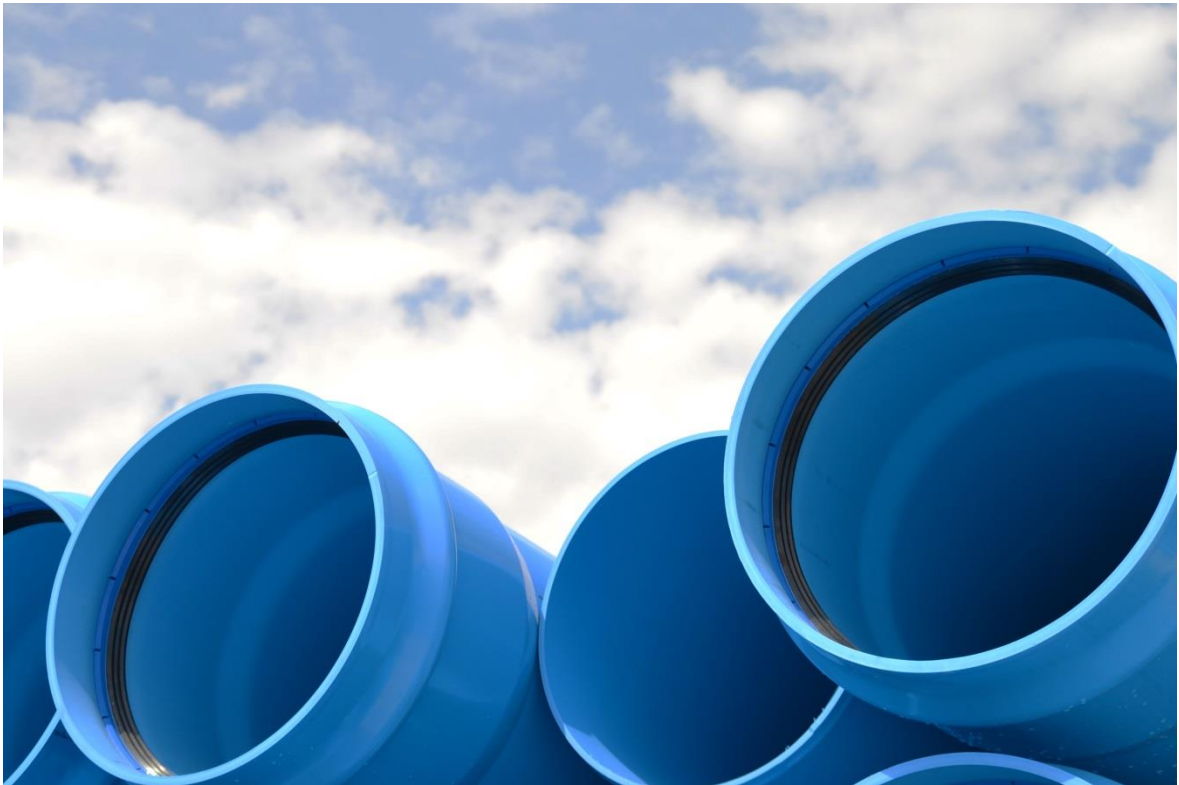


“ANÁLISIS COMPARATIVO DE CONDUCCIONES. PVC O VS MATERIALES TRADICIONALES.”



Los costes de mantenimiento o explotación disminuirán en la medida que aumente la vida útil del material utilizado en la instalación, por lo que demostraremos que las tuberías de [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) tienen una mayor durabilidad debido a sus inmejorables propiedades físicas y mecánicas, así como otros muchos aspectos valorables.

1. **COMPORTAMIENTO FRENTE AL GOLPE DE ARIETE:** La celeridad del [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) es la menor de todos los materiales normalmente utilizados en Impulsiones, Transporte, Distribución de Aguas Potables, Residuales y Reutilizadas, lo que permite un mejor comportamiento ante la existencia de transitorios y una menor posibilidad de fatiga ante el sometimiento continuo de la red a este fenómeno.

- **Fórmula de ALLIEVI**

$$P = \frac{a \cdot V}{g}; \quad a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{k}{E}\right) \left(\frac{D}{e} - 2\right)}}$$

$$\frac{1}{a^2} = \frac{\omega}{g} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{E} \frac{D}{e} \right)$$

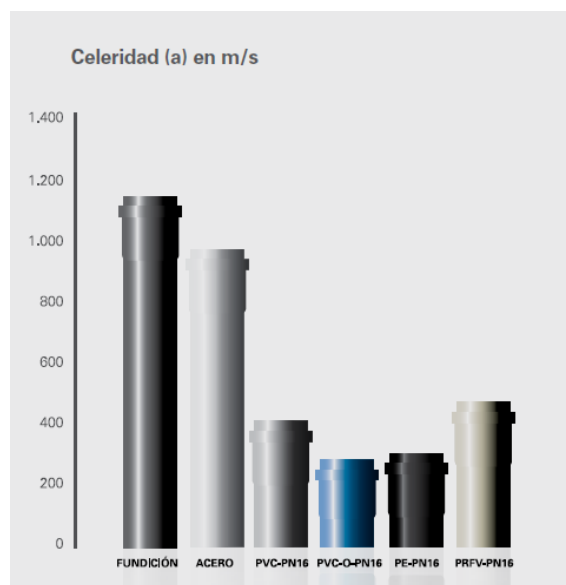
en la cual:

