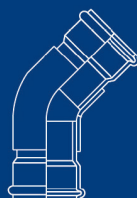
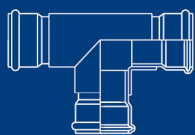


*SISTEMA  
ACUEDUCTO  
UNIÓN RIEBER*



MANUAL TÉCNICO



**TUBRICA**



# Calidad Certificada

En TUBRICA producimos Sistemas de Tuberías y Conexiones con la más alta tecnología, garantizando la calidad de nuestros procesos de fabricación bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001.

Al adoptar las normas de calidad internacional y nacional, generamos mayor confianza en la capacidad de nuestros procesos de producción y por tanto en la calidad de los productos que fabricamos. Trabajamos para lograr la satisfacción de nuestros clientes y consumidores, por eso, cuando usted elige los Sistemas TUBRICA adquiere tecnología, seguridad y calidad internacional certificada.

ENERO DE 2015. (En revisión)



# UNIÓN RIEBER TUBRICA®

Es un sistema innovador y único en Venezuela de unión integrada que ofrece máxima estanqueidad.

Catalogado como el sistema de unión más confiable del mundo.

Más del 90% de los países industrializados en el mundo usan en sus sistemas hidráulicos esta tecnología.

## ARO DE ACERO

Alma de acero que impide deformación y desplazamiento.

## ANILLO SBR

(Stireno Butadieno Rubber)  
Elastómero sintético obtenido mediante la polimerización de una mezcla de estireno y de butadieno.

## VENTAJAS

- \* Anillo integrado con alma de acero.
- \* Unidad a prueba de fugas, totalmente hermética.
- \* Alto grado de movimiento axial.
- \* Impide deformación y desplazamiento.
- \* Ideal para terrenos inundados.
- \* No requiere mano de obra especializada.
- \* Fácil instalación.
- \* Reduce 30% el tiempo de instalación del sistema.

## CARACTERÍSTICAS

Sistema estanco	Totalmente hermético
Sistema balanceado	Set precocompresión que evita infiltración de materiales foráneos y una reducida fuerza de inserción
Aro de acero	Alivio para facilitar la inserción del anillo

## APLICACIONES

Sistemas Hidráulicos:

- Acueducto.
- Alcantarillado.
- Riego.

## ÍNDICE

### SISTEMA ACUEDUCTO

4 - 5

#### UNIÓN RIEBER

- TUBERÍA PARA ACUEDUCTO
- CONEXIONES PARA ACUEDUCTO

### PARÁMETROS DE DISEÑO

6 - 14

- DIMENSIONES
- VENTAJAS
- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO
- TABLAS
- GOLPE DE ARIETE

### INSTALACIÓN

15 - 18

#### PREPARACIÓN

- TIPOS DE APOYO
- INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA
- ANCLAJES
- TOMA DOMICILIARIA
- PRUEBA DE ESTANQUEIDAD
- ALMACENAMIENTO Y MANEJO
- TRANSPORTE

# SISTEMA ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER

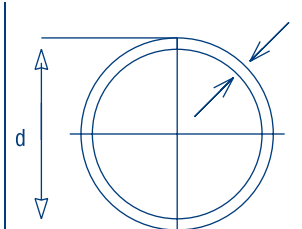
El Sistema Acueducto Unión Rieber TUBRICA ha sido diseñado para satisfacer ampliamente todas las necesidades que se pueden presentar a la hora de proyectar e instalar una red o sistema de distribución de aguas blancas. Cumple estrictamente con las normas COVENIN 518-1, lo que nos permite contar con productos absolutamente confiables.

La diversidad de conexiones, fácil instalación, peso reducido y economía hacen de este sistema el preferido por los proyectistas y constructores de urbanismos y redes.

