías de otros materiales, sino también para otros procesos de producción de tubería de PVC-O orientado.

Las paredes internas de las tuberías de **PVC-O clase 500** son extremadamente lisas lo cual minimiza las pérdidas de carga y también la energía necesaria para el transporte impulsado. Las tuberías de **PVC-O clase 500** evitan el consumo innecesario de energía a lo largo de su ciclo de vida.

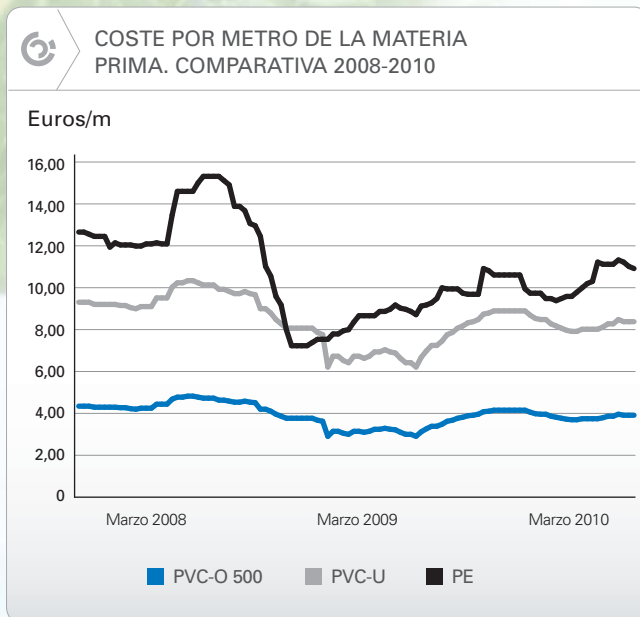
Las redes de suministro de agua fabricadas con materiales tradicionales registran actualmente un porcentaje de fugas de hasta un 25% del agua canalizada. Además el deterioro químico hace que algunas canalizaciones tengan que ser reemplazadas pocos años después de ser instaladas.

El CO<sub>2</sub> es uno de los principales gases responsables del efecto invernadero. El protocolo de Kyoto, recientemente actualizado por el protocolo de Copenhague tiene por objetivo reducir las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero con el fin de evitar el calentamiento global.

La tecnología de Molecor está comprometida a colaborar en la reducción de gases de efecto invernadero. Las tuberías de **PVC-O clase 500** reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> en cada eslabón de la cadena de su ciclo de vida y son, por tanto, una herramienta para la gestión de los recursos de agua para futuras generaciones.

## Ahorro de materia prima

El ahorro en materia prima es cada vez más importante debido al incremento constante de sus precios. Este gráfico muestra como el PVC-O sigue siendo la opción más rentable incluso cuando hay variaciones importantes en los precios de las materias primas.



ISO 16422. Datos para tubería DN200mm PN16 bares



ISO 16422. Para una tubería DN250mm PN16 bares

## Capacidad hidráulica

Las espectaculares propiedades del **PVC-O clase 500** hacen posible una reducción del espesor de sus paredes para optimizar el uso de los recursos. La reducción en materia prima está internacionalmente regulada. Implica menos materia prima por cada tubería y por tanto una reducción de sus costes asociados. Las canalizaciones para el agua no sólo deben ser resistentes a la presión, también deben transportar la máxima cantidad de agua consumiendo la mínima cantidad de energía. Las tuberías de **PVC-O clase 500** son más eficientes que las fabricadas con otros plásticos y sus paredes interiores más lisas que las de las tuberías metálicas, lo cual significa una mayor capacidad hidráulica.



ISO 16422. Para DN 250mm PN16 bares

## 100% reciclables

Las tuberías de **PVC-O** son 100% reciclables. Pueden ser molidas y procesadas como material reciclado para su uso en la fabricación de tuberías o de cualquier otro tipo de producto de plástico, sin perder ninguna de sus propiedades originales.



### SISTEMA COMPLETAMENTE SECO

- 🔄 **Eficiencia y limpieza:** fácil mantenimiento, puesta en marcha y cambio de diámetro
- 🔄 **Seguridad:** la ausencia de agua hirviendo elimina riesgos en caso de fugas
- 🔄 **Eficiente en costes:** energía aplicada sólo en la tubería mediante una distribución de aire específica

### SISTEMA INTEGRADO DE COPA

- 🔄 Copa o campana conformada a la vez que se produce la orientación
- 🔄 Garantiza que no se perderán las propiedades de orientación durante un proceso posterior de encopado
- 🔄 Reducción del mantenimiento, tiempo de cambio, etc.

### PROCESO EN LÍNEA

- 🔄 Máxima eficiencia y mínima mano de obra necesaria
- 🔄 Distribución en planta compatible con fábrica estándar
- 🔄 Longitud de la máquina reducida, incluso para diámetros grandes

### EL MAYOR RANGO DE PRODUCTOS

- 🔄 **DN:** desde 90 mm hasta 630 mm (4" hasta 24")
- 🔄 **PN:** hasta 25 bar, 235 psi
- 🔄 Todas las normativas internacionales aplicables
- 🔄 Proyectos especiales para diámetros grandes



### FLEXIBILIDAD EN EL PROCESO

- 🔄 Diseñado para trabajar en línea o por lotes, se pueden producir pequeños lotes si es necesario
- 🔄 Desarrollo estructurado del proceso para "soluciones a medida" bajo petición del cliente

## EL MAYOR GRADO DE ORIENTACIÓN: CLASE 500

- Las mejores propiedades mecánicas
- Ahorros de material prima

## ESTABILIDAD

- Arranque **rápido y fácil** en menos de 1 hora
- Posibilidad de trabajar con material reciclado en cualquier porcentaje
- Extrusión y orientación independientes entre sí, desconectadas para evitar que fallos puntuales provoquen parada en toda la línea

## SISTEMA COMPLETAMENTE AUTOMATIZADO: SISTEMA DE RECETA

- Fácil uso
- No se necesita formación especial
- Baja curva de aprendizaje



## VIGILANCIA

- Asistencia remota por internet
- Soporte técnico inmediato

## Características del sistema de copa Molecor

La copa o campana es la parte más importante de las tuberías. La geometría de la copa es más compleja que en el resto del tubo y las tensiones son mayores, sobre todo en dirección axial. Además, su mayor dimensión con respecto al resto del tubo hace que esté más expuesta a impactos, arañazos y otros daños durante su instalación.