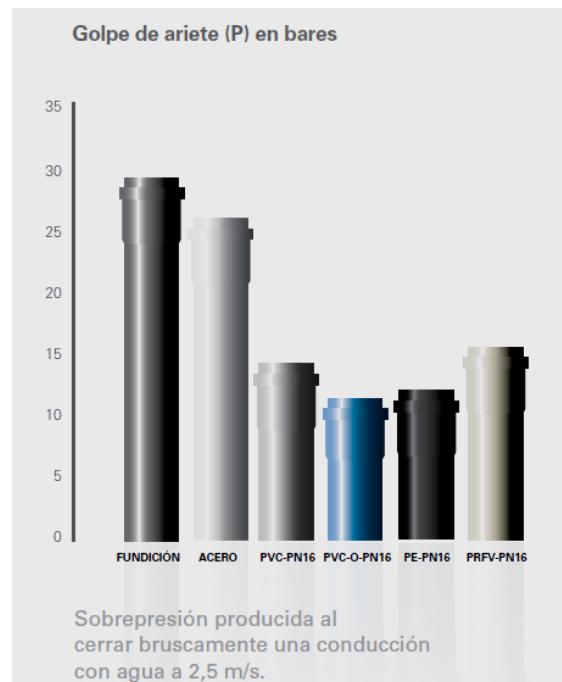
- a es la celeridad en m/s.
- ω es el peso específico del líquido en kg/m³.
- ε es el módulo de elasticidad del agua en kg/m²
- E es el módulo de elasticidad (para PVC a 20°C $E=3 \cdot 10^8$ kg/m²)
- D es el diámetro interior del tubo en mm.
- e es el espesor del tubo en mm.
- g es la aceleración de la gravedad en m/s²

Esta ecuación la transforma Allievi introduciendo el valor numérico de la aceleración de la gravedad $g=9,81 \text{ m/s}^2$ y del módulo de elasticidad del agua $\varepsilon=2,07 \cdot 10^8 \text{ kg/m}^2$ dando lugar a la conocida expresión de la celeridad

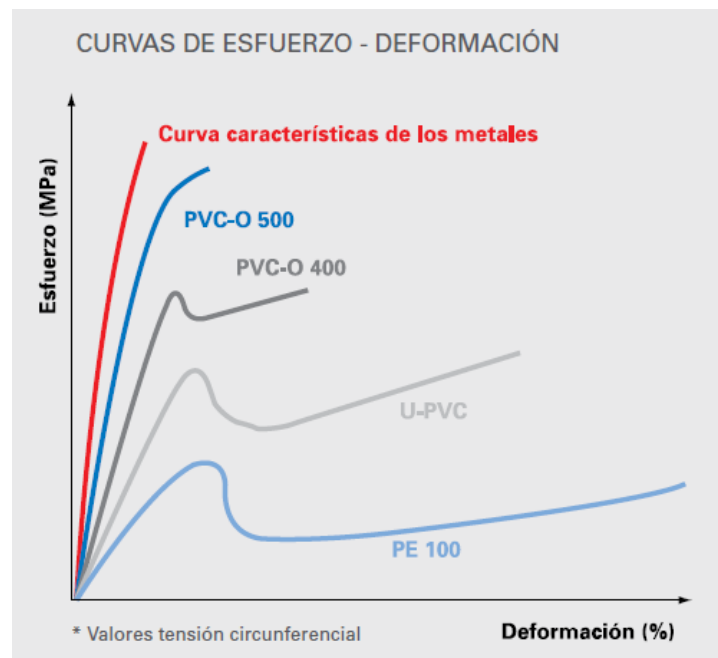
$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

en la cual el valor de k depende del módulo de elasticidad del tubo. Para el PVC-U, $k = \frac{10^6}{E} = 33,33$





2. **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:** La curva tensión-deformación del PVC-O es más parecida a la de los metales que a la de los materiales plásticos convencionales como el PVC-U, PE y PRFV



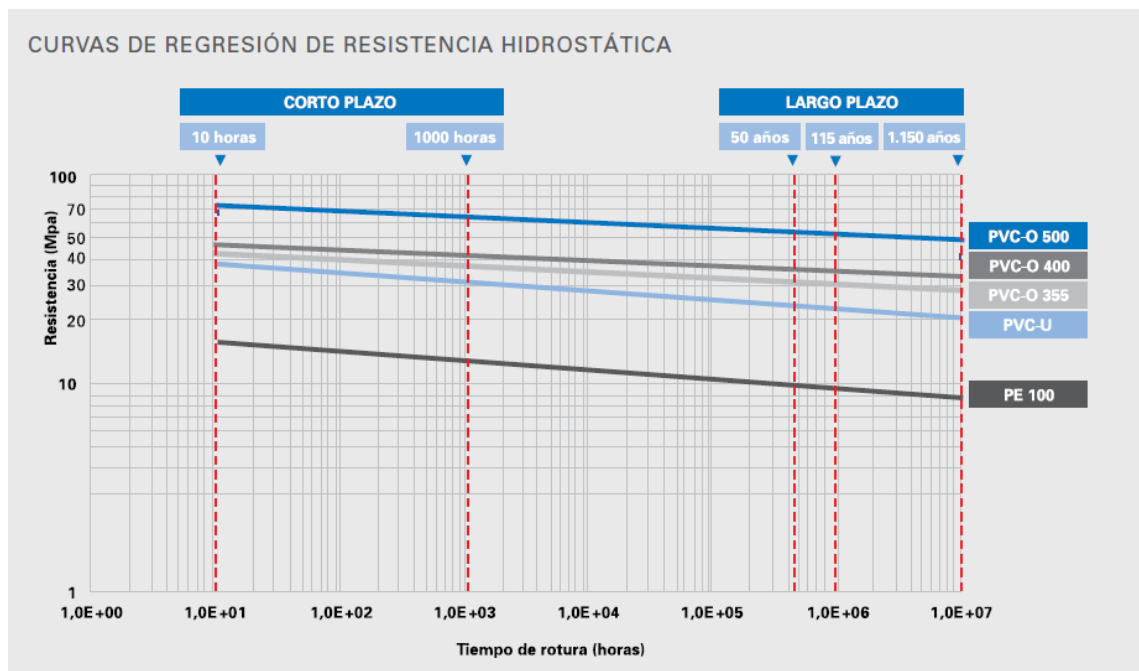
Características mecánicas del material y de la tubería

- La siguiente tabla resume las características mecánicas de las tuberías de PVC orientado TOM® frente a otras tuberías plásticas.

