

plomyDREN[®]

Tubos corrugados de doble pared
de PE y PP para drenaje

Manual Técnico



*Canalizando
futuro*

INDICE

Capítulo 1	Introducción
Capítulo 2	Aplicaciones
Capítulo 3	Gama de tubos plomyDREN
Capítulo 4	Características técnicas
Capítulo 5	Parámetros a tener en cuenta
Capítulo 6	Instalación
Capítulo 7	Cálculos hidráulicos
Capítulo 8	Resistencia química

CAPÍTULO I. Introducción

1.1 INTRODUCCIÓN



Fig. 1.- Tubo plomyDREN

El sistema de tuberías de drenaje se emplea para la eliminación de las acumulaciones de aguas debidas a la lluvia o a las filtraciones del suelo.

La acción del drenaje se hace necesaria en diferentes situaciones en el ámbito civil, deportivo y agrícola. El encharcamiento o saturación de agua del suelo que dificulta la actividad de movimiento o la consolidación de las áreas necesarias para la vialidad o ejercicio de actividades deportivas, instalaciones agrarias, etc., hace preciso su tratamiento mediante el adecuado drenaje.

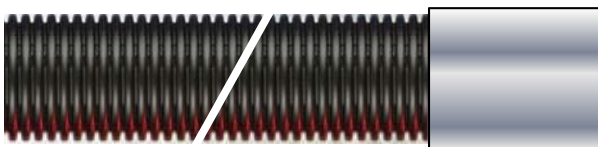
Desde 1960 se están utilizando tubos flexibles de plástico corrugados, perforados, en rollos o en barras. La tubería suele ser pre-envuelta con materiales filtrantes como el geotextil que evitan la entrada de partículas de suelo en los drenes

1.2 Clasificación de los tubos plomyDREN

De acuerdo con la norma UNE 53994 se clasifican de la siguiente forma:

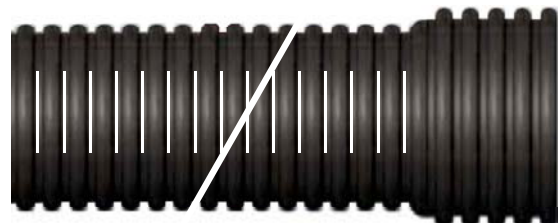
Tabla 1.- Clasificación tubos plomyDREN

	Tipo	Símbolo	Rigidez anular (kN/m ²)
Sección transversal	Circular	C	
Tubos circulares	Pared exterior corrugada e interior lisa	C2	
Clase de drenaje	Drenaje normal	Serie ND	≥ SN 2
	Drenaje especial	Serie ED	SN 8
Perforaciones en los tubos	Parcialmente perforados	DP	
	Totalmente perforados	TP	
Clasificación plomyDREN	C2 ED - DP o TP – SN 8		



plomyDREN® PE

Fig. 2.- Tubos de PE corrugado doble capa con manguito incorporado

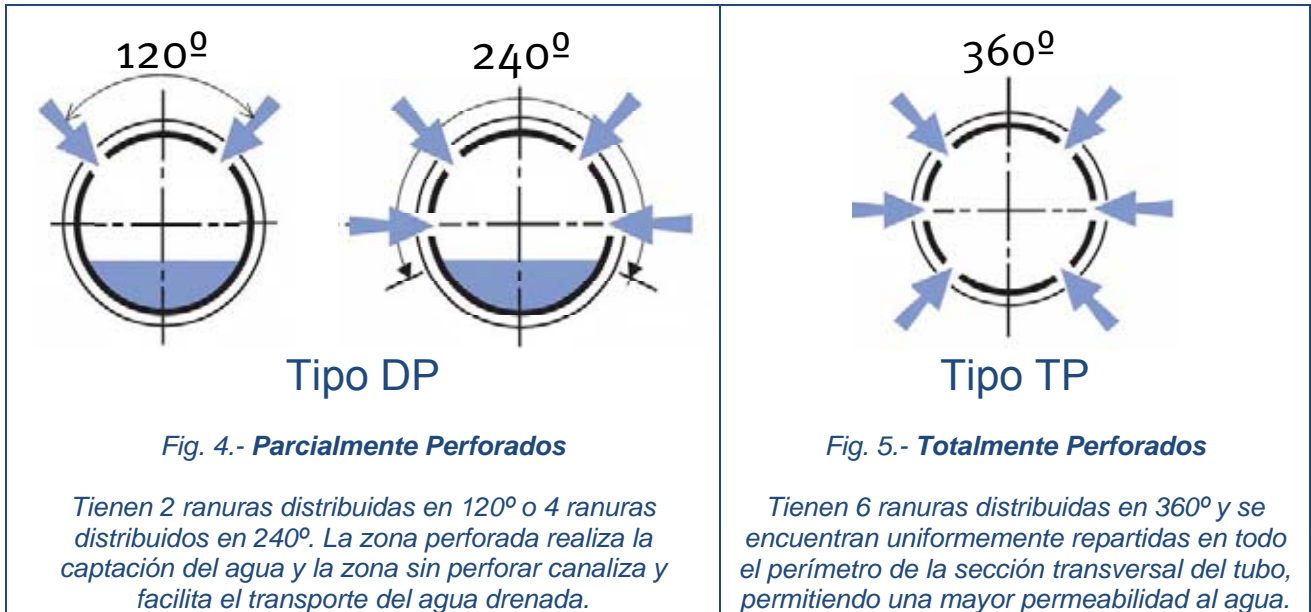


plomyDREN® PP

Fig. 3.- Tubos de PP corrugado doble capa con embocadura integrada

- **Sistemas de recogida de agua**

Se definen en función de la distribución de perforaciones, las acanaladuras y las propiedades hidráulicas asociadas.



- **Tipo DP**

Los tubos parcialmente perforados tipo DP, la base del tubo no está ranurada por lo que solamente pueden drenar y conducir las aguas superficiales que se filtran en el suelo. Estos tipos de tubos no proporcionan mayor caudal de desagüe, ni conducen mejor el agua ya que se disminuye la superficie drenante. Se utilizan cuando queremos drenar las aguas procedentes de la lluvia o riego, debido a que la parte no ranurada de la base del tubo impedirá que se filtre agua hacia las capas inferiores del terreno.

- **Tipo TP**

Los tubos totalmente perforados tipo TP son los de fabricación estándar ya que permiten drenar y conducir las aguas superficiales que se filtran en el suelo y las aguas subterráneas que pueden rodear el tubo por nivel freático o por otros motivos. En estos tipos de tubos el agua se moverá por el interior del tubo aunque su base esté perforada, ya que le es más fácil moverse a través del interior del tubo que por el exterior.

CAPÍTULO II. Aplicaciones

2.1 APLICACIONES TUBERÍAS plomyDREN

Las tuberías plomyDREN se fabrican de acuerdo con la norma UNE 53994 y se suministran en rollos o barras. Están diseñadas para ser utilizadas en el drenaje y conducción de aguas superficiales y subterráneas por gravedad, para obras de edificación e ingeniería civil en los siguientes casos:

- Caminos, carreteras, autovías y autopistas.
- Obras de construcción y edificación
- Obras de ingeniería civil, como aeropuertos, túneles, muros, taludes, pistas deportivas, vías férreas, etc.
- Drenes y redes filtrantes de aguas superficiales.