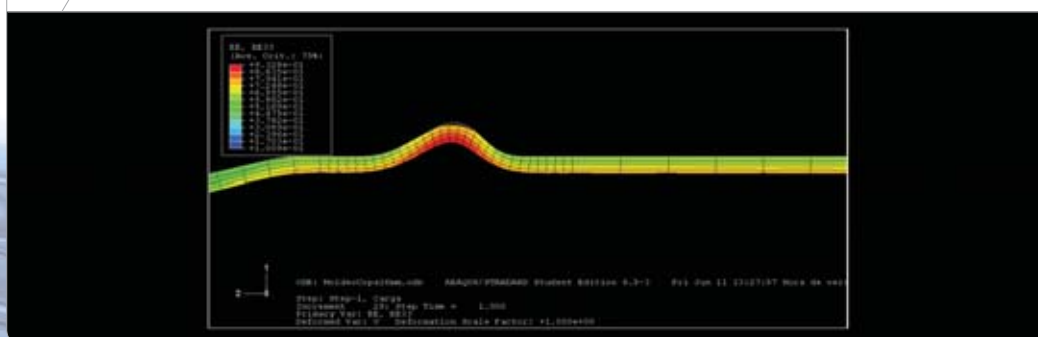
Molecor ha estudiado todos los aspectos relativos al correcto funcionamiento de la junta de goma de la copa con el fin de diseñar el mejor sistema de unión para las tuberías de PVC-O. Por ello se consideran tanto los parámetros mecánicos y geométricos normales de las copas, como los aspectos relativos a la orientación, comúnmente desestimados, que son el factor fundamental para el correcto funcionamiento para el diseño de tubería de PVC-O.

### Fundamentos para un sistema de copa adecuado para el PVC-O

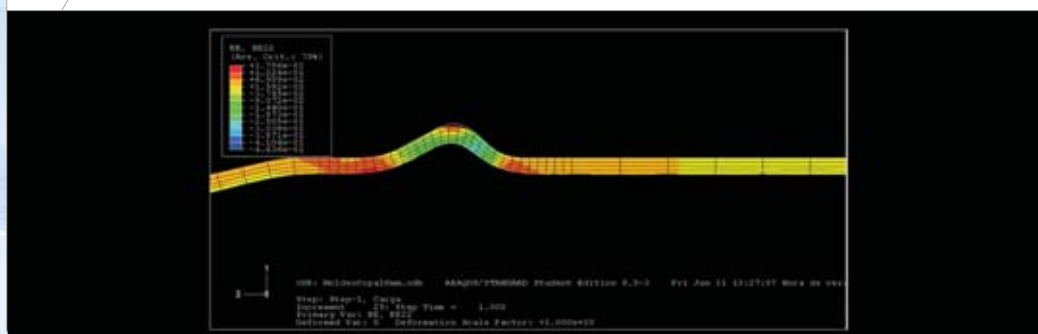
El propósito de la copa es asegurar la estanqueidad en las uniones y permitir un ensamblaje rápido y eficaz durante la instalación. La copa tiene que ser diseñada para ofrecer resistencia mecánica. El diseño de la campana no sólo depende de ciertos criterios geométricos o de distribución de espesores. La copa tiene que mantener las propiedades alcanzadas en el proceso de orientación. Por ello es importante distribuir bien el grado de orientación deseado en cada parte de la copa, pues está demostrado que las tensiones soportadas no son las mismas en las distintas secciones de la campana.