Norma Producto	Unidades	TOM® PVC-O 500	PVC	PE-100	PE-80
		UNE-ISO 16422	UNE-EN 1452	UNE-EN 12201	UNE-EN 12201
Resistencia Mínima requerida (MRS)	MPa	50,0	25,0	10,0	8,0
Coefficiente global de servicio (C)	[-]	1,4	2,0 ⁽¹⁾	1,25	1,25
Esfuerzo de diseño (σ)	MPa	36,0	12,5	8,0	6,3
Módulo de elasticidad a corto plazo (E)	MPa	> 4.000	> 3.000	1.100	900
Resistencia a tracción axial	MPa	> 48	> 48	19	19
Resistencia a tracción tangencial	MPa	> 85	> 48	19	19
Dureza Shore D	[-]	81 - 85	70 - 85	60	65

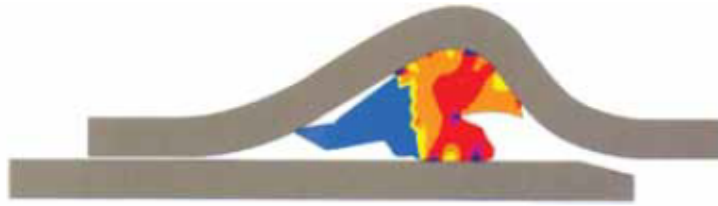
(1) Para tubos con DN $\geq$ 110.

3. **RESISTENCIA HIDROSTÁTICA A LARGO PLAZO, FLUENCIA, CURVA DE REGRESIÓN:** Los materiales pierden propiedades mecánicas al estar sometidos durante largo tiempo a esfuerzos. Esta circunstancia se llama “fluencia”.

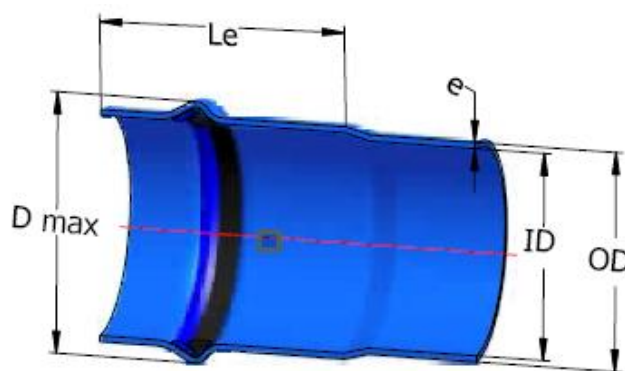


4. **MAYOR LONGITUD DE SOLAPE:** El sistema de unión es muy seguro y la longitud de solape entre las distintas tuberías es mayor que en el PVC-U e incluso el PVC-O de otros proveedores. La Junta está compuesta por un anillo de PP y un labio de caucho sintético que hacen que

forme integral del tubo, impidiendo que se desplace o vuelque de su alojamiento o que sea arrollada en el montaje.



DN	LONGITUD COPA (Le)	DIÁMETRO MÁXIMO COPA (D _{MAX})
mm	mm	mm
90	170	117
110	175	140
140	190	174
160	200	197
200	225	243
225	250	271
250	270	301
315	325	374
355	345	419
400	375	472
450	375	527
500	375	587
630	450	734
800	530	925

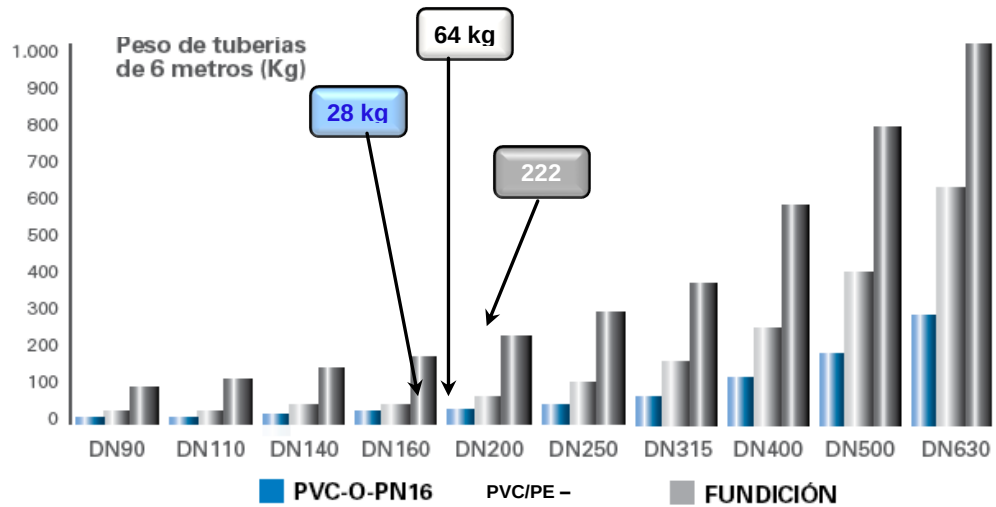


5. **ABSOLUTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN:** No requiere ningún tipo de protección o recubrimiento especial.

6. **MÁXIMA FLEXIBILIDAD:** La tubería de [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) puede soportar deformaciones de hasta el 100% del diámetro interior, recuperando inmediatamente su forma original tras un aplastamiento.