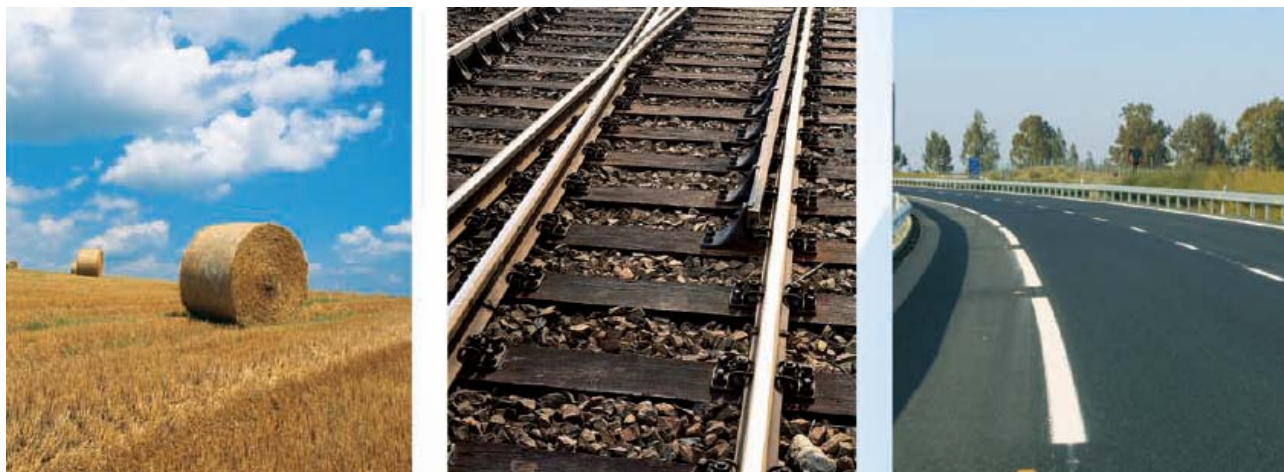


Fig. 6.- Aplicaciones tuberías plomyDREN

Las tuberías plomyDREN están específicamente desarrolladas para drenaje enterrado en obras de ingeniería civil para asegurar la estabilidad en cimentaciones, taludes, muros, calzadas, asentamientos del terreno, estabilización del nivel freático, así como evitar la aparición de humedades.

Se emplean también para la evacuación del agua sobrante del subsuelo al ascender el nivel freático evitando la salinización del terreno la asfixia radicular en suelos de cultivo encharcados o de terrenos poco drenantes.

La captación del agua se realiza a través del terreno o superficie, favoreciendo el drenaje y la evacuación debido a la capa lisa de su interior. En ocasiones se utilizan también para la captación de aguas para otros aprovechamientos.

2.2 DRENAJE AGRÍCOLA

Las tuberías plomyDREN son necesarias ante la saturación del agua del suelo por insuficiente capacidad de absorción, mejorando con ello la consistencia de las tierras, su aireación evitando no sólo la asfixia de las raíces sino también su deficiente nutrición, incrementando los rendimientos agrícolas y la diversificación de las cosechas. Disminuye la aparición de plantas parasitarias lo que aumenta la permeabilidad del suelo. El resultado final es el aumento de los rendimientos de cultivo.

Mediante el control de la humedad del suelo se mejora el laboreo de la tierra así como la transformación de los abonos orgánicos en sustancias que como los minerales del suelo pueden ser asimiladas por las plantas, incrementando la calidad de los cultivos.

Otro aspecto importante es que mediante el drenaje del suelo se hace posible la recuperación de marismas de alto contenido de aguas marinas, de terrenos pantanosos o de suelos que por su alto nivel de contaminación química no son aptos para el cultivo pues al recircular el agua de la lluvia que se evacua por drenaje, permite sanear el subsuelo y hacer cultivables terrenos perdidos.

CAPÍTULO III. Gama

3.1 Tubos plomyDREN-PE

plomyDREN® PE

Tubos de PE corrugado doble capa

Aplicación:	Infiltración y drenaje enterrado en obras de edificación e ingeniería civil
Norma:	UNE 53994
Unión:	Manguito incorporado
Marcado:	plomyDREN
Color:	Negro
Suministro:	- En rollos de 50 m los tubos DN 110 - En rollos de 25 m los tubos DN 160 - En barras de longitud total 6 m



Tabla 2.- Rollos plomyDREN con manguito

DN mm	Di mm	SN kN/m ²
110	92.5	8
160	136.6	4

- Todos los rollos plomyDREN-PE se encuentran totalmente perforados, con 6 perforaciones uniformemente distribuidas a lo largo del perímetro del tubo.

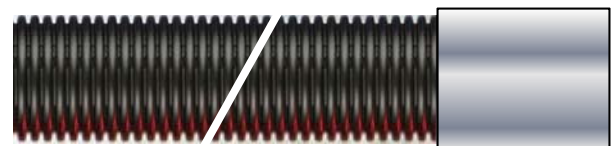
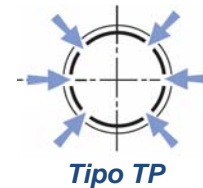
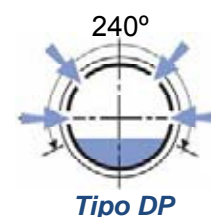


Tabla 3.- Barras plomyDREN con manguito

DN mm	Di mm	SN kN/m ²	Nº tubos por palet	Metros totales por palet
110	92.5	8	120	720
160	136.6	4	53	318
200	169.7	4	34	204

- Todas las barras plomyDREN-PE se encuentran parcialmente perforados, con 4 perforaciones uniformemente distribuidas en un arco de aproximadamente 240°. Este diseño realiza la función de un tubo abovedado pero con mayor resistencia al aplastamiento.



NOTA: Todos los tubos se suministran con manguito de unión incorporado

3.2 Tubos plomyDREN-PP

plomyDREN® PP

Tubos de PP corrugado doble capa con embocadura integrada

Aplicación: Drenaje enterrado en obras de edificación e ingeniería civil.
 Norma: UNE 53994
 Unión: Embocadura integrada en el propio tubo
 Marcado: plomyDREN-PP
 Color: Negro interior y exterior
 Suministro: En barras de longitud total 6 m

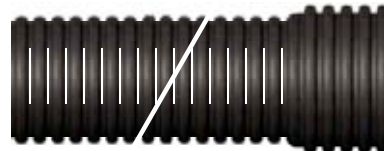


Tabla 4.- Barras plomyDREN-PP con embocadura integrada

DN mm	Di mm	Profundidad embocadura M (mm)	Nº tubos por palet	Metros por palet
250	218.8	140	12	72
315	273.0	180	8	48
400	348.2	190	5	30
500	433.4	230	5	30
630	545.2	300	3	18
800*	692.8	220	2	12
1000*	867.8	260	2	12

* Les rogamos nos consulten

- **NORMAS DE REFERENCIA**

- Los requisitos físicos, mecánicos y de perforación cumplen lo establecido en la norma UNE 53994.
- Los tubos colectores (que sirven de base a los tubos perforados de drenaje) son fabricados de acuerdo con la norma UNE-EN 13476.