#### DEFORMACIÓN CIRCUNFERENCIAL



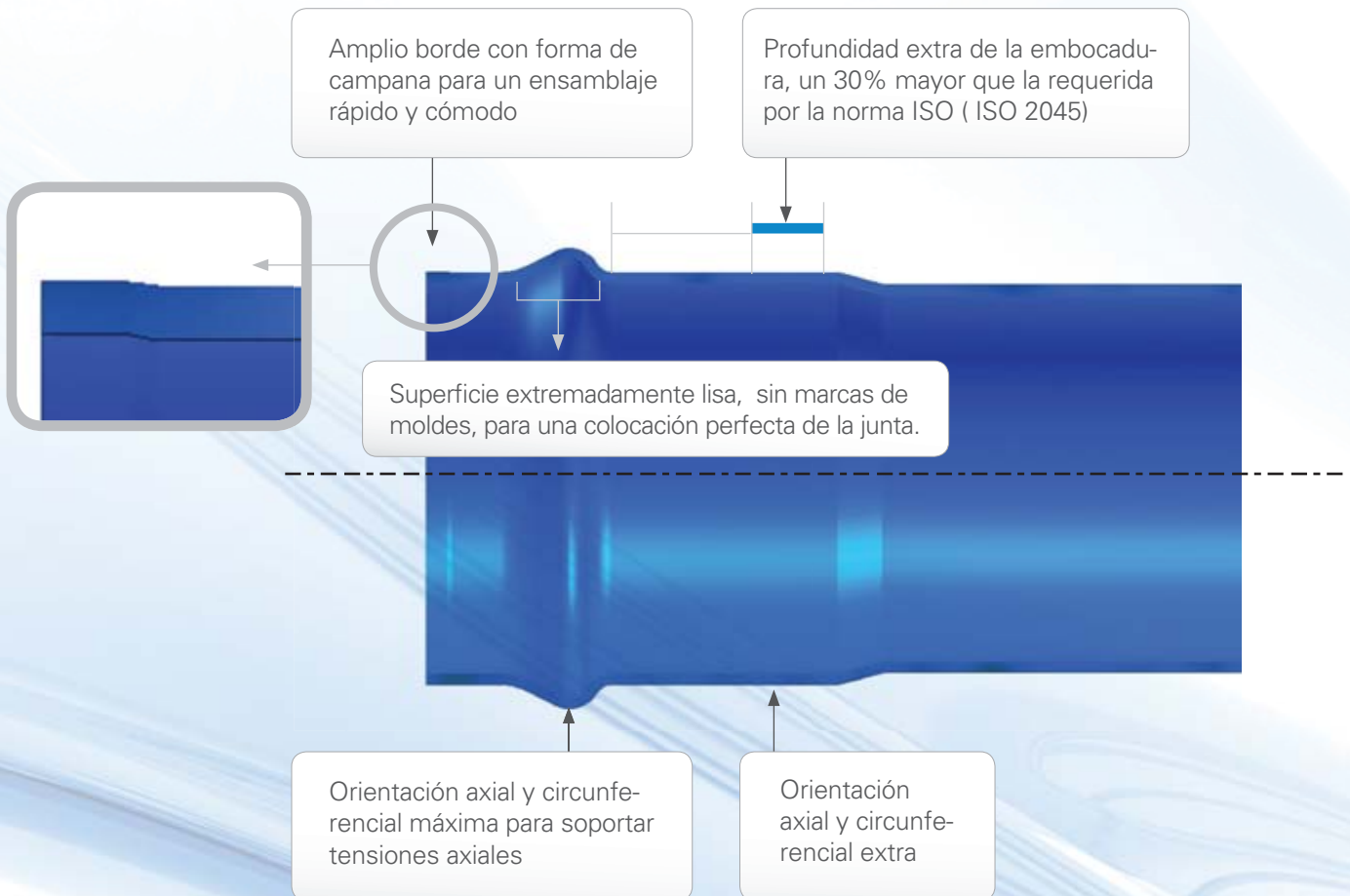
#### DEFORMACIÓN AXIAL



Análisis de elementos finitos del comportamiento de una tubería de PVC-O con orientación axial y circunferencial

## Mejoras de diseño en la copa

Molecor ha modificado la forma clásica de la copa para darle mayor garantía alargando la zona de embocadura para permitir una instalación más segura. El diseño especial de Molecor incluye un borde abierto con forma de campana que mejora el sistema de unión de las tuberías. Además, Molecor proporciona una orientación localizada para reforzar las áreas donde se concentran las tensiones.



## Modelado con aire

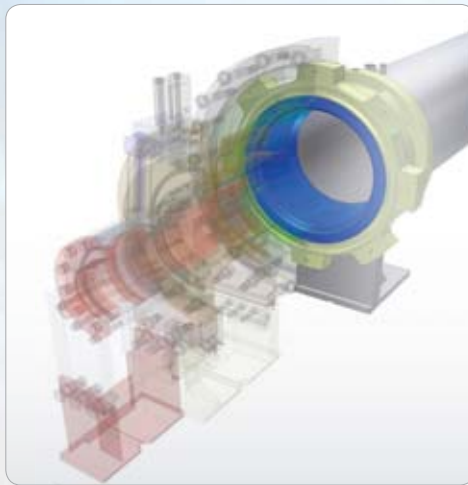
El conformado de la copa se hace con aire, de forma que no quedan marcas de unión del molde ni arañazos en la superficie interior de la copa lo que asegura una estanqueidad perfecta y facilita la colocación de la junta.






## Copa integrada

A diferencia de otros sistemas existentes, la tecnología Molecor produce la copa o campana al mismo tiempo que el resto de la tubería por lo que se alcanzan unas condiciones óptimas de orientación molecular. De esta forma no es necesario un segundo proceso de calentamiento y reorientación el cual podría degradar sus propiedades. Además de la estabilidad y simultaneidad del proceso, la tecnología patentada de Molecor consigue diferentes grados de orientación en las secciones de la copa que así lo requieran, así como una distribución específica de los espesores. En cualquier caso, también se pueden utilizar mecanismos externos especialmente diseñados para encopar o acampanar tuberías de PVC-O.

## La tubería de PVC-O más grande del mundo

Molecor ha desarrollado el primer sistema en el mundo capaz de fabricar tuberías de PVC-O con diámetros de hasta DN 630 mm (24"): **M-OR-P 3163**. Es capaz de fabricar tuberías que van desde DN 280 mm o 10" hasta DN 630mm o 24". Debido a este aumento en las dimensiones de las tuberías, la máquina ha tenido que ser adaptada para poder trabajar con estas nuevas dimensiones



-  **Horno diseñado para ser más potente y eficiente**
-  **Sistemas más robustos para soportar tuberías más pesadas**
-  **Moldes y depósitos con altos factores de seguridad usando el código internacional de diseño ASME VIII**
-  **Sistemas de seguridad mecánicos y eléctricos. Concepto de sistema a prueba de fallos**
-  **Sistema servo-hidráulico para conseguir propiedades más precisas y resistentes**

### Distribución de planta: menos de 50 metros

El sistema **M-OR-P 3163** permite en solo 44.9 metros de largo fabricar tuberías de PVC-O de hasta 630mm. Esta longitud incluye la extrusora, una bañera de vacío de 9 metros, el arrastre, la sierra y el equipo de orientación. Esta distribución es 100% compatible con las distribuciones estándar en fábricas de tuberías.