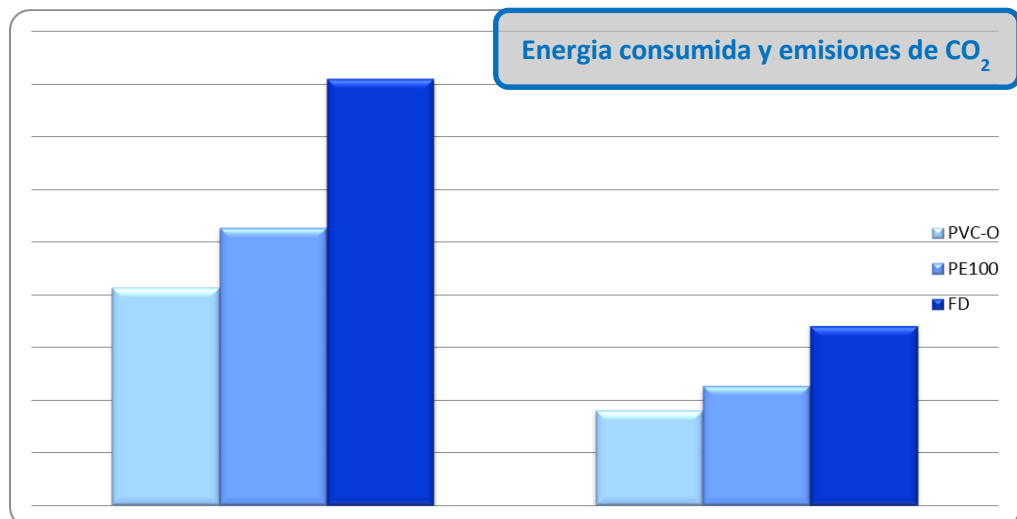


7. **TOTAL CALIDAD DEL AGUA:** La calidad del fluido que circula por la tubería [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#), se mantiene siempre inalterada, ya que no se producen corrosiones del material ni migraciones de la tubería o de sus recubrimientos.
8. **MENOR COSTE Y MAYOR FACILIDAD DE INSTALACIÓN:** Cuantas más dificultades plantee la instalación de un material mayor será la probabilidad de que no se haga correctamente. En ese sentido la tubería de [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) es más ligera y manejable que el resto de tubos fabricados con otros materiales.



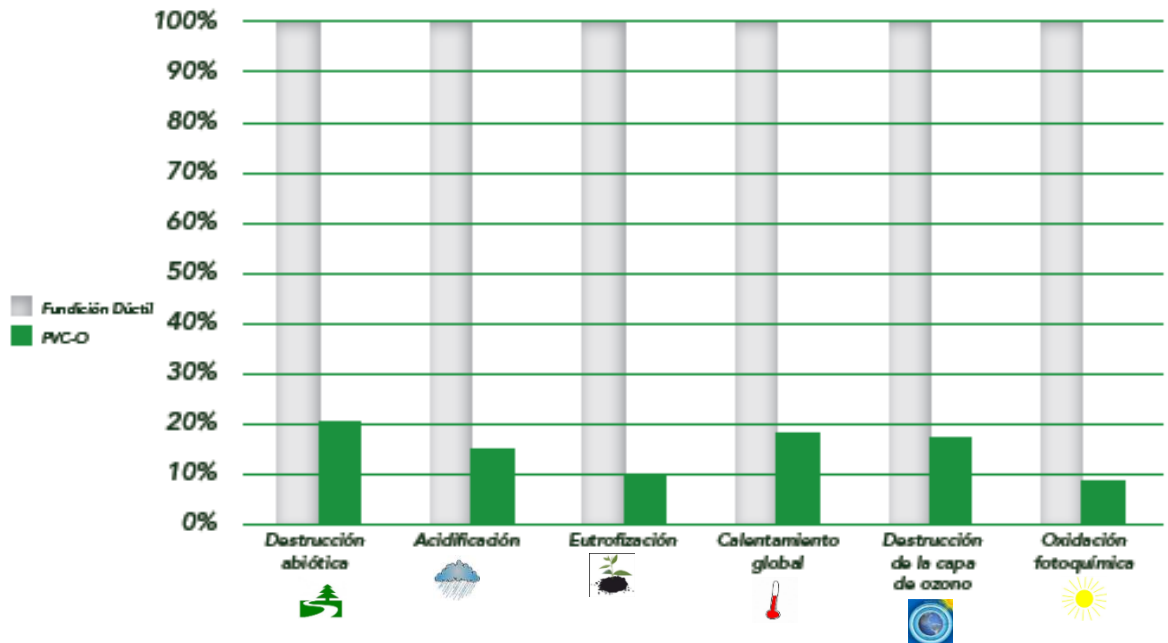
9. FACTORES DE IMPACTO MEDIOAMBIENTALES

En el caso de las tuberías de PVC-O, según el estudio *“Estimación del consumo energético y de la emisión de CO₂ asociada a la producción, uso y disposición final de tuberías de PVC, PEHD, PP, Fundición y Hormigón”* realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña, se obtiene el mejor comportamiento medioambiental, tanto en el menor consumo energético (825 KWh), como en la menor emisión de CO₂ (363Kg) a la atmósfera, por lo que su contribución al efecto invernadero es menor.



Todo esto, hace que las tuberías de PCV-O sean la solución más ecológica debido a su mejor contribución al correcto desarrollo sostenible del planeta

COMPARACION DEL PVC-O CON LA FUNDICION DUCTIL EN LOS 6 CRITERIOS DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL



MOLECOR ha conseguido un Sello Huella Ambiental FVS Promovido por Fundación Vida Sostenible y la Dirección General de Responsabilidad Social de la Empresa del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. El objetivo de este sello es Identificar a aquellos productos, servicios u organizaciones que están comprometidas con el medio ambiente y la economía sostenible.



La Fundación Vida Sostenible otorga a

Molecor, SL
el sello Huella Ambiental FVS de producto

tras la realización del Análisis de Ciclo de Vida según la recomendación de la Comisión Europea 2013/179/UE sobre HAP/HAO para

Ciclo de vida de tubería de PVC

El informe HAFVS-P1252-0010 incluye la información completa del análisis realizado y se encuentra disponible en http://www.vidasostenible.org/wp-content/uploads/Informe_HA_FVS_Molecor_resumen.pdf o escaneando este código:



Certificado nº: HAFVS-P1252-0010
Fecha de expedición: 4 de abril 2016


El Presidente de la Fundación
Jesús Alonso Millán


vidasostenible.org

Una vez analizado la tubería de [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) analizaremos desde el punto de vista comparativo los principales materiales utilizados en la distribución de agua

Previamente queremos exponer un estudio hecho por una Universidad Americana sobre el comportamiento de los distintos materiales utilizados en la distribución de agua potable en USA y Canadá