## CLASE AA

Presión de Servicio  
6 Kg/cm<sup>2</sup> (85 PSI)

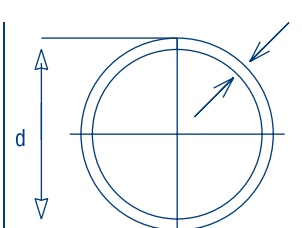
Código	Diámetro Nominal (d) mm	Espesor mínimo (e) mm	Diámetro Interno mm	Longitud efectiva de la Tubería m
10140203	75	2,2	70,60	5,89
10140205	110	3,2	103,60	5,88
10140207	160	4,7	150,60	5,86
10140208	200	5,9	188,20	5,85
10140209	250	7,3	235,40	5,83
10140210	315	9,2	296,60	5,81
10140211	400	11,7	376,60	5,78



## CLASE AB

Presión de Servicio  
10 Kg/cm<sup>2</sup> (142 PSI)

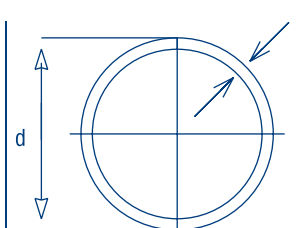
Código	Diámetro Nominal (d) mm	Espesor mínimo (e) mm	Diámetro Interno mm	Longitud efectiva de la Tubería m
10141201	50	2,4	45,20	5,90
10141202	75	3,6	67,80	5,89
10141203	110	5,3	99,40	5,88
10141204	160	7,7	144,60	5,86
10141205	200	9,6	180,80	5,85
10141206	250	11,9	226,20	5,83
10141207	315	15,0	285,00	5,81
10141208	400	19,1	361,80	5,78
10141209	500	23,9	452,20	5,73



## CLASE AC

Presión de Servicio  
16 Kg/cm<sup>2</sup> (227 PSI)

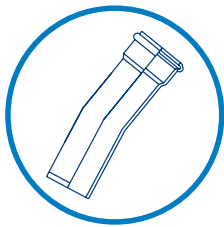
Código	Diámetro Nominal (d) mm	Espesor mínimo (e) mm	Diámetro Interno mm	Longitud efectiva de la Tubería m
10142201	50	3,7	42,60	5,90
10142202	75	5,6	63,80	5,89
10142203	110	8,2	93,60	5,88
10142204	160	11,9	136,20	5,86



# CONEXIONES ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER

## Curva 11,25°

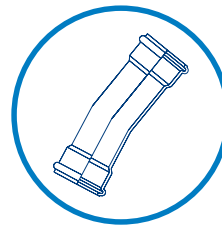
Espiga x Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151064	50
10151065	75
10151066	110
10151067	160
10151068	200
10151069	250
10151070	315
10151071	400

## Curva 11,25°

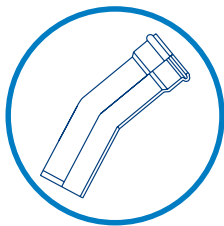
Doble Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151073	50
10151074	75
10151075	110
10151076	160
10151077	200
10151078	250
10151079	315
10151080	400

## Curva 22,50°

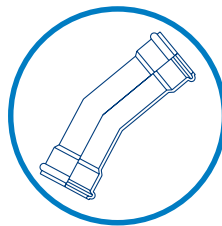
Espiga x Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151082	50
10151083	75
10151084	110
10151085	160
10151086	200
10151087	250
10151088	315
10151089	400

## Curva 22,50°

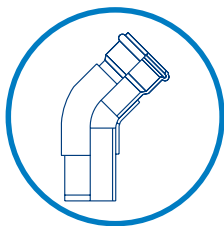
Doble Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151091	50
10151092	75
10151093	110
10151094	160
10151095	200
10151096	250
10151097	315
10151098	400

## Codo 45°

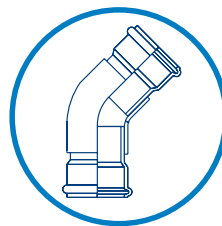
Espiga x Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151005	50
10151006	75
10151007	110
10151008	160
10151009	200
10151010	250
10151011	315

## Codo 45°

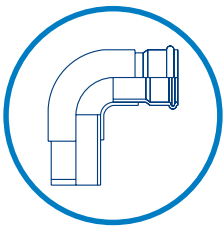
Doble Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151023	50
10151024	75
10151025	110
10151026	160
10151027	200
10151028	250
10151029	315