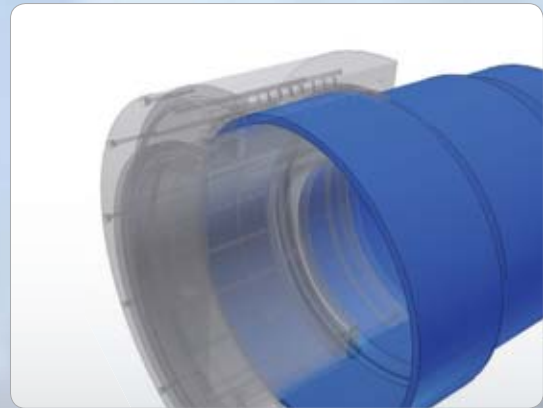
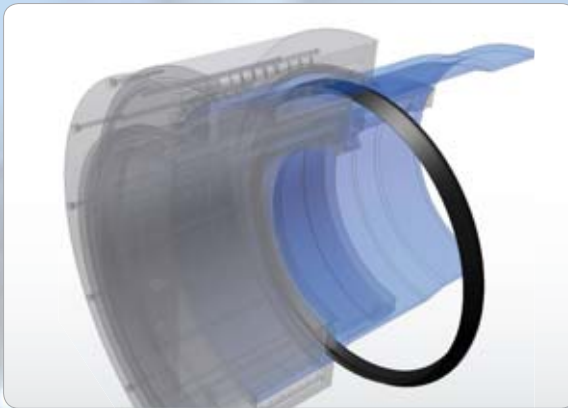
## Sistema Rieber Molecor para PVC-O








Patent Pending

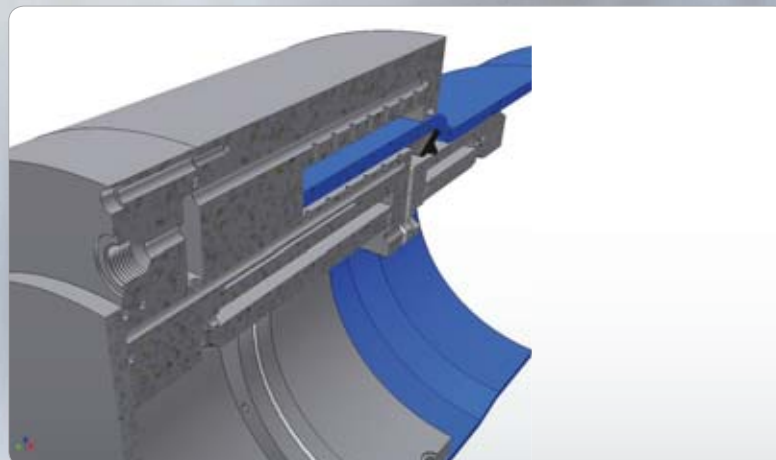
Molecor ha desarrollado un nuevo sistema, pendiente de patentar, para fabricar tuberías de PVC-O con el sistema Rieber integrado. El ensamblaje de las tuberías de PVC se consigue mediante una junta de goma colocada en el interior de la copa para evitar las fugas entre dos tuberías consecutivas una vez que el cabo (macho de la tubería) es insertado en la copa o campana (hembra de la tubería).

Molecor ha implementado el sistema Rieber con el fin de introducir una junta de goma reforzada en la tubería justo después del proceso de orientación, manteniendo así en la copa las excelentes propiedades mecánicas de las tuberías de PVC-O.



Principales características del sistema Rieber Molecor:

-  **El proceso está integrado en el sistema Molecor para la fabricación de tuberías de PVC-O**
-  **El grado de orientación se mantiene**
-  **Mandril multifunción para mayor facilidad de operación**
-  **Sistema seco: de nuevo Molecor evita el uso de agua en este sistema consiguiendo un proceso más limpio y seguro**
-  **El proceso es compatible con el sistema de retención**



## Apoyo Internacional

La fabricación de tuberías de PVC-O está internacionalmente regulada. Francia, España, Australia/Nueva Zelanda, Sudáfrica, Brasil, Canadá y los Estados Unidos cuentan con normas propias. La siguiente tabla establece una comparativa de estas normas:

| DISEÑO HIDRÁULICO   |       |       |                   |           |           |       |              |  |
|---------------------|-------|-------|-------------------|-----------|-----------|-------|--------------|--|
|                     |       | CLASE | Tensión de diseño | Cs        | HDB (psi) | (MPa) | MRS (MPa)    |  |
| ISO<br>16422        | AFNOR | 315   | 20-16             | 1,6-2     |           |       | 31,5         |  |
|                     |       | 355   | 22-18             | 1,6-2     |           |       | 35,5         |  |
|                     |       | 400   | 25-20             | 1,6-2     |           |       | 40           |  |
|                     |       | 450   | 32-28-23          | 1,4-1,6-2 |           |       | 45           |  |
|                     |       | 500   | 36-32-25          | 1,4-1,6-2 |           |       | 50           |  |
| ASTM<br>1483-05     | PVC O | 1131  | 21,7 (3.150 psi)  | 2         | 6.040     | 41,62 | 39,9 (stim.) |  |
|                     |       | 1135  | 24,5(3.550 psi)   | 2         | 6.810     | 46,92 | 42,6 (stim.) |  |
| AWWA<br>C909        |       |       | 24,46(3.550 psi)  | 2         | 7.100     | 49,00 | 42,6 (stim.) |  |
| AS/NZS<br>4441      | AFNOR | 315   | 20                |           |           |       | 31,5         |  |
|                     |       | 355   | 22                |           |           |       | 35,5         |  |
|                     |       | 400   | 25                |           |           |       | 40           |  |
|                     |       | 450   | 28                | 1,6       |           |       | 45           |  |
|                     |       | 500   | 32                |           |           |       | 50           |  |
| AFNOR<br>NF T54-948 | NF    | 355   | 22                |           |           |       | 35,5         |  |
|                     |       | 400   | 25                | 1,6       |           |       | 40           |  |
|                     |       | 450   | 36                |           |           |       | 45           |  |
|                     |       | 500   | 40                | 1,25      |           |       | 50           |  |