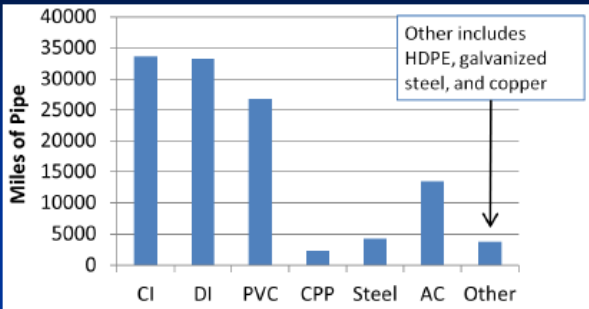
Water Main Break Rates in the USA & Canada: A Comprehensive Study

Dr. Steven Folkman
Uni-Bell Annual Meeting
Apr. 24, 2012
Key West, Florida



Utah State University

Water Main Materials in Use

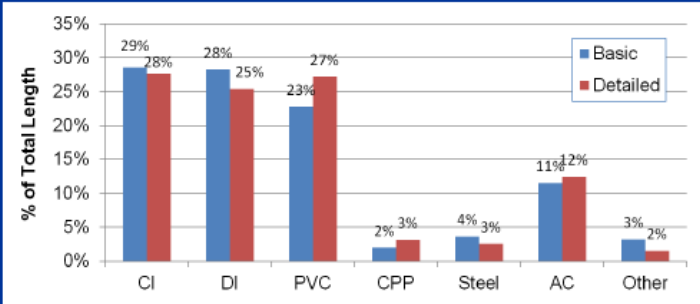


Material	Miles of Pipe (approx.)
CI	33,000
DI	32,000
PVC	26,000
CPP	2,000
Steel	4,000
AC	12,000
Other	3,000

Other includes HDPE, galvanized steel, and copper

Primary Pipe Materials

- Cast Iron – 29%
- Ductile Iron – 28%
- PVC – 27%



Material	Basic (%)	Detailed (%)
CI	29%	28%
DI	28%	25%
PVC	23%	27%
CPP	2%	3%
Steel	4%	3%
AC	11%	12%
Other	3%	2%

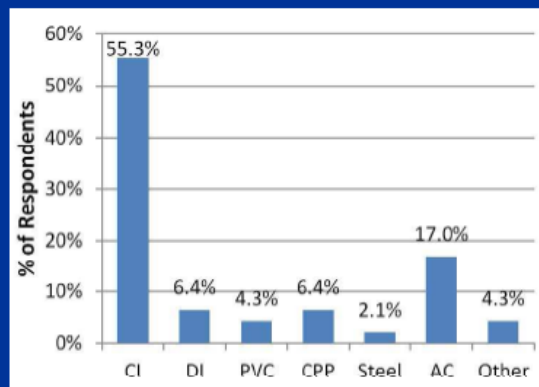
Basic and detailed surveys gave similar distributions

Utah State University

Los tres principales materiales instalados son el PVC (PVC-U y PVC-O) 27%, la fundición Dúctil (28%) y la Fundición Gris (29%)

Most Common Failure Material

- Detailed survey respondents asked to select a pipe material that is failing most often
- Result: Cast Iron and Asbestos Cement



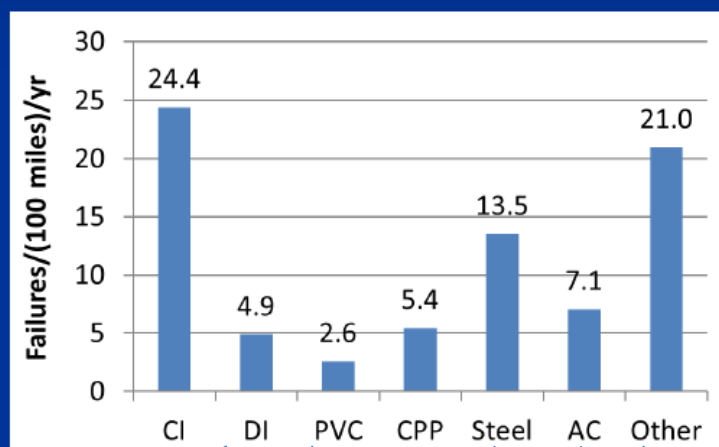
UtahState
University

Más del 73% de las averías y roturas existentes en un año son en Fundición y Fibrocemento

Failure Rates by Material

$$\text{Failure Rate} = \frac{\text{Total Failures per year}}{\text{Total Pipe Length}}$$

Failure Rate for all materials
11.0 failures/year/(100 mi)