## Codo 90

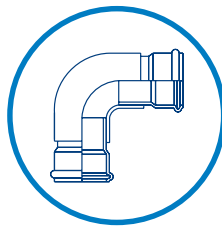
Espiga x Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151014	50
10151015	75
10151016	110
10151017	160
10151018	200
10151019	250
10151020	315

## Codo 90

Doble Junta Automática

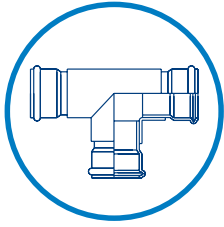


Código	Diámetro (mm)
10151033	50
10151034	75
10151035	110
10151036	160
10151037	200
10151038	250
10151039	315

# CONEXIONES ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER

## Tee

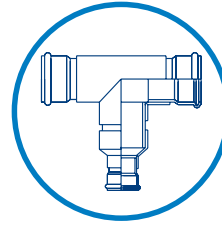
Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151045	50
10151046	75
10151047	110
10151048	160
10151049	200
10151050	250
10151051	315
10151052	400

## Tee Reducida

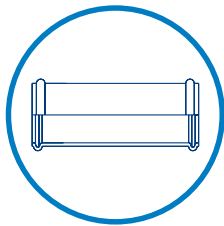
Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
10151056	75 x 50
10151057	110 x 70
10151058	160 x 110
10151059	200 x 160
10151060	250 x 200
10151061	315 x 250

## Manchón de Reparación

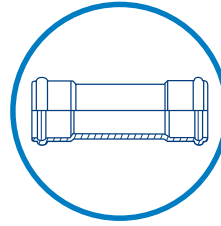
Junta Automática



Código	Diámetro (mm)
12151123	110
12151124	160
12151125	200
12151126	250
12151127	315

## Manchón Unión

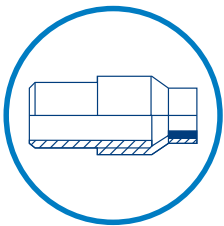
JA-JA



Código	Diámetro (mm)
10151111	50
10151112	75
10151113	110
10151114	160
10151115	200
10151116	250
10151117	315
10151118	400

## Reducción

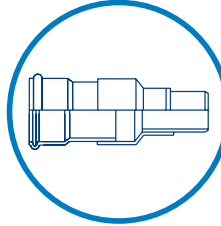
ExJS



Código	Diámetro (mm)
10151131	75x50
10151132	75x63
10151133	90x75
10151134	110x75
10151135	110x90

## Reducción

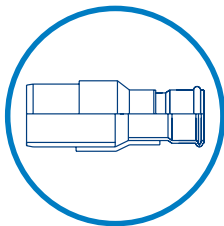
Junta Automática x Espiga



Código	Diámetro (mm)
10151151	75 x 50
10151152	110 x 70
10151153	160 x 110
10151155	200 x 160
10151156	250 x 200
10151157	315 x 250
10151158	400 x 315

## Reducción

Espiga x Junta Automática

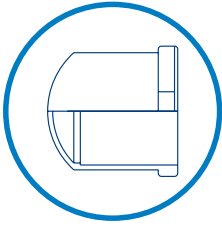


Código	Diámetro (mm)
10151143	75 x 50
10151144	110 x 70
10151145	160 x 110
10151146	200x 160
10151147	250 x 200
10151148	315 x 250
10151149	400 x 315

# CONEXIONES ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER

## Tapones Hembras

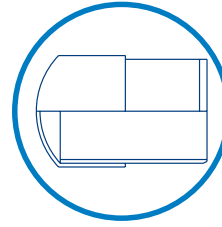
Para Soldar



Código	Diámetro (mm)
12150103	50
12150104	75
12150105	90
12150106	110
12150107	125
12150108	160
12150109	200