La norma canadiense CSA B137,3,1-09 es similar a la ASTM 1492-05

La brasileña ABNT NBR 15750 y la sudafricana SANS 1808-85:2004 son similares a la ISO 16422

\* NF Marca NF para el rango de productos DN 110-400 mm PN16 y PN 25 bares.

Información actualizada en [www.molecor.com](http://www.molecor.com)

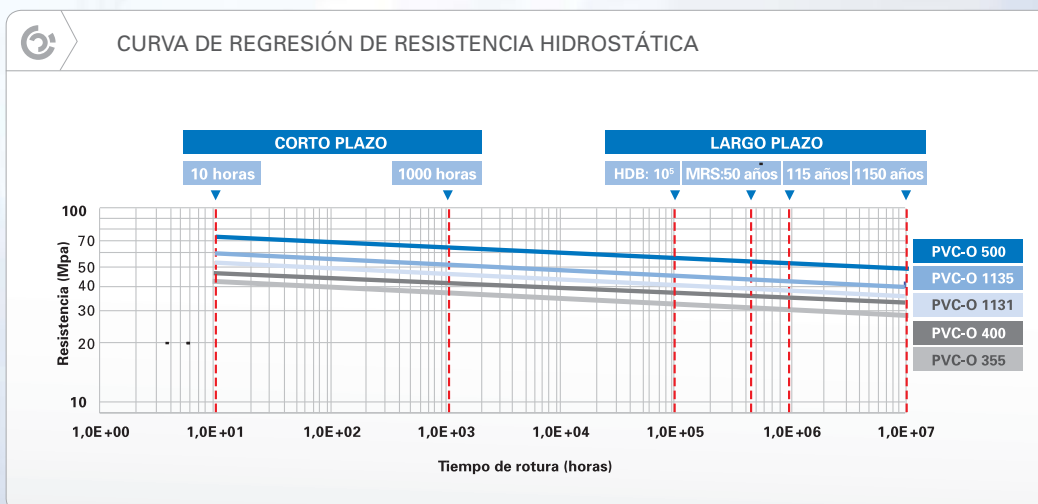
### Grado de orientación: La clase

La clase se define por el comportamiento del material a largo plazo. Cuanto mayor sea la clase, mayores son las propiedades alcanzadas.

Existen dos clasificaciones principales, la de la Norma Internacional y la de la Norma Americana.

Según la Norma Internacional, ISO 16422 la clase se define entre unos valores de 315 y 500, en los que **PVC-O clase 500** es la clase más alta. Esto significa que tras 50 años el MRS (Resistencia Mínima Requerida) será de 50MPa. Este resultado está basado en el ensayo de acuerdo a la ISO 9080 llevado a cabo durante  $10^4$  horas y extrapolado a 50 años.

Para la **Norma Americana ASTM D 1483-05**, la clase debe ser o 1131 o 1135. El valor está relacionado con el HDB (HYDROSTATIC DESIGN BASIS) puesto a prueba durante  $10^4$  horas y extrapolado a  $10^5$  horas. La clase 1135 significa que tras  $10^5$  horas el material es capaz de soportar al menos 6810 psi (46,95 MPa) y la clase 1131 al menos 6040 psi (41,62 MPa).



### MRS-Resistencia Mínima Requerida

La resistencia mínima requerida (MSR) viene determinada por el grado de orientación y por tanto es un factor clave para determinar el esfuerzo de diseño. Cuanto mayor sea el MRS mayor garantía de comportamiento a largo plazo y más larga será la vida útil del producto.

### Coefficiente global de servicio ( diseño): C

Esta variable toma en consideración tanto las condiciones de servicio como las propiedades de los materiales usados en los componentes de los sistemas de canalizaciones. Los valores oscilan entre 1.25 y 2, con valores intermedios de 1.4 y 1.6. Los coeficientes 1.25 y 1.4 sólo son admitidos con las más altas clasificaciones de material (C450 y C500) debido a su mayor fiabilidad.