UtahState
University

PEAD,
Galvanizados,
etc

Fundición

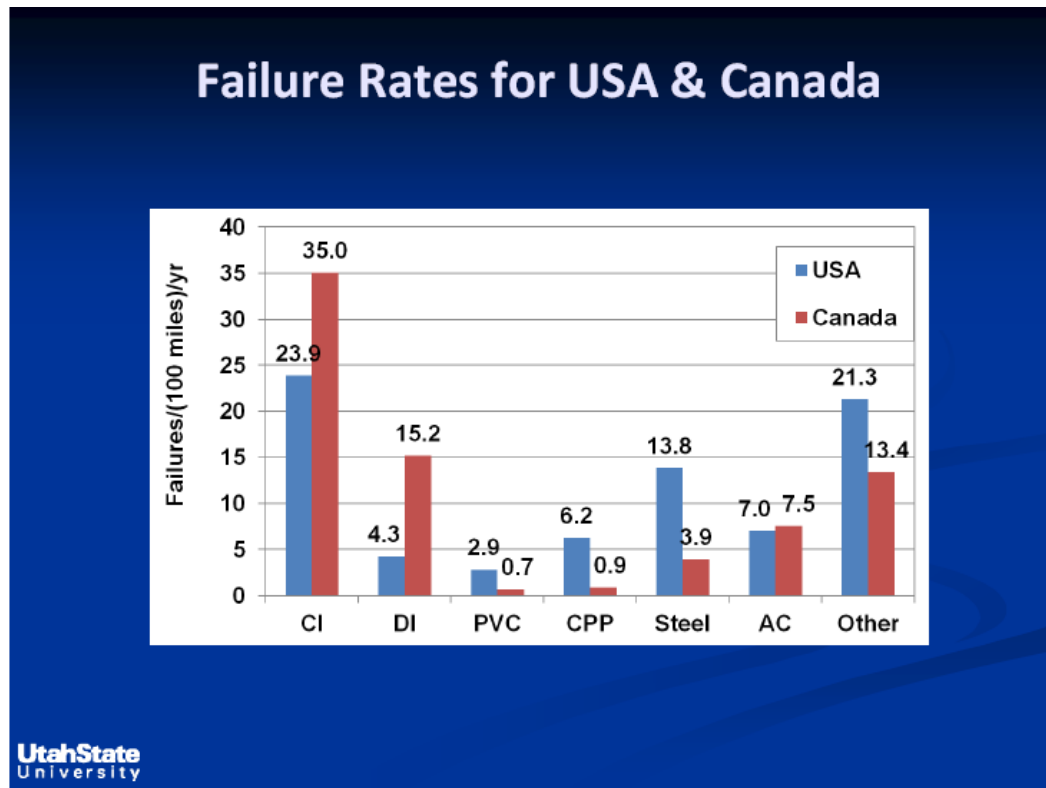
F.Nodular

Hormigón

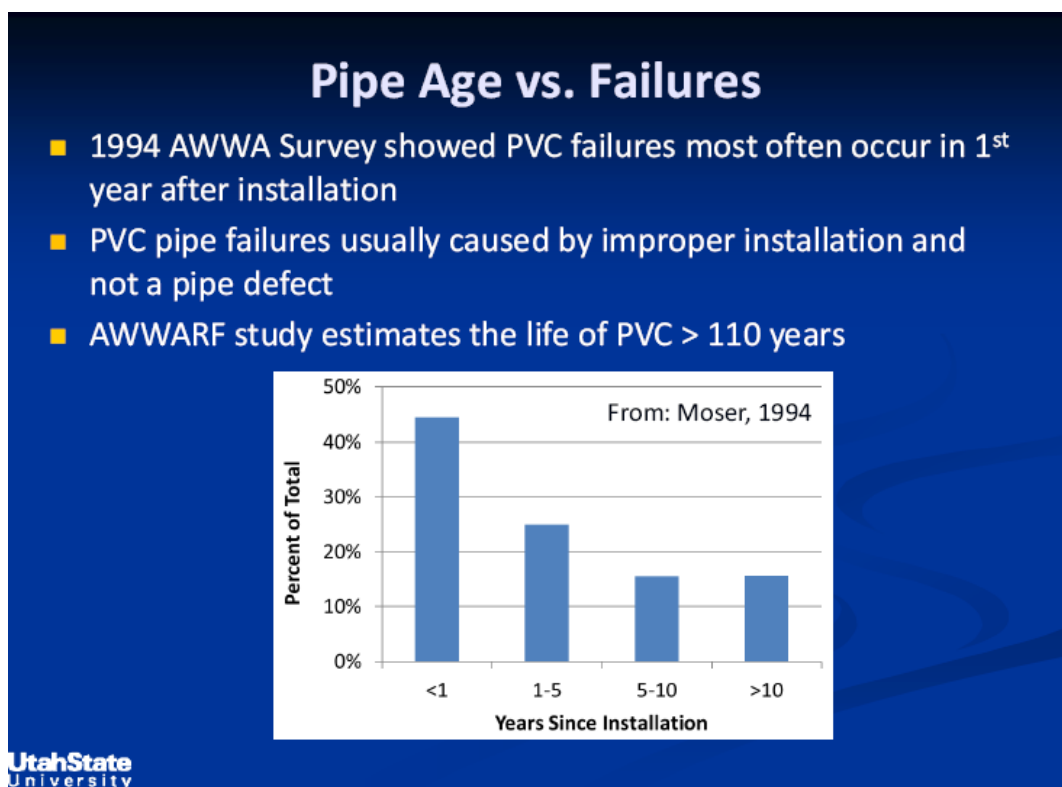
Acero

Fibrocemento

El PVC (PVC-O, PVC-U y PVC- M) representa el material con un menor ratio de averías por longitud de tubería instalada

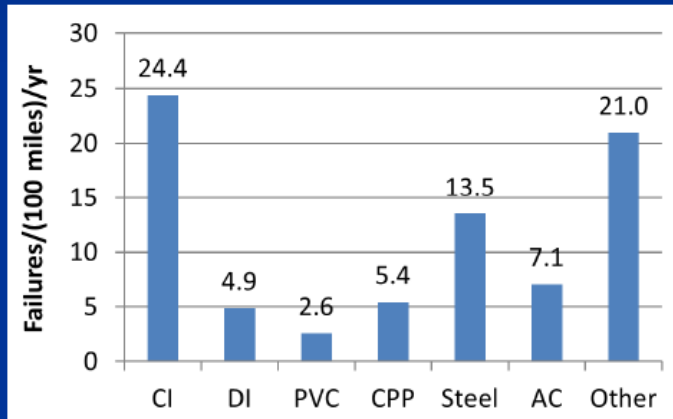


Los fallos que se dan en las redes con PVC se producen en su mayoría el primer año como consecuencia de una mala ejecución, pero no como consecuencia de un defecto en el material.