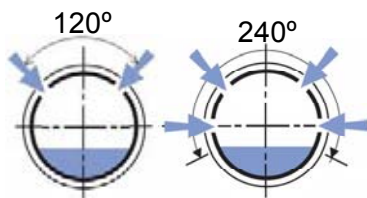
- **TIPO DE TUBO**

- Tipo C2. Tubos circulares de doble pared, con la pared exterior corrugada y la pared interior lisa.

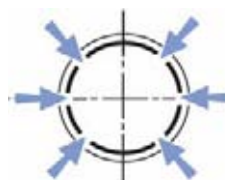
- **SERIE DE TUBO**

- Los tubos pertenecen a la Serie ED (Drenaje Especial), con una Rigidez Anular de SN 8 kN/m².

- **TIPO DE PERFORACIÓN**



Tipo DP



Tipo TP

Parcialmente Perforados. Tienen 2 ranuras distribuidas en 120° o 4 ranuras distribuidas en 240°. La zona perforada realiza la captación del agua y la zona sin perforar canaliza y facilita el transporte del agua drenada.

Totalmente Perforados. Tienen 6 ranuras distribuidas en 360° y se encuentran uniformemente repartidas en todo el perímetro de la sección transversal del tubo, permitiendo una mayor permeabilidad al agua.

3.3 DIMENSIONES TUBOS PLOMYDREN

De acuerdo con la norma UNE 53994, los diámetros de los tubos plomyDREN son los siguientes:

Tabla 5.- Dimensiones

DN/OD	UNE 53994	plomyDREN	
	Dint. min.	Dint. PE	Dint. PP
110	88	92.5	
160	133	136.6	
200	167	169.7	
250	209		218.8
315	263		273.0
400	335		348.2
500	418		433.4
630	527		545.2
800	669		692.8
1000	837		867.8



CAPÍTULO IV. Características técnicas

4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TUBOS plomyDREN

Las características mecánicas de los tubos plomyDREN de poliolefinas son las siguientes:

Tabla 6. – Características técnicas tubos plomyDREN

Característica	Valor		Unidad	Norma
	plomyDREN-PE	plomyDREN-PP		
Densidad	0.910	≥ 0.940	g/cm ³	UNE-EN ISO 1183
Índice de fluidez (MFR) 230 °C/2.16 kg	0.3 – 2.5	0.3 – 1.6	g/10 min	UNE-EN ISO 1133
Resistencia a la tracción	19	19	MPa	UNE-EN ISO 527
Alargamiento a la rotura	>350	>350	%	UNE-EN ISO 527
Módulo de elasticidad	1100	1450	MPa	UNE-EN ISO 527
Tiempo de inducción a la oxidación	> 8	> 10	min	UNE-EN ISO 728
Resistencia al impacto a 0 °C	TIR ≤ 10		%	UNE-EN 744
Rigidez Anular, SN	8		kN/m ²	UNE-EN ISO 9969
Coefficiente de fluencia para PE y PP	≤ 4.7		- - -	UNE-EN ISO 9967
Superficie de infiltración DN ≤ 200	≥ 20		cm ² /m	UNE 53994
Superficie de infiltración DN > 200	≥ 30		cm ² /m	UNE 53994

Tabla 7. – Condiciones del ensayo de impacto

Diámetro Nominal mm	Tipo de percutor	Peso del percutor Kg	Altura m	Energía J
110 < DN ≤ 200	D90	1	1	10
200 < DN ≤ 630	D90	1	1,7	17
630 < DN ≤ 1000	D90	2	2	40
1000 < DN	D90	2,50	2	50

4.2 ENSAYO DE PERMEABILIDAD AL AGUA DE TUBOS PARA DRENAJE

El ensayo consiste en medir el caudal de agua que pasa a través de un tubo o sistema de dos tramos de tubos con función de drenaje, para distintas alturas de nivel de agua.

NOTA: Teniendo en cuenta la gran cantidad de variables que intervienen en la capacidad de drenaje de los tubos que podríamos citar tales como: las debidas al terreno (tipos de suelos, textura, estructura, etc.) las propias del diseño del tubo (diámetro, tipo, superficie y forma de las perforaciones o acanaladuras, etc.), los mecanismos de permeabilidad a través de los terrenos, sistemas de drenaje etc., no pueden establecerse unas especificaciones generales para los tubos, por lo tanto la aplicación de este ensayo determina una característica del tubo o sistema, en cuanto al comportamiento a la permeabilidad al agua del tubo.

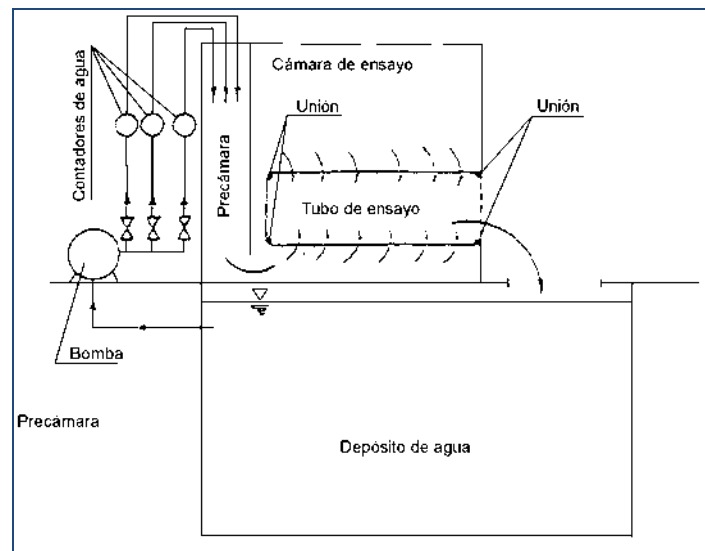


Fig. 7. – Esquema ensayo de permeabilidad

Procedimiento operatorio: Se instala la probeta en el depósito superior, y se asegura la estanquidad de las uniones de los extremos, a un soporte/obturador metálico y a la pared del depósito, respectivamente. El extremo anterior queda colocado ante una abertura circular (igual al diámetro interior del tubo) situada en la pared del depósito. Se regula el caudal de agua de modo que se mantenga la altura del nivel del agua a la que se quiera ensayar y permanezca en equilibrio más de 10 min. El caudal de agua que pasa a través de la probeta, cae libremente en el depósito inferior con lo que queda establecido el circuito cerrado.

El caudal se calcula como diferencia de las lecturas final e inicial del medidor volumétrico de agua, dividido por el intervalo de tiempo considerado (ver norma UNE 53994).

4.3 RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO

La Rigidez Anular (SN) es la resistencia a la deformación anular bajo una fuerza externa. Esta rigidez es distinta según el tipo de tubería considerada, dependiendo de la estructura de la pared del tubo y del espesor de la misma como las tuberías de pared estructurada plomyDREN y que tienen diferentes capacidades de filtración en función de la anchura, la longitud y el nº de ranuras.

El hecho de que su diseño sea corrugado o estructurado hace que los tubos de drenaje conserven a pesar de las ranuras una elevada Rigidez Anular.