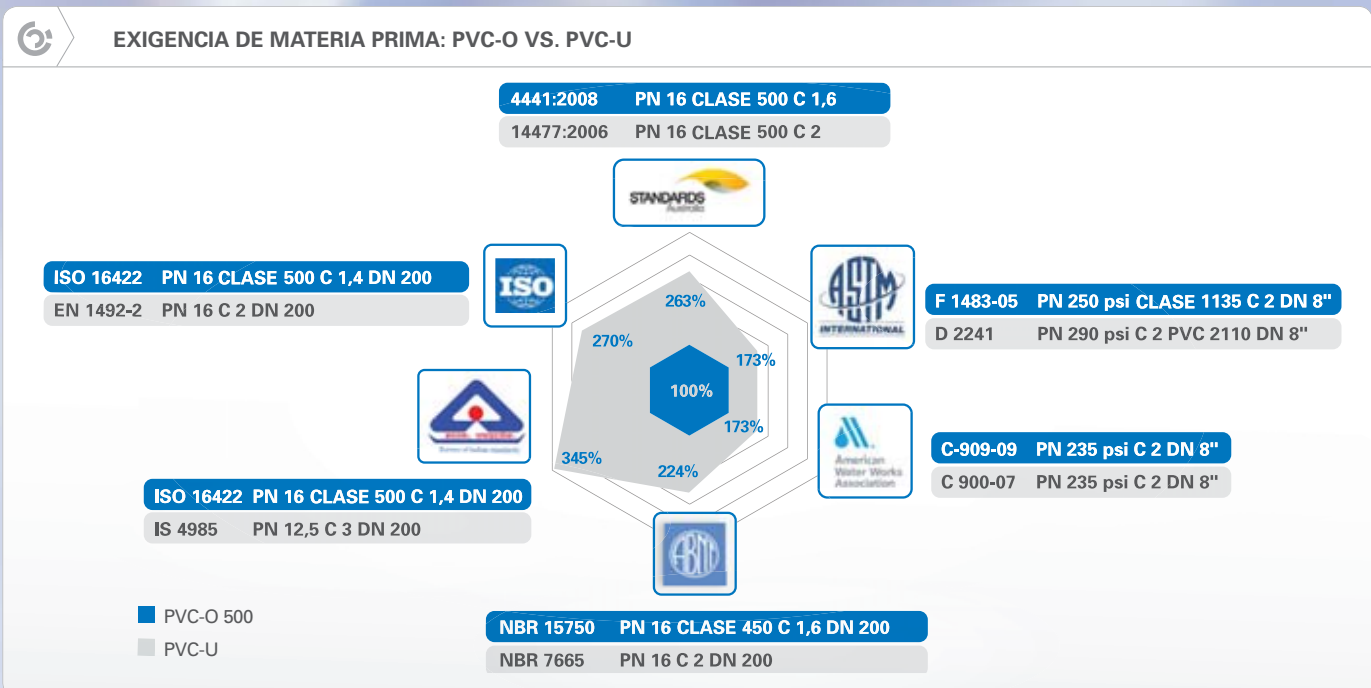
### Esfuerzo de diseño

Es la resistencia a la tracción máxima estimada que el material es capaz de soportar de forma constante con la seguridad de que no habrá rotura. La relación entre el esfuerzo de diseño y los valores MRS y C se expresan mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

### PVC-O vs. PVC-U

Las mejoras sustanciales de las propiedades mecánicas del PVC-O como consecuencia del proceso de orientación resultan en una reducción de las necesidades de materia prima en comparación con el PVC-U. La tabla siguiente muestra una comparativa entre las necesidades de materia prima para el PVC-O y el PVC-U según la normativa de distintos países y tomando como base una tubería de **PVC-O clase 500** como 100%.



### Material reutilizable



Todas las normas consideradas en la página anterior permiten el uso de material propio reprocesado proveniente tanto del proceso de fabricación como de los ensayos realizados por el fabricante. La tecnología de Molecor es muy estable y robusta lo que le permite trabajar perfectamente con material reciclado.

### MOLECOR - Sede principal (España)

A sólo 40 minutos del aeropuerto Internacional de Barajas, en la zona industrial de Madrid, Molecor posee una planta de producción de tuberías de PVC-O para su mercado local y también una planta industrial para la producción de la maquinaria necesaria para la producción de tuberías de PVC-O. De esta forma Molecor se beneficia de la interconexión entre estas dos líneas de negocio. Molecor ofrece a sus clientes soluciones a medida, ajustando su tecnología a las necesidades específicas del cliente.



España



### PLASTICOS RIVAL ( Ecuador)



RIVAL, compañía líder con más de 35 años de experiencia en la fabricación de tuberías de plástico en Ecuador, se caracteriza por su visión vanguardista, siempre atentos a la innovación y a la tecnología para mejorar su gama de productos. Como resultado de esta estrategia, ha completado recientemente su rango de tuberías de PVC, HDPE y GRP con la tecnología Molecor para tuberías en PVC-O.



Colombia

Ecuador

### GERFOR ( Colombia)



GERFOR es una multinacional 100% colombiana con 44 años de experiencia en la producción y comercialización de tuberías y accesorios de PVC, grifería de uso doméstico, tejas en PVC y geosistemas; con presencia en diferentes países de Latinoamérica. Exporta productos a más de 10 destinos dentro de América y ofrece soluciones de altísima calidad para el uso eficiente del agua, comprometidos con el bienestar, desarrollo y riqueza en campos y ciudades de todos los países en los que Gerfor tiene presencia. Desde el 2011 manufactura tubos en PVC-O con la compañía Molecor.

Las más altas capacidades en ingeniería, junto con una experiencia demostrada, hacen de la tecnología Molecor un sistema excelente, robusto y confiable. Con sus dos líneas de negocio, fabricante de tuberías y tecnología, Molecor cierra un círculo de implementación con éxito, consiguiendo su objetivo de ser un líder en tecnologías de orientación molecular a través de la innovación y el compromiso.

## GDS (Italia)



SIRCI GRESINTEX DALUMINE RESINE

GDS fue creada para ser la compañía líder en Italia en la producción de tuberías y accesorios de plástico. Tres empresas históricas están trabajando actualmente en una única gran compañía, manteniendo sus valores y tradiciones. Desde marzo de 2010 están fabricando tuberías de PVC-O con la tecnología de Molecor. Consiguieron en un tiempo record el marcado NF de acuerdo con la norma francesa NF T 54-948:2010 para el rango de diámetros DN 110-250 mm PN 16 bares.