## Tapones Machos

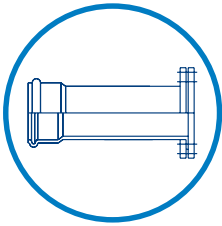
Para Soldar



Código	Diámetro (mm)
10150099	50
10150100	75
10150101	110
10150102	160

## Tapones Bridados

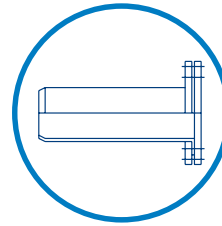
Junta Automática x Brida Ciega



Código	Diámetro (mm)
10151161	50
10151162	75
10151163	110
10151164	160
10151165	200
10151166	250
10151167	315

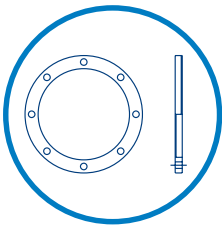
## Tapones Bridados

Espiga x Brida Ciega



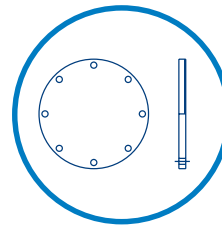
Código	Diámetro (mm)
10151170	50
10151171	75
10151172	110
10151173	160
10151174	200
10151175	250
10151176	315

## Brida Normal DIN



Código	Diámetro (mm)
10151179	50
10151180	75
10151181	110
10151182	160
10151183	200
10151184	250
10151185	315

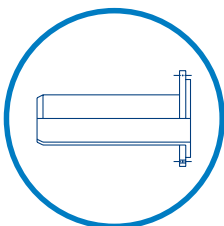
## Brida Ciega DIN



Código	Diámetro (mm)
10151188	50
10151189	75
10151190	110
10151191	160
10151192	200
10151193	250
10151194	315

## Pieza Extremidad

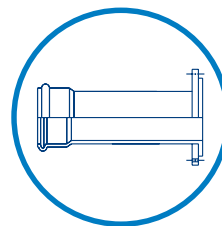
Espiga x Brida



Código	Diámetro (mm)
10151206	50
10151207	75
10151208	110
10151209	160
10151210	200
10151211	250
10151212	315

## Pieza Extremidad

Junta Automática x Brida

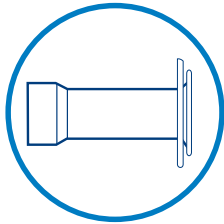


Código	Diámetro (mm)
10151215	50
10151216	75
10151217	110
10151218	160
10151219	200
10151221	250
10151222	315

# CONEXIONES ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER

## Pieza Extremidad

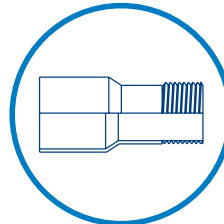
JS x Brida



Código	Diámetro (mm)
10151197	50
10151198	75
10151199	110

## Adaptador PVC - H.G.

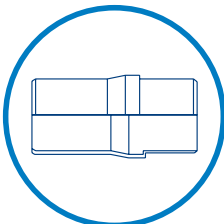
Campana para soldar x Rosca N.P.T.



Código	Diámetro (mm)
10150121	50 mm x 2"
10150123	75 mm x 2-1/2"
10150124	75 mm x 3"
10150125	110 mm x 4"
10150126	160 mm x 6"
10150127	200 mm x 8"

## Adaptador PVC - H.F.

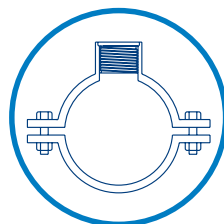
Espiga x Espiga



Código	Diámetro (mm)
10150115	75 x 80(3")
10150116	110 x 100(4")
10150117	160 x 150(6")
10150118	200 x 200(8")
10150119	250 x 250(10")
10150120	315 x 300(12")

## Abrazadera Simple

Rosca N.P.T.