El tubo corrugado circular con pared delgada tiene una mayor flexibilidad longitudinal que le permite no sólo adaptarse a la configuración del terreno, sino además ser enrollado en largas bobinas para facilitar su transporte e instalación.

Las tuberías corrugadas plomyDREN de doble pared tienen un alto momento de inercia lo que les proporciona valores elevados de Rigidez Anular.



Fig. 8. – Tubos plomyDREN de PE y PP

4.4 MARCADO

Cada tubo en forma de rollo o barra, debe marcarse de forma clara e indeleble al menos una vez cada 2 m y como mínimo con la siguiente información:

Tabla 8.- Marcado tubos plomyDREN-PE

Nombre del fabricante y/o marca comercial	Material	Diámetro Nominal	Tipo de tubo	Serie de drenaje	Fecha de fabricación o lote	Referencia a la norma
plomyDREN-PE	PE	DN	C2	ED	dd-mm-aa	UNE 53994

Tabla 9.- Marcado tubos plomyDREN-PP

Nombre del fabricante y/o marca comercial	Material	Diámetro Nominal	Tipo de tubo	Serie de drenaje	Fecha de fabricación o lote	Referencia a la norma
plomyDREN-PP	PP	DN	C2	ED	dd-mm-aa	UNE 53994

4.5 VENTAJAS DE LAS TUBERÍAS plomyDREN

Las ventajas más destacables son las siguientes:

- Flexibilidad
- Ligereza
- Gran resistencia al aplastamiento
- Inalterables a la acción de terrenos agresivos
- Elevada resistencia química
- Elevada resistencia al choque
- Instalación fácil y económica

CAPÍTULO V. Parámetros a tener en cuenta

5.1 FUENTE DE LOS EXCESOS DE AGUA

El exceso de agua en un suelo puede deberse a diversos factores como:

- Precipitación excesiva.
- Agua de riego.
- Filtraciones subterráneas de áreas adyacentes (por ejemplo embalses adyacentes).
- Ascenso capilar.
- Desbordamientos por canales o cauces naturales (sobre zonas bajas).
- Aplicación de agua con fines especiales (como el lavado de sales y control de temperatura).

5.2 FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL EXCESO DE AGUA EN EL SUELO

Entre los factores que contribuyen al exceso de agua en el suelo están los siguientes:

- **Textura del Suelo**

La composición de arenas, limos y arcillas en las partículas sólidas minerales en el suelo se denomina textura. Para una textura arcillosa, por ejemplo, el contenido de mineral podría consistir en un 40% de arcilla, 30% de limos y un 30% de arenas. La textura del suelo puede tener un efecto importante en que el suelo retenga el agua, y la facilidad con que se puede mover dentro del suelo. Los suelos de texturas finas tienen un gran porcentaje de arcillas y limos. Estos suelos generalmente retienen bien el agua, pero tienen un mal drenaje. Las texturas gruesas tienen un gran porcentaje de arena y grava. Estos suelos drenan bien pero son malos retenedores de agua.

- **Estructura del Suelo**

La disposición de las partículas minerales de un suelo es lo que se denomina Estructura del Suelo. Una estructura granular ayuda a mejorar el movimiento de agua en el suelo, pero una estructura masiva (que carece de cualquier arreglo distinto de las partículas de suelo) generalmente disminuye el movimiento del agua.

- **Permeabilidad**

En términos generales, la facilidad relativa con la que el agua se puede mover a través de un bloque de suelo es denominada Permeabilidad del Suelo. La permeabilidad del suelo es afectada por su textura, estructura, por actividades humanas y otros factores.

- **Topografía**

La forma y la pendiente de la superficie del suelo pueden generar condiciones de terreno húmedo, especialmente alrededor de depresiones donde el agua se tiende a acumular. Sin una salida el agua podría drenarse muy lentamente.

- **Formación Geológica**

La formación geológica subyacente de un suelo, puede impactar el drenaje de agua de un suelo. Por ejemplo, un suelo tiene propiedades de textura y estructura beneficiosas para el movimiento del agua. Sin embargo si la formación geológica subyacente de este suelo consiste en Arcilla Densa o Roca Sólida, se podría restringir el movimiento descendente del agua, causando que el suelo encima de la formación permanezca saturado durante ciertas épocas del año.

- **Compactación**

Las actividades humanas pueden ayudar a crear problemas de exceso de agua. Por ejemplo, los equipos que operan sobre un suelo húmedo pueden compactar el suelo y destruir su estructura. La capa de suelo que esta compactada generalmente no tiene estructura, y la mayoría de vacíos en esta capa habrán sido eliminados. Los vacíos son espacios abiertos entre las partículas de suelo que se pueden llenar con agua, aire o una combinación de ambos. El agua del suelo tiende a acumularse por encima de la capa compactada debido a que el movimiento de agua a través de la capa compactada está severamente

restringido. Si la capa compactada se localiza en la superficie del suelo muy poca agua entrara al suelo y se generará escorrentía que crearía un riesgo enorme de erosión y/o inundación.

- **Precipitación**

Los suelos pueden manejar ciertos niveles de precipitación, sin que se produzca escorrentía y/o inundaciones, sin embargo el exceso de precipitación, frecuentemente produce exceso en las condiciones de agua del suelo. Además, las tormentas frecuentemente resultan en escorrentía debido a que la tasa de precipitación es mayor a la tasa de infiltración de agua en el suelo.

5.3 ¿POR QUÉ ES NECESARIO UN BUEN DRENAJE?

Los excesos de agua en el suelo pueden tener consecuencias severas tanto para el suelo como para los cultivos, entre estas podemos contar:

Tabla 10.- Problemas en suelos sin drenaje

<i>La Salinidad</i>	La salinidad en los suelos es consecuencia de un drenaje deficiente, en los terrenos mal drenados se acumulan sales disueltas en el agua de riego o de escorrentía, pudiendo salinizar la solución del suelo. La salinidad tiene efectos negativos en la fisiología de las plantas.
<i>Deficiencia de oxígeno.</i>	Cuando el oxígeno disponible disminuye, por el exceso de agua, por debajo de unos niveles que son distintos para cada planta, las raíces disminuyen su actividades fisiológicas, con las siguientes repercusiones.
<i>Alteración de las actividades microbianas y alteración en los aportes de nutrientes.</i>	Con la disminución del contenido de oxígeno la microflora desaparece gradualmente, siendo sustituida por organismos anaeróbicos, que pueden influir en la disponibilidad de ciertos elementos, cuyo equilibrio es importante para la planta.
<i>Problemas con las labores y el control de malezas.</i>	Trabajar en suelos con contenidos de humedad altos, en muchos suelos arcillosos origina la destrucción de agregados y dispersión de partículas de suelo.
<i>Enfermedades y plagas.</i>	La humedad del suelo afecta de forma distinta a los agentes de enfermedades de las plantas, generando podredumbre, hongos e incluso enfermedades víricas.
<i>Disminución de la productividad.</i>	Los niveles excesivamente altos de agua en el suelo, incluso de corta duración, pueden ejercer una influencia en la producción, dependiendo de las fases de desarrollo de las plantas en el momento en que se producen.