Italia

## Australia

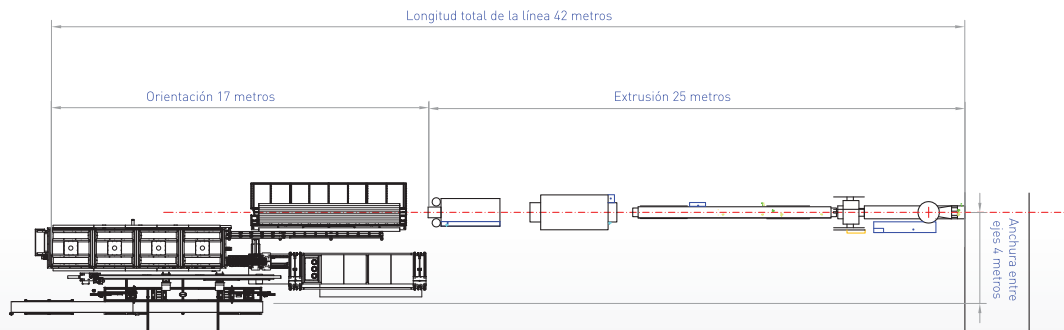
## PROMAINS (Australia)



Promains es un proveedor especializado en tuberías, válvulas y accesorios. Provee soluciones completas para canalizaciones para la industria del Agua en Australia y Nueva Zelanda. Promains adquirió la tecnología de Molecor para la fabricación de tuberías de PVC-O. Micron Pipelines fue la primera compañía que comenzó a fabricar tuberías de PVC-O con la tecnología Molecor en enero de 2010. Promains y Micron Pipelines han combinado su vasta experiencia en producción, venta y distribución para convertirse en el fabricante de tubería de PVC más económico y respetuoso con el medio ambiente de Australia.

### M-OR-P 1120

#### DISEÑO EN PLANTA



**RANGO DE PRODUCTOS**  
**DN** 90 mm hasta 250 mm (4" a 10")  
**PN** hasta 25 bares (365 psi) o 305 psi (21 bares)

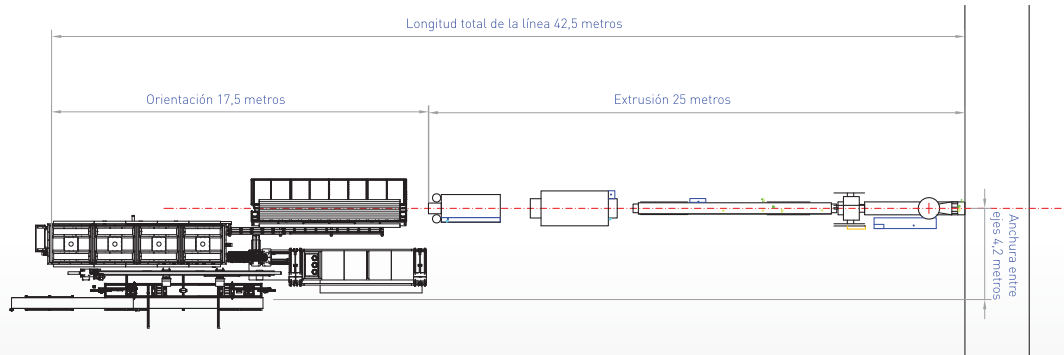
**LÍNEA DE EXTRUSIÓN RECOMENDADA**  
 ARGOS 72, PH 3

battenfeld-cincinnati

**PRODUCCIÓN**  
 2,000 Toneladas al año

### M-OR-P 1640

#### DISEÑO EN PLANTA



**RANGO DE PRODUCTOS**  
**DN** 90 mm hasta 400 mm (4" a 14")  
**PN** hasta 25 bares (365 psi) o 305 psi (21 bares)

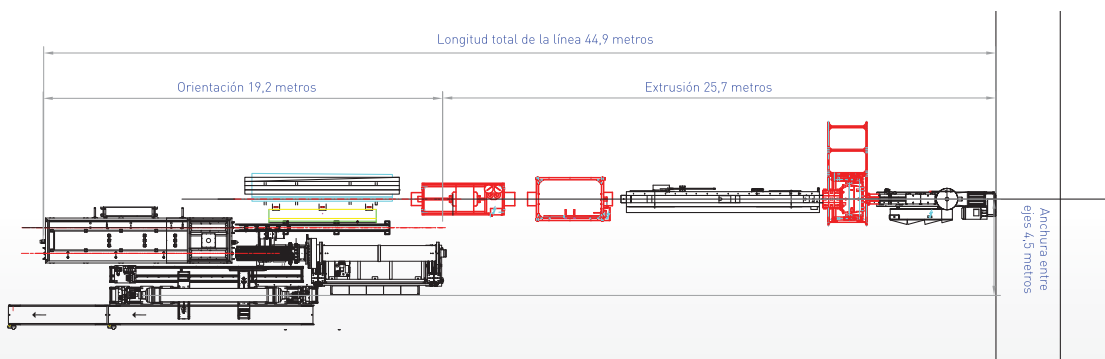
**LÍNEA DE EXTRUSIÓN RECOMENDADA**  
 ARGOS 93, PH 4, PH 5