Código	Diámetro (mm)
12150129	50 x 1/2"
12150130	50 x 3/4"
12150131	50 x 1"
12150132	75 x 1/2"
12150133	75 x 3/4"
12150134	75 x 1"
12150135	110 x 1/2"
12150136	110 x 3/4"
12150137	100 x 1"
12150138	160 x 1/2"
12150139	160 x 3/4"
12150140	160 x 1"

Las especificaciones siguientes son un resumen de la Norma COVENIN 518 - 1

### Requisitos mínimos de los anillos elastoméricos

Propiedad	Valor	Método de Ensayo
Resistencia Tensil, min. Mpa (psi)	13,80 (2000)	COVENIN 1067
Elongación, min. %	400	COVENIN 1067
Dureza Shore A	40-60	COVENIN 1066
Deformación permanente, max. %	25	COVENIN 746

# DIMENSIONES Tuberías Acueducto (Unión Rieber)

Dimensiones: Las dimensiones y tolerancias serán las que se señalan en la siguiente tabla

Dimensiones y Tolerancias						
Diámetros Exteriores		Oval Norma Clase AA	Clase AA RDE 34 (85 PSI)	Oval Norma Clase AB y AC	Clase AB RDE 21 (142 PSI)	Clase AC RDE 13.5 (227 PSI)
Nominal	Medio		Espesor Norma		Espesor Norma	Espesor Norma
(mm)	Min. Max.	(mm)	Min. Max. (mm)	(mm)	Min. Max. (mm)	Min. Max. (mm)
50	50,0	0,60	1,80	0,60	2,40	3,70
	50,2		2,20		2,90	4,30
75	75,0	1,60	2,20	0,90	3,60	5,40
	75,3		2,70		4,20	5,60
110	110,0	2,20	3,20	1,40	5,30	8,20
	110,4		3,80		6,10	9,30
160	160,0	3,20	4,70	2,00	7,70	11,90
	160,5		5,40		8,70	13,30
200	200,0	4,00	5,90	2,40	9,60	14,90
	200,6		6,70		10,80	16,60
250	250,0	5,00	7,30	3,00	11,90	-
	250,8		8,30		13,30	-
315	315,0	7,60	9,20	3,80	15,00	-
	316,0		10,40		16,70	-
400	400,0	9,60	11,70	4,80	19,10	-
	401,0		13,10		21,30	-
500	500,0	-	-	6,00	23,90	-
	501,0		-		26,50	-

## Identificación

Las tuberías llevarán marcados en forma continua e indeleble el nombre del fabricante, la sigla PVC, país de origen, diámetro nominal, clase (uso), No de lote de fabricación, RDE, espesor mínimo, norma, hora, dirección electrónica y código de barra.

● TUBRICA PVC HECHO EN VENEZUELA, DIAM 50 mm RDE21 ESPESOR MÍNIMO 2, 40 mm COVENIN 518- 1 ACUEDUCTO CLASE AB (150PSI) LOTE 271004L3A092.-200-1 16:00

[www.trubica.com](http://www.trubica.com)

## SISTEMA ACUEDUCTO UNIÓN RIEBER



# VENTAJAS DEL SISTEMA ACUEDUCTO TUBRICA

## UNIÓN RIEBER

La Unión Rieber Tubrica ® es un sistema innovador y único en Venezuela, catalogado como el más confiable del mundo. Consiste en un anillo de SB11 (Stireno Butadieno Rubber), que tiene en su interior un aro de acero que lo hace rígido. Es instalado en la línea de producción de la tubería en forma automática y su rigidez hace imposible colocarlo o extraerlo posteriormente, conformando una UNIÓN INTEGRADA al tubo.

Sus principales ventajas son:

- Garantía de Hermeticidad.
- Reduce el tiempo en la instalación en 30%.
- Elimina el deslizamiento de los anillos en el proceso de instalación y por consiguiente la Posibilidad de Fuga.
- Menor fuerza de inserción.
- Menor costo total de la tubería instalada.
- La Junta Rieber no tiene costo adicional.

## ECONOMÍA

Los tubos y conexiones de Acueducto de TUBRICA son más económicos que los tubos y conexiones de materiales convencionales. Por su menor coeficiente de fricción se pueden utilizar menores diámetros, manteniendo iguales el caudal y la velocidad. El costo de la mano de obra para la instalación es considerablemente menor ya que por ser tan livianas no se necesita de maquinaria pesada para su manejo ni de equipos especiales para su acople.

El rendimiento de la mano de obra es mucho mayor, debido a la facilidad de la instalación de su junta.