5.4 LAVADO DE SALES.

Para prevenir problemas de sales se necesita una cierta cantidad de agua que disuelva y arrastre las sales de la zona radial, a través de un sistema de drenaje. Para el efecto se pueden establecer dos tipos de lavado.

- Lavado de mantenimiento:** se emplea en suelos que han sido desalinizados o en suelos no salinos cuando el agua de riego o la freática aporta cantidades consistentes de sales al suelo, todo con el fin de evitar la salinización de los suelos. Al cuantificar los lavados de mantenimiento se determina la cantidad en exceso del agua de riego o la requerida de lluvia además contribuye al cálculo de la capacidad del sistema de drenaje.
- Lavado de recuperación:** se emplea en todas las clases de suelos salinos sódicos, ya que en un suelo sódico el lavado posterior a la aplicación, forma parte de un proceso de recuperación. El lavado de recuperación se realiza a través de un programa de lavado, porque es casi imposible desalinizar el suelo con una sola operación, es más esto puede tardar varias temporadas, por esta razón se recomienda seleccionar cultivos tolerantes a las sales, para sembrarlos en este periodo, aunque su rentabilidad no sea considerable, pero así se puede reducir el lucro cesante.

En cuanto a la forma de efectuar el lavado por recuperación o de mantenimiento se tiene:

- Lavado por medio de lluvia:** ofrece la ventaja que su concentración salina es despreciable, sin embargo en las regiones de mayor salinidad suele ser escasa la lluvia.

- b) **Lavado con riego:** consiste en adicionar una lámina de agua a la lámina de riego para usarla en el lavado. En esta modalidad, el suelo llega a capacidad de campo con agua de riego mientras que el exceso programado es el que percola, efectuando el lavado correspondiente.
- c) **Lavado independiente:** Es el que no se efectúa conjuntamente con el riego, ya que es posible que dada las condiciones de salinización, el terreno se cultive, en cada uno de los riegos se pueden aplicar láminas de 100 y 200 mm de agua. Los lavados deben llevarse a cabo preferiblemente en el verano ya que la temperatura favorece la solubilidad de las sales, estas labores se pueden complementar con la subsolada de los primeros 15 a 30 cm, trazar melgas como para riego en el primer riego se lleva al suelo a capacidad de campo y se sigue lavando de cada dos a tres días.

Eficiencia del lavado: es de suponer que toda el agua de lavado que se infiltra en el suelo y luego percola, se mezcla íntegramente con la solución del perfil, especialmente en la zona radical, la realidad es otra, y es que en el suelo existen grietas por donde se facilita el rápido descenso del agua sin que se mezclen, incumpliendo con su función. La mayor o menor mezcla se define en términos de eficiencia de lavado (f) (Coeficiente de lavado).

Coeficiente de lavado (f): este coeficiente depende básicamente del método de riego, en cuanto el porcentaje de agua que percola con relación a la aplicada y de la textura del suelo. De esta manera se presentan valores de (f) en función de la textura del suelo, podría pensarse que los suelos livianos presentan más o mayores poros que impiden la mezcla; sin embargo, ocurre que en estos suelos los poros no capilares facilitan las mezclas de la solución del suelo con el agua de lavado.



CAPÍTULO VI. Instalación

6.1 CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los tubos plomyDREN permiten una instalación rápida y sencilla debido a su ligereza y flexibilidad. El suministro en rollos y las barras de 6 m facilitan el manejo y la instalación.

Es necesario realizar un profundo estudio de la hidrología superficial y subterránea del terreno, incluso con el apoyo de datos estadísticos pluviométricos, hidrométricos y freáticos, junto con investigaciones de geopedología (génesis y geografía del suelo), necesario para averiguar las características físico – químicas del terreno, principalmente el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de la primera capa impermeable.

Los tubos de drenaje deben ser instalados de forma diferente según necesidad. Por ejemplo, el firme de una autopista (o una carretera con tráfico pesado) está constituido generalmente por una calzada impermeable, unos arcenes laterales y una mediana, casi siempre permeable. El agua de lluvia filtrada a través de las zonas permeables, si es absorbida por la estructura de apoyo de la carretera, acabará por ocasionar daños estructurales a la misma. En estos casos los tubos de drenaje deben ser instalados longitudinalmente, a lo largo de los arcenes y de la mediana.

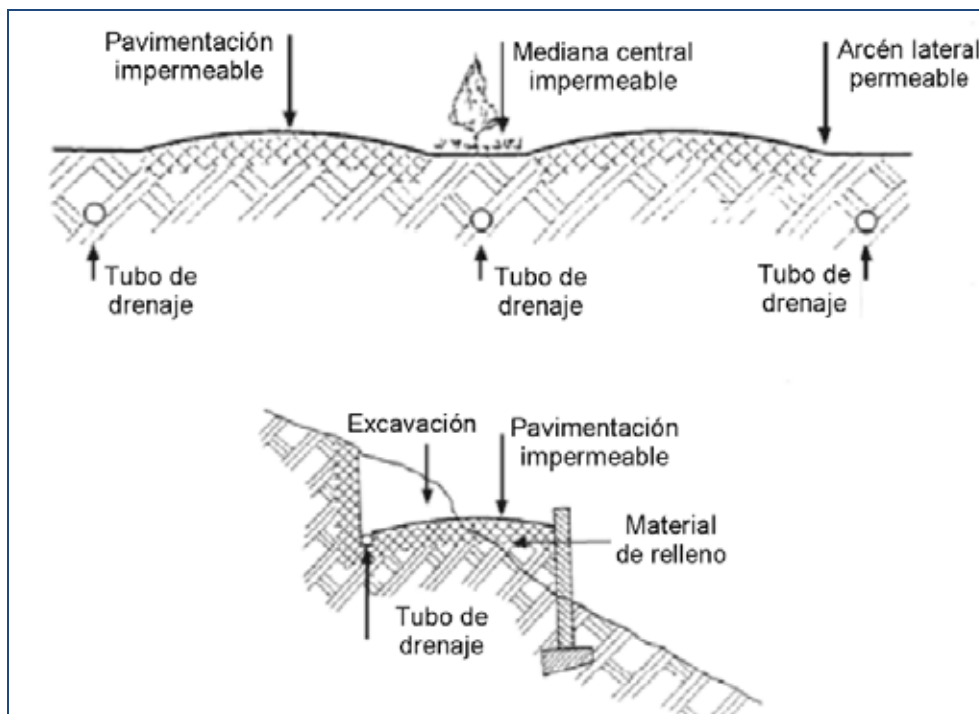


Fig. 9.- Condiciones de instalación

En cualquier caso, dependiendo de cómo y dónde está construida una carretera, se utilizan técnicas de instalación diferentes.