battenfeld-cincinnati

**PRODUCCIÓN**  
 3,000 Toneladas al año

### M-OR-P 3163

#### DISEÑO EN PLANTA



**RANGO DE PRODUCTOS**  
**DN** 250 mm hasta 630 mm (10" a 24")  
**PN** hasta 25 bares (365 psi) o 305 psi (21 bares)

**LÍNEA DE EXTRUSIÓN RECOMENDADA**  
 ARGOS 114, PH 4 hasta PH 7

battenfeld-cincinnati

**PRODUCCIÓN**  
 5,000 Toneladas al año

## M-OR-P 1120

| ISO   | AFNOR      | AS/NZS | ASTM    |      | AWWA    | CSA      |      | NBT   |
|-------|------------|--------|---------|------|---------|----------|------|-------|
| 16422 | NF T54-948 | 4441   | 1483-05 |      | 909-09  | B137.3.1 |      | 15750 |
| DN mm | DN mm      | DN mm  | DN inch |      | DN inch | DN inch  |      | DN mm |
|       |            |        | IPS     | CIOD |         | IPS      | CIOD |       |
| 90    | 90         |        |         |      |         |          |      |       |
| 110   | 110        |        | 4"      | 4"   | 4"      | 4"       | 4"   | 100   |
| 125   | 125        | 100    |         |      |         |          |      |       |
| 140   | 140        |        |         |      |         |          |      |       |
| 160   | 160        |        | 6"      | 6"   | 6"      | 6"       | 6"   | 150   |
| 180   | 180        | 150    |         |      |         |          |      |       |
| 200   | 200        | 200    | 8"      | 8"   | 8"      | 8"       | 8"   | 200   |
| 225   | 225        |        |         |      |         |          |      |       |
| 250   | 250        | 225    | 10"     | 10"  | 10"     | 10"      | 10"  | 250   |

## M-OR-P 1640

| ISO   | AFNOR      | AS/NZS | ASTM    |      | AWWA    | CSA      |      | NBT   |
|-------|------------|--------|---------|------|---------|----------|------|-------|
| 16422 | NF T54-948 | 4441   | 1483-05 |      | 909-09  | B137.3.1 |      | 15750 |
| DN mm | DN mm      | DN mm  | DN inch |      | DN inch | DN inch  |      | DN mm |
|       |            |        | IPS     | CIOD |         | IPS      | CIOD |       |
| 90    | 90         |        |         |      |         |          |      |       |
| 110   | 110        | 100    | 4"      | 4"   | 4"      | 4"       | 4"   | 100   |
| 125   | 125        |        |         |      |         |          |      |       |
| 140   | 140        | 150    |         |      |         |          |      | 150   |
| 160   | 160        |        | 6"      | 6"   | 6"      | 6"       | 6"   |       |
| 180   | 180        |        |         |      |         |          |      |       |
| 200   | 200        |        | 8"      | 8"   | 8"      | 8"       | 8"   | 200   |
| 225   | 225        | 200    |         |      |         |          |      |       |
| 250   | 250        | 225    | 10"     | 10"  | 10"     | 10"      | 10"  | 250   |
| 280   | 280        | 250    | 10"     | 10"  | 10"     | 10"      | 10"  | 300   |
| 315   | 315        | 300    |         |      |         |          |      |       |
| 355   | 355        |        | 12"     | 12"  | 12"     | 12"      | 12"  | 350   |
| 400   | 400        |        | 14"     | 14"  | 14"     | 14"      | 14"  |       |

## M-OR-P 3163

| ISO   | AFNOR      | AS/NZS     | ASTM    |      | AWWA    | CSA      |      | NBT   |
|-------|------------|------------|---------|------|---------|----------|------|-------|
| 16422 | NF T54-948 | 4441       | 1483-05 |      | 909-09  | B137.3.1 |      | 15750 |
| DN mm | DN mm      | DN mm      | DN inch |      | DN inch | DN inch  |      | DN mm |
|       |            |            | IPS     | CIOD |         | IPS      | CIOD |       |
| 250   | 250        | 250        | 10"     | 10"  | 10"     | 10"      | 10"  | 250   |
| 280   | 280        |            |         |      |         |          |      |       |
| 315   | 315        | 300        | 12"     | 12"  | 12"     | 12"      | 12"  | 300   |
| 355   | 355        |            | 14"     | 14"  | 14"     | 14"      | 14"  | 350   |
| 400   | 400        | 375        | 16"     | 16"  | 16"     | 16"      | 16"  | 400   |
| 450   | 450        |            |         |      |         |          |      |       |
| 500   | 500        | 450        |         |      | 18"     | 18"      | 18"  | 450   |
| 560   | 560        | 500        |         |      | 20"     | 20"      | 20"  | 500   |
| 630   | 630        | 560<br>600 |         |      | 24"     | 24"      | 24"  |       |

 Licenciarios

**promains**  
INNOVATING WATER

**gds**  
WATER CHEMISTRY SOLUTIONS

**Gerfor**

**RIVAL**  
RIVAL  
RIVAL

 Colaboraciones

battenfeld-cincinnati

**SOLVIN**  
The Partner in Water

**Chemson**  
Polymer Solutions Ltd.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**سبكي**  
sobic

 Apoyo Institucional

**GOBIERNO DE MADRID**

**E**  
ENISA

**CDTI**

**Cámara**  
Madrid

**Unión Europea**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
"Una manera de hacer Europa"

**AENOR**  
**R**  
Empresa Registrada  
L0174743-0001  
04 63051206

**CERTIFIED**  
**IQNet**  
MANAGEMENT SYSTEM

 **MOLECOR**  
tech

C/ Cistierna, 5  
28947 Fuenlabrada  
MADRID - España  
Tel: + 34 902 566 577  
Fax: + 34 902 566 578  
Email: info@molecor.com  
[www.molecor.com](http://www.molecor.com)

**4 PVC**  
**PIPES**

**PVC PIPE**  
ASSOCIATION