Most Important Conclusion

- PVC has the lowest failure rate of the six mostly commonly used pipe materials

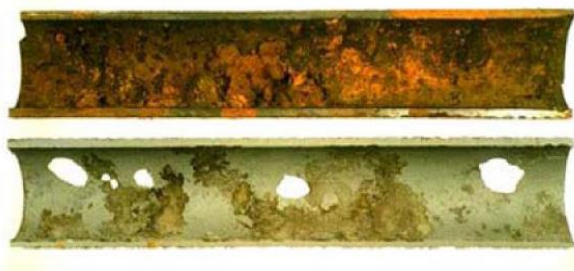


- **FUNDICIÓN**

- ✓ Flexibilidad reducida
- ✓ Necesidad de Cama y relleno cuidado.
- ✓ Mayor celeridad, por consiguiente mayores sobrepresiones por Golpe de Ariete, adecuar la instalación a las sobrepresiones.
- ✓ Problema importante de corrosión
- ✓ Desprendimiento de morteros internos.
- ✓ Manejo delicado y puesta en obra complicada con maquinaria de apoyo, maniobrabilidad limitada.
- ✓ Posicionamiento de la junta manual en obra. Mayor posibilidad de arrastre de la junta en el montaje.
- ✓ Mayor impacto medioambiental en su ciclo de vida útil.
- ✓ Incrustaciones y deposiciones de sólidos. Reducción de capacidad hidráulica
- ✓ Incompatible con suelos de agresividad media y alta



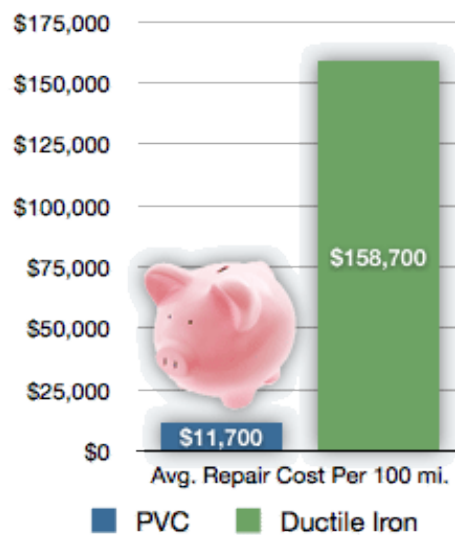
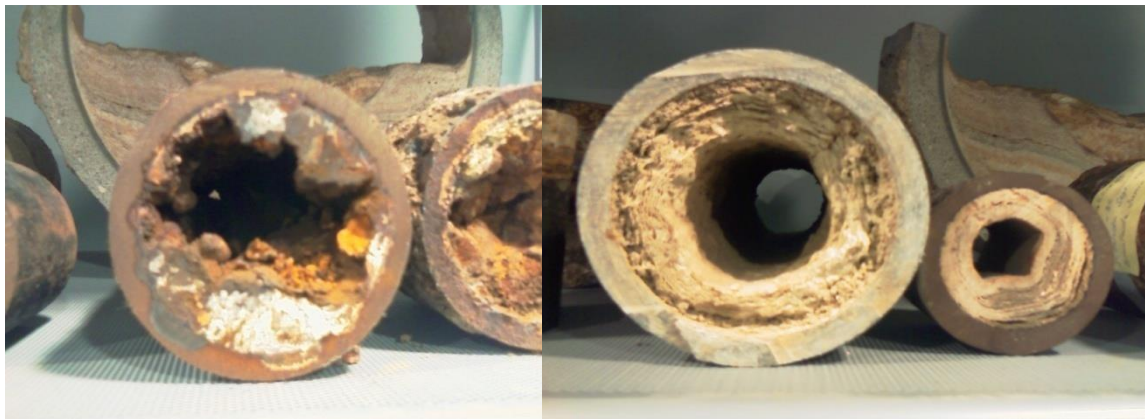
**Corrosión externa
de tuberías de
fundición dúctil.**



**Tubería totalmente
corroída.**

• **Antes de limpiar**

• **Después de limpiar**





Un estudio de la **American Water Works Association Research Foundation** confirma que la vida útil del PVC-O puede exceder los 110 años. El coste de mantenimiento en comparación con el PVC es mucho mayor.

El problema de la corrosión hace que los materiales plásticos estén ganando terreno a la fundición, y dentro de los materiales plásticos, aquellos que tienen unas mejores capacidades físicas y mecánicas, como es el caso del [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#).

- **PVC-U**

- ✓ Menor resistencia a la tracción
- ✓ Menor capacidad hidráulica
- ✓ Mayor celeridad
- ✓ Menor flexibilidad
- ✓ Menor resistencia al impacto, por lo tanto mayor fragilidad ante cualquier golpe durante la instalación.
- ✓ Mayor posibilidad de fatiga frente a continuos golpes de ariete
- ✓ Mayor sensibilidad a las condiciones de contorno de la zanja.





- **PEAD**

- ✓ Tubería atacable por los desinfectantes, se produce un fenómeno de Oxidación (Cloro)
- ✓ Material muy sensible a las oscilaciones térmicas, se producen dilataciones y contracciones que fatigan al material.
- ✓ Peores condiciones en cuanto a la resistencia a la tracción.
- ✓ Celeridad ligeramente superior a la del PVC-O
- ✓ Instalación más complicada, más posibilidades de fallo en las juntas, por una soldadura mal hecha o un deficiente raspado o lijado de las superficies a soldar. Las condiciones de humedad y temperatura en obra condicionan el proceso de soldadura de las uniones.
- ✓ Tiene una capacidad hidráulica mucho menor en un mismo diámetro exterior, debido al espesor del material necesario para lograr sus capacidades mecánicas.
- ✓ Menor resistencia al impacto