Para una correcta y eficaz instalación de un tubo de drenaje ranurado es necesario seguir las indicaciones que se detallan a continuación:

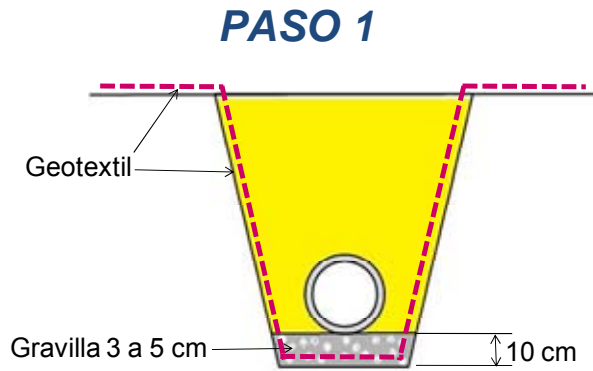


Fig. 10

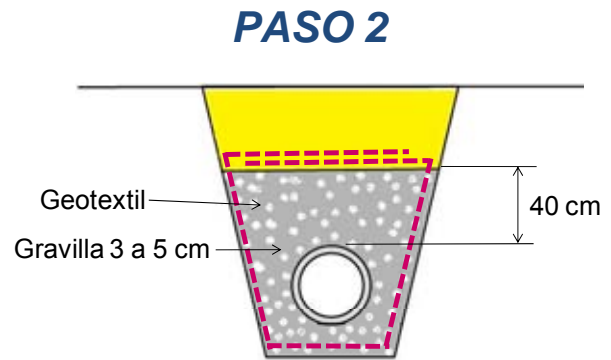


Fig. 11

- a) Se extiende en las paredes de la zanja una capa de geotextil.
- b) Se realiza una cama (lecho de instalación) de 10 cm, con material seleccionado (gravilla mínima de entre 3 mm y 5 mm de diámetro), con el fin de evitar que las crestas de las corrugaciones apoyen directamente en el terreno de excavación.
- c) Se utiliza para el relleno alrededor del tubo un material seleccionado (gravilla que no sea inferior a 3 mm), hasta 40 cm por encima de la clave del tubo y unos 20 cm en los laterales.
- d) Se tapa el relleno con una capa de geotextil.
- e) Se termina el relleno de la zanja con el mismo material de excavación. Es importante tener cuidado de realizar la compactación con medios adecuados y no pasar por encima de la zona de excavación con maquinaria pesada, durante la instalación.

6.2 GEOTEXILES

Los geotextiles como su nombre lo indica se asemejan a textiles, telas, que se pueden enrollar, cortar, coser. Se utilizan en obras de ingeniería, especialmente cuando se trata de construcciones donde intervienen diferentes tipos de suelo, cumpliendo diversas funciones, como son:

- Separar estratos diferentes, evitando la mezcla indeseada de los materiales, por ejemplo delimitando una capa de drenaje de arena gruesa, del resto de un terraplén construido en arcilla, evitando así que los flujos internos de agua arrastren el material fino y llegue a colmatarse la capa drenante.
- Evitar la mezcla indeseada de suelos con características diversas, por ejemplo evitando la mezcla del material de un terraplén o dique con el material original que se encuentra debajo de él.

6.3 TRAZADO

De los distintos trazados que pueden adoptar las redes de drenaje los más utilizados son:

- a) Drenaje en peine.
Es la más usada debido a que se consigue menos longitud de tubo y alineaciones más largas.

- b) Drenaje en espina de pez.

También pueden clasificarse en función de la pendiente:

- c) Drenaje longitudinal
- d) Drenaje transversal
- e) Drenaje oblicuo
- f) Drenaje en zig-zag

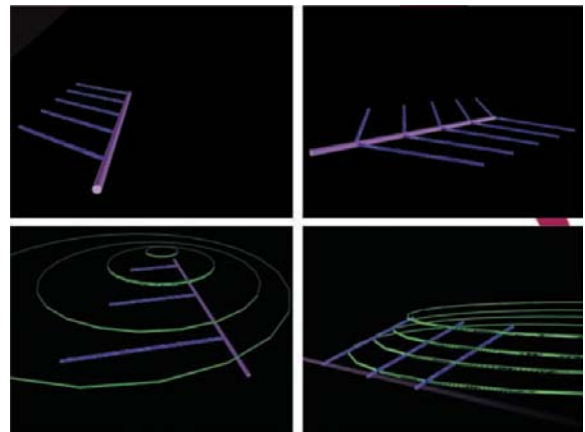


Fig. 12.- Tipos de trazados

6.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

- **Relleno**

La rasante del fondo la zanja será lo más lineal posible con la pendiente que indique el proyecto. Se coloca una cama de 10 cm con gravilla de 3 a 5 cm para que descansen y se apoye bien el tubo. A continuación rellenar la zanja con gravilla de 3 a 5 cm hasta 40 cm por encima de la clave del tubo, teniendo la precaución de que los riñones del tubo estén bien compactados.

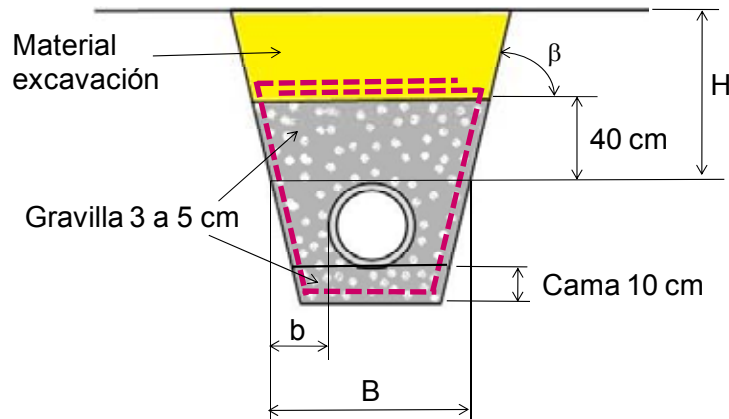


Fig. 13.- Características zanja

Se termina el relleno de la zanja con el mismo material de excavación. Es importante tener cuidado de realizar la compactación con medios adecuados y no pasar por encima de la zona de excavación con maquinaria pesada, durante la instalación.

- **Profundidad de la zanja**

Se recomienda una profundidad > 0.8 m, con objeto de minimizar el efecto de las cargas encima de la tubería debidas al peso del material del relleno y de las cargas móviles por circulación de vehículos.

Tabla 11.- Anchura zanja

- **Anchura de la zanja**

La anchura de la zanja será: $B = DN + 2b$ (mm)
Siendo DN el Diámetro Nominal del tubo

DN	b
$DN \leq 315$	200
$315 < DN \leq 900$	300
$900 < DN \leq 1600$	400

6.5 Cálculos mecánicos

Para el cálculo mecánico de tuberías plomyDREN enterradas, hay que tener en cuenta lo indicado en las normas UNE 53331 y ATV 127.

Como los tubos plomyDREN-PP se fabrican a partir de tubos plomySAN, se puede utilizar el Programa de cálculo mecánico plomySAN, que realiza fácil y rápidamente los cálculos necesarios.



Fig. 14. Programa para el cálculo mecánico

CAPÍTULO VII. Cálculos hidráulicos

7.1 Superficie de infiltración

La superficie de las perforaciones S (superficie de infiltración) en los tubos de los sistemas DP y TP, debe ser como mínimo:

- a) Para tubos $DN \leq 200$: $20 \text{ cm}^2/\text{m}$
- b) Para tubos $DN > 200$: $30 \text{ cm}^2/\text{m}$

La superficie de infiltración del tubo por metro lineal, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$S = S_p \times n$$

Donde:

S es la superficie de infiltración en cm^2/m

S_p es la superficie de una perforación o acanaladura, en cm^2

n es el número de perforaciones o acanaladuras contenidas en una longitud de tubo de un metro lineal.