Mayor vida útil.

## RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Nuestras tuberías no se corroen evitando malos olores, sabores desagradables y coloraciones no deseadas en el agua potable.

## PAREDES LISAS

Usando el sistema de Acueducto de TUBRICA, se reducen considerablemente las pérdidas de carga por fricción, facilitando el flujo de agua. Otra ventaja de poseer paredes internas lisas es que éstas impiden la formación de incrustaciones internas que reducen y obstruyen el diámetro interno de los tubos y conexiones, dándole una vida útil más larga y eficiente a los sistemas de distribución de agua potable. Los sistemas de acueductos TUBRICA, por estar elaborados en PVC, poseen un menor coeficiente de rugosidad, lo que se traduce en menores pérdidas por fricción a lo largo de la red. Si se compararan con los sistemas de hierro fundido dúctil, nuestros sistemas introducen aproximadamente un 50% menos de pérdida, lo que finalmente se traduce en menor esfuerzo de bombeo o si se quiere 50% menos de potencia, que a largo plazo se refleja en un ahorro considerable de energía.

# Resistencia química del PVC

E = EXCELENTE / B = RESISTENCIA ACEPTABLE / L = LIMITADO SU USO / N = NO RECOMENDADO

SUSTANCIA	20 °C	60 °C	SUSTANCIA	20 °C	60 °C	SUSTANCIA	20 °C	60 °C
ACEITES Y GRASAS, ALIMENTICIOS	E	E	BENCENO	N	N	HIDROGENO	E	E
ACEITES LUBRICANTES Y MINERALES	E	E	BENCINA (PETROL)	E	E	HIDROQUINONA	E	E
ACEITES DE MAQUINAS	E	E	BENZOL	N	N	HIDROXIDO DE ALUMINIO	E	E
ACETALDEHIDO	N	N	BENZOLDEHIDO	N	N	HIDROXIDO DE CALCIO	E	E
ACETATO DE ETILO	N	N	BENZOATO DE SODIO O POTASIO	E	B	HIDROXIDO DE MAGNESIO	E	E
ACETATO DE BUTILO	N	N	BICARBONATO DE SODIO O POTASIO	E	E	YODO	N	N
ACETATO DE PLOMO	E	E	BICROMATO DE POTASIO	E	E	LECHE	E	E
ACETATO DE VINILO	N	N	BISULFATO DE SODIO	E	E	LICORES DE LA IND. DEL PAPEL	E	E
ACETATO DE SODIO	E	E	BISULFITO DE SODIO O POTASIO	E	E	LICORES DE CAÑA DE AZUCAR	E	E
ACETILENO	L	L	BORONATO DE SODIO O POTASIO	E	E	MELAZAS	E	E
ACETONA	N	N	BROMURO DE SODIO O POTASIO	E	E	MERCURIO	E	E
ACIDO ACETICO 20%	E	E	SALMUJERA	E	E	METANO	E	E
ACIDO ACETICO 20% - 80%	E	B	BORAX	E	E	METIL-ETIL-CETONA (MEC)	N	N
ACIDO ACETICO GLACIAL	B	N	BUTADIENO	E	E	MONOETANOLAMINA	N	N
ACIDO ADIPICO	E	E	BUTANO	E	E	NAFTA	E	E
ACIDO ARSENICO 80%	E	B	BUTANO DIOL	E	E	NAFTALENO	N	N
ACIDO BENZOICO	E	E	BUTANOL	E	N	NICOTINA	E	E