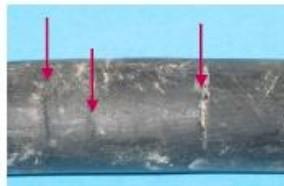
Malo manejo



Impacto de punto duro



Problema de curvatura



Mala conexión



Ruptura frágil de la uniones de PEAD en servicio después de una decena de años por ClO_2

rupture de type fragile





- **PRFV**

- ✓ Polímero heterogéneo, formado por distintas capas estructurales de diversos componentes
- ✓ Las tensiones hacen que las capas se despeguen
- ✓ Muy poca resistencia a impacto, la norma del PRFV no contempla ensayo de impacto.
- ✓ Muy frágil en los cantos del tubo.
- ✓ Ninguna resistencia a la propagación de fisuras
- ✓ No admite uniones anti-tracción
- ✓ Muy dependiente de las condiciones de contorno/instalación
- ✓ Menor flexibilidad
- ✓ Mayor Celeridad peor comportamiento frente al golpe de ariete (70% más de celeridad)
- ✓ El PRFV se fabrica en longitudes de 12 lo que implica la necesidad de instalación de mayor número de codos.
- ✓ Sistema de unión más inseguro. Diferencias de rigidez importantes entre el manguito de unión y la
- ✓ tubería (Escupir la junta ó provocar espacios entre tubo y manguito).
- ✓ Piezas especiales complejas de fabricar, normalmente se usan de acero, siendo necesario su hormigonado e imprescindible la instalación de tubos "bielas". Si no se hiciera, cualquier asentamiento cizallaría el tubo, en [PVC-O TOM 500 de MOLECOR](#) no es necesaria esta práctica, dada la flexibilidad de la tubería.
- ✓ Imprescindible la compactación de la zona de asentamiento de la tubería.
- ✓ En zonas con el Nivel Freático alto, para evitar modificaciones en las condiciones de instalación es necesario la colocación de un geotextil.
- ✓ No es un material reciclable.
- ✓ En general es un material con unos costes de explotación mayores, muy dependientes de las condiciones de instalación y funcionamiento hidráulico.





- **FIBROCEMENTO**

- ✓ Imposibilidad de reparar o manipular por los efectos nocivos del torneado y manipulación del producto.
- ✓ El Fibrocemento “amianto-cemento”, no es compatible en terrenos agresivos cuya reacción ácida (ph inferior a 6) y a los que tienen un elevado contenido en sulfatos (IMPORTANTE cuando decimos un elevado contenido nos referimos a que estos sean superiores al 0,3%) cuando analizas los aspectos geotécnicos de muchos lugares observas que dicho contenido es muy superior. Este aspecto no altera para nada al PVC O.
- ✓ Igualmente la presencia de aguas agresivas afectarán al ciclo de durabilidad de los tubos de “amianto-cemento “. Ph inferiores a 6, o la presencia de carbonato cálcico CO_3Ca con valores equivalentes a 10 mg/l y las que contienen anhídrido carbónico libre en más de 30mg/l.
- ✓ CONSIDERAR, por un lado que estos factores pueden variar en el tiempo y que analizando captaciones a lo largo del año los valores químicos varían según vertidos y caudales.
- ✓ La resistencia media a tracción en el sentido circunferencial (kg /cm²) es de 300 para el Fibrocemento mientras que para las tuberías de PVC O Clase 500 es > a 850.
- ✓ Es un material que no admite flexión, dada su elevado módulo de elasticidad y baja resistencia media a flexión. Ese efecto se producen fisuras en tubos “rígidos “ .
- ✓ Su sistema de unión es variable según el proveedor, habitualmente son manguitos con doble junta, que reportan un incremento en ese punto de la rigidez del sistema, generando zonas de mayor incidencia habituales.
- ✓ Son materiales muy sensibles a los asentamientos y en su puesta en obra no pueden recibir impactos en ninguna de las fases del proceso.
- ✓ A las dificultades añadidas a la maniobras del montaje debe añadirse que se trata de un tipo de conducción formada por más de un componente, son tuberías heterogéneas (cementos + agua + “ fibras de amianto” las que aportan mejoras mecánicas “) a diferencia del tubo de PVC O o tubo homogéneos en su composición.
- ✓ Imposibilidad de reciclado posterior
- ✓ A través de la Orden de 7 de diciembre de 2001, España transpuso la **Directiva Comunitaria 1999/77/CE**, por la que se prohíbe el uso y comercialización de todo tipo de amianto y de los productos que lo contengan.
- ✓ Los materiales que todavía existen instalados únicamente pueden ser manipulados por empresas especializadas en la retirada controlada de materiales con amianto, debiendo estar inscritas en el RERA (Registro de Empresas con Riesgo al Amianto), y en aplicación de la legislación vigente, previo inicio de cualquier obra que implique riesgo de exposición al amianto, deben disponer de la resolución positiva por parte de la Autoridad Laboral al respecto del plan de trabajo específico para la obra en cuestión.

- ✓ La utilización del amianto en la actualidad tendrá repercusiones en la economía de un país durante más de treinta años, imputando a las generaciones futuras la responsabilidad y la carga financiera de la indemnización de las víctimas.





La solidez de esta nueva generación de tuberías de PVC Orientado, altamente resistentes y con una elevadísima vida útil, se fundamenta en la integridad de sus propiedades, que se mejoran significativamente al ordenar su estructura molecular durante su proceso de fabricación. Se consigue una mejor respuesta a esfuerzos y se mejora su comportamiento a largo plazo, ya que aumenta su coeficiente de elasticidad y por tanto, tiene un mejor comportamiento a “fluencia”, que unido a su inalterabilidad química la hacen indestructible a fenómenos de corrosión varios.

Pero sin duda, hoy no puede hablarse de progreso, si las innovaciones técnicas no están alineadas a un compromiso y a una necesidad, de ofrecer a nuestra sociedad materiales y soluciones sostenibles, en definitiva, un nuevo modelo comprometido con el uso eficiente y racional de los recursos. Los parámetros a tener en cuenta son claros: mayor eficiencia energética, optimización de los recursos, reciclable un 100%, con un eco balance positivo en su ciclo de vida y menores emisiones de CO₂ a la atmósfera, condiciones que no hacen más que resaltar la idoneidad de las tuberías de PVC-O Clase 500.

Aportar soluciones que integren mejoras tecnológicas en las nuevas infraestructuras hidráulicas, de probada garantía y de uso habituales en aquellos países con mayor tradición de calidad e innovación tecnológica, es la mejor manera de contribuir a la protección del agua y a sus ecosistemas, comprometidos con Administraciones y Técnicos especialistas, que son siempre el factor clave y el garante de protección del patrimonio hidrográfico y su entorno natural