7.2 Tubos plomyDREN-PE

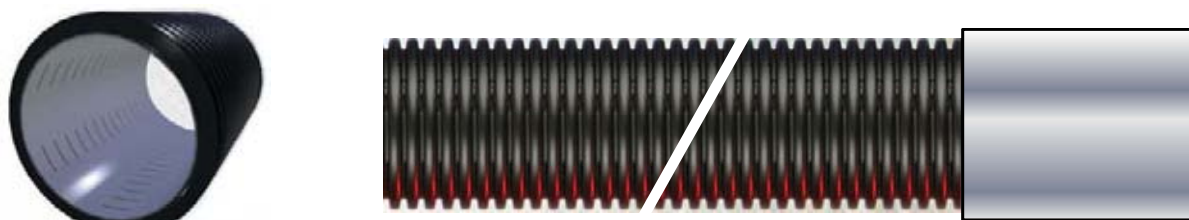


Tabla 12.- Área drenante tubos plomyDREN-PE

	DN	nº valles por (m) lineal	Longitud ranura (mm)	Anchura ranura (mm)	Nº ranuras	Área drenante (cm^2/m)
ROLLOS	110	80	30	2	6	288
	160	64	30	2	6	230
BARRAS	110	80	30	2	4	192
	160	64	30	2	4	154
	200	48	30	2	4	115

7.3 Tubos plomyDREN-PP

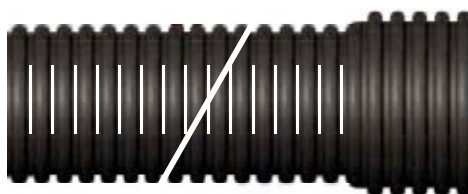


Tabla 13.- Área drenante tubos plomyDREN-PP

DN	nº valles por (m) lineal	Longitud ranura (mm)	Anchura ranura (mm)	Nº ranuras	Área drenante (cm^2/m)	Nº ranuras	Área drenante (cm^2/m)	Nº ranuras	Área drenante (cm^2/m)
250	31	58	1.5	2	54	4	108	6	162
315	23	80	1.5	2	55	4	110	6	166
400	21	90	1.5	2	57	4	113	6	170
500	17	115	1.5	2	59	4	117	6	176
630	13	155	1.5	2	60	4	121	6	181

7.4 Pendiente de los colectores de drenaje

La pendiente generalmente utilizada para facilitar el drenaje por gravedad es entre 1 y 5 %.

7.5 Velocidad en los colectores de drenaje

La velocidad recomendada para facilitar la evacuación y conducción de aguas por gravedad hacia el colector principal es de 0.5 a 2 m/s.

7.6 Cálculo hidráulico

Aplicación de la fórmula de Manning-Strickler para cálculo de velocidades de fluido y caudales de desagüe:


	$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot j^{1/2}$	<p>V = Velocidad de circulación del fluido [m/s] n = Coeficiente de Manning R_h = Radio hidráulico [m] j = Pendiente de la instalación ó Pérdida de carga unitaria [m/m]</p>
	<ul style="list-style-type: none"> El radio hidráulico, es la relación entre la sección mojada por el fluido y el perímetro mojado. Para secciones circulares, el radio hidráulico equivale a D_i / 4: 	
	$R_h = \frac{S}{P} = \frac{D_i}{4}$	<p>S = Sección interior tubo = π · D_i² / 4 [m²] P = Perímetro interior tubo = π · D_i [m] D_i = Diámetro interior tubo [m]</p>
	<ul style="list-style-type: none"> La pérdida de carga se expresa en metros de columna de agua, o en metros de desnivel por metro lineal de instalación. 	
		<p>j = Pendiente de la instalación ó Pérdida de carga unitaria [m/m]</p>
	<ul style="list-style-type: none"> El caudal se calcula a partir de la sección y la velocidad del fluido. 	
	$Q = S \cdot v$	<p>Q = Caudal transportado [m³/s] S = Sección interior tubo = π · D_i² / 4 [m²] v = Velocidad de circulación del fluido [m/s]</p>

Fig. 15.- Fórmula de Manning

CAPÍTULO VIII: Resistencia química

8.1 Introducción

La resistencia química de los materiales plásticos viene recogida en el informe UNE 53389 IN, el cual es equivalente al Informe Técnico Internacional ISO/TR 10358. La tabla recogida en este informe proporciona únicamente una clasificación preliminar de la resistencia química de los tubos y accesorios plásticos que no están sometidos a presión.

La clasificación preliminar de resistencia química establecida en la tabla (S = Satisfactorio, L = Limitado y NS = No Satisfactorio) sólo es adecuada para tubos que no estén sometidos a esfuerzos mecánicos internos ni externos (por ejemplo, aquellos producidos por presión interna o por esfuerzos de flexión). Para evaluar el comportamiento de tubos y accesorios empleados en para la conducción de fluidos a presión, o en presencia de esfuerzos, y en aquellos casos en los que la clasificación preliminar sea S o L, será necesario efectuar los ensayos adicionales indicados a continuación:

- Como ensayos adicionales pueden efectuarse aquellos definidos en la norma ISO 8584-1 y en el Informe ISO/TR 8584-2.
- Para evaluar la tendencia de un material a agrietarse en un medio ambiente activo, pueden efectuarse ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 4599 y/o la norma UNE-EN ISO 6252.
- Deberían considerarse separadamente otras propiedades del material del tubo (por ejemplo, la permeabilidad) o del fluido que conduce el mismo (por ejemplo, la toxicidad, la inflamabilidad, etc.).

8.2 Símbolos utilizados

Para indicar el comportamiento de los materiales plásticos en contacto con agentes químicos, se utilizan los símbolos indicados a continuación:

S resistencia satisfactoria

Los tubos pueden emplearse para aplicaciones en las que no se encuentren sometidos a presión ni a ningún otro esfuerzo. Para aquellas aplicaciones en las que los tubos van a estar expuestos a presión, la evaluación final debe realizarse a partir de un ensayo posterior bajo presión.

L resistencia limitada

Los tubos pueden emplearse para aplicaciones en las que no se encuentren sometidos a presión ni a ningún otro esfuerzo, no obstante, sí puede aceptarse cierto grado de corrosión. Para aquellas aplicaciones en las que los tubos van a estar expuestos a presión, la evaluación final debe realizarse a partir de un ensayo posterior bajo presión.

NS resistencia no satisfactoria

Los tubos están seriamente dañados y no deben utilizarse para ningún tipo de aplicación, ya sea con o sin presión. En estos casos, es inútil efectuar ensayos posteriores a presión, dado que los tubos no superarían los mismos.

Se indica la concentración y/o pureza del fluido, empleando los siguientes símbolos:

Sol. Dil.	=	Solución acuosa diluida de concentración inferior o igual al 10 %.
Sol.	=	Solución acuosa, no saturada, de concentración superior al 10 %.
Sol. Sat.	=	Solución acuosa saturada, preparada a 20° C.
Sólido	=	Calidad técnica, sólido
Líquido	=	Calidad técnica, líquido
Gas	=	Calidad técnica gas.
Industrial	=	Solución de trabajo cuya concentración es la utilizada normalmente en la aplicación industrial correspondiente.
Susp.	=	Suspensión de sólidos en una solución saturada a 20° C.

Tabla 14.- Clasificación de la resistencia química de los tubos plomyDREN

Producto	Concen- tración %	Temperatura	
		20°C	60°C
Aceite de maíz	Industrial	S	L
Aceite de ricino	Líquido	S	S
Aceite de silicona	Líquido	S	S
Acetato de etilo	Líquido	L	NS
Acetato de butilo	Líquido	L	NS
Acetona	Líquido	S	S
Acetofenona	Sólido	S	L
Acido acético	Hasta 50	S	S
Acido adípico	Sol. Sat.	S	S
Acido benzoico	Sol. Sat.	S	S
Acido bórico	Sol. Sat.	S	S
Acido cítrico	Sol. Sat.	S	S
Acido clorhídrico	Hasta 20	S	S
Acido clorhídrico gas	Gas	S	S
Acido clorosulfónico	Sólido	NS	NS
Acido fórmico	Hasta 10	S	S
Acido fosfórico	Hasta 85	S	S
Acido láctico	Líquido	S	S
Acido nítrico	Hasta 25	S	NS
Acido nítrico	Hasta 50	L	NS
Acido nítrico	> 50	NS	NS
Acido sulfúrico	Hasta 30	S	S
Acido sulfúrico	>50	S	L
Acido sulfúrico fumante	“oleum”	NS	NS
Acido tricloroacético	Hasta 50	S	S
Agua	Líquido	S	S
Agua de cloro	Sol. Sat.	S	L
Agua salobre, de mar	Líquido	S	S
Agua regia (3/1)	HCl/HNO ₃	NS	NS
Alcohol alílico	Líquido	S	S
Alcohol amílico	Líquido	S	S
Alcohol isopropílico	Líquido	S	S
Amoniaco acuoso	Sol. Sat.	S	S
Amoniaco líquido	Líquido	S	-
Anilina	Líquido	S	S
Benzeno	Líquido	L	NS
Borax	Sol.	S	S
Bromo gas	Gas	NS	NS
Bromo líquido	Líquido	NS	NS
Bromuro de bario	Sol. Sat.	S	S
Bromuro de potasio	Sol. Sat.	S	S
Butano gas	Gas	S	-
Butano-n (n-Butano)	Líquido	S	L
Carbonato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Carbonato de bario	Susp.	S	S
Carbonato de bismuto	Sol. Sat.	S	S
Carbonato de calcio	Susp.	S	S
Carbonato de zinc	Susp.	S	S
Cerveza	Industrial	S	S
Cianuro de plata	Sol. Sat.	S	S
Ciclohexanona	Líquido	L	NS
Clorato de calcio	Sol. Sat.	S	S
Cloro, gas seco	Gas	NS	NS
Cloruro de aluminio	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de amonio	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de antimonio	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de bario	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de calcio	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de cobre	Sol. Sat.	S	S
Cloruro de estaño	Sol. Sat.	S	S

Producto	Concen- tración %	Temperatura	
		20°C	60°C
Decalina	Líquido	NS	NS
Dióxido de carbono	Gas	S	S
Disulfuro de carbono	Líquido	S	NS
Etanol	Hasta 95	S	S
Etilenglicol	Líquido	S	S
Ferrocianuro de sodio	Sol. Sat.	S	S
Fluoruro de amonio	Hasta 20	S	S
Fluoruro de aluminio	Susp.	S	S
Fluor gas, seco y húmedo	Gas	NS	NS
Fosfato de sodio	Sol. Sat.	S	S
Fructosa	Sol.	S	S
Gasolina, combustible	Industrial	NS	NS
Gelatina	Sol.	S	S
Glicerina	Líquido	S	S
Glucosa	Sol.	S	S
Heptano	Líquido	L	NS
Hidroquinona	Sol. Sat.	S	S
Hidrogenocarbonato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Hidróxido de aluminio	Susp.	S	S
Hidróxido de bario	Sol. Sat.	S	S
Hidróxido de calcio	Sol. Sat.	S	S
Hidróxido de magnesio	Sol. Sat.	S	S
Isooctano	Líquido	L	NS
Leche	Industrial	S	S
Metafosfato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Monóxido de carbono	Gas	S	S
Nitrato de aluminio	Sol. Sat.	S	S
Nitrato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Nitrato de calcio	Sol. Sat.	S	S
Nitrato de cobre	Sol. Sat.	S	S
Nitrato de zinc	Sol. Sat.	S	S
Nitrato férrico	Sol. Sat.	S	S
Orina	Líquido	S	S
Oxido de zinc	Susp.	S	S
Oxocloruro de aluminio	Susp.	S	S
Peróxido de hidrógeno	Hasta 30	S	L
Persulfato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Persulfato de potasio	Sol. Sat.	S	S
Silicato de sodio	Sol.	S	S
Sulfato de aluminio	Sol. Sat.	S	S
Sulfato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Sulfato de bario	Susp.	S	S
Sulfato de calcio	Susp.	S	S
Sulfato de cobre	Sol. Sat.	S	S
Sulfato férrico	Sol. Sat.	S	S
Sulfato de níquel	Sol. Sat.	S	S
Sulfato de potasio	Sol. Sat.	S	S
Sulfato de zinc	Sol. Sat.	S	S
Sulfuro de amonio	Sol. Sat.	S	S
Sulfuro de bario	Sol. Sat.	S	S
Tetracloruro de carbono	Líquido	NS	NS
Tiocianato de amonio	Sol. Sat.	S	S
Tiosulfato de potasio	Sol. Sat.	S	S
Tolueno	Líquido	L	NS
Tricloroetileno	Líquido	NS	NS
Trementina	Líquido	NS	NS
Vinagre	Industrial	S	S
Vinos y licores	Industrial	S	S
Whisky	Industrial	S	S
Zumo de fruta	Industrial	S	S



www.plomyplas.com



PLOMÍFERA CASTELLANA S.L.
Carretera de Extremadura, Salida 29B
Polígono Industrial. Alparrache II, parcela 18
28600 Navalcarnero
Madrid - ESPAÑA
Tel. + 00 34 91 811 40 80
Fax + 00 34 91 811 40 65
info@plomyplas.com



SAMAPLAST S.A.U.
Ctra. Riudoms a Cambrils s/n
43330 Riudoms
Tarragona - ESPAÑA
Tel. + 00 34 977 85 17 00
Fax + 00 34 977 85 02 37
samaplast@plomyplas.com



INGENIERÍA PLÁSTICA DEL SUR S.L.
Autovía A-92, Km. 209
18370 MORALEDA DE ZAFAYONA
Granada - ESPAÑA
Tel. + 00 34 958 49 70 00
Fax + 00 34 958 44 37 04
ips@plomyplas.com



LUSOFANE S.A.
Estrada Nacional 3
2070-621 VILA CHÃ DE OURIQUE
Portugal
Tel. + 00 351 243 700 600
Fax + 00 351 243 700 610
geral.lusofane@plomyplas.com