ACIDO BORICO	E	E	BUTIL ACETATO	N	N	NITROBENCENO	N	N
ACIDO BROMHIDRICO	E	B	BUTIL FENOL	E	N	NITRATO DE ALUMINIO	E	E
ACIDO BROMICO	E	E	BUTILENO	E	-	NITRATO DE AMONIO	E	E
ACIDO BUTIRICO 20%	B	N	CARBONATO DE AMONIO	E	E	NITRATO DE CALCIO	E	E
ACIDO BUTIRICO CONCENTRADO	N	N	CARBONATO DE CALCIO	E	E	NITRATO DE COBRE	E	E
ACIDO CARBONICO	E	E	CARBONATO DE COBRE	E	E	NITRATO FERROSO	E	E
ACIDO CITRICO	E	L	CARBONATO DE POTASIO	E	E	NITRATO DE MAGNESIO	E	E
ACIDO CLORO ACETICO	E	E	CARBONATO DE SODIO (SODA ASH)	E	E	NITRATO DE NIQUEL	E	E
ACIDO CLORHIDRICO HASTA 25%	E	B	CASEINA	E	E	NITRATO DE SODIO O POTASIO	E	E
ACIDO CLORHIDRICO 25% - 60%	E	E	CERVEZAS	E	E	NITRATO DE PLATA	E	E
ACIDO CROMICO 10%	E	E	CETONAS	N	N	NITRATO DE ZINC	E	E
ACIDO CROMICO 10% - 50%	E	L	CIANURO DE POTASIO O SODIO	E	E	OLEUM (SULFURICO ANHIDRIDO)	N	N
ACIDO ESTEARICO	E	E	CIANURO DE MERCURIO	E	E	OXIGENO	E	E
ACIDO FLUORHIDRICO HASTA 60%	E	L	CIANURO DE ZINC	E	E	OZONO	B	L
ACIDO FLUORHIDRICO 100%	B	L	CICLO HEXANOL	N	N	PARAFINA	E	E
ACIDO FORMICO	E	N	CICLO KEXANO	N	N	PETROLATUM	E	E
ACIDO FOSFORICO 0 - 25%	E	B	CICLO HEXANONA	E	E	PERBORATO DE SODIO O POTASIO	E	-
ACIDO FOSFORICO 25% - 85%	E	E	COMBUSTIBLE DE JETS	E	E	PERCLORATO DE POTASIO	E	E
ACIDO GRASO	E	E	CLORO GASEOSO SECO	L	N	PERMANGANATO DE POTASIO 10%	E	E
ACIDO GLICOLICO 30%	E	E	CLORO GAS HUMEDO	L	N	PERMANGANATO DE POTASIO 25%	B	L
ACIDO LACTICO 28%	E	E	CLORO LIQUIDO	N	N	PROPANO	E	E
ACIDO LAURICO	E	E	CLORO BENCENO	N	N	PROPILEN GLICOL	E	E
ACIDO LINOLEICO	E	E	CLOROFORMO	N	N	POTASA CAUSTICA	E	E
ACIDO MALEICO	E	E	CLORURO DE AMONIO	E	E	QUEROSEN	E	E
ACIDO NITRICO HASTA 50%	E	B	CLORURO DE HIERRO	E	E	ROCHELE, SALES DE	E	E
ACIDO NITRICO 60% - 70%	E	L	CLORURO DE CALCIO	E	E	SOLVENTES DE ACETATOS	N	N
ACIDO NITRICO 80%	E	L	(TETRA) CLORURO DE CARBONO	N	N	SOLVENTES CLORADOS	N	N
ACIDO NITRICO 90% - 100%	E	N	CLORURO DE ESTANO	E	E	SOLVENTES ESTANDAR	E	E
ACIDO NITRICO ANHIDRO	N	N	CLORURO DE MAGNESIO	E	E	SODA CAUSTICA	E	E
ACIDO NITRICO FUMANTE	N	N	CLORURO DE METILENO	N	N	SOLUCIONES DE PLATEADO DE HIERRO, CROMO, ORO, ZINC, PLOMO, NIQUEL		
ACIDO NITROSO 10%	E	E	CLORURO DE NIQUEL	E	E	PLATA ESTANO	E	E
ACIDO OLEICO	E	E	CLORURO DE POTASIO O SODIO	E	E	SULFURO	E	E
ACIDO OXALICO	E	E	CLORURO DE ZINC	E	E	SULFATO DE ALUMINIO	E	E
ACIDO PALMITICO 10%	E	E	CRUDOS (CRUDE OIL)	E	E	SULFATO DE AMONIO	E	E
ACIDO PALMITICO 70%	E	N	DETERGENTES (10% CLORO)	B	B	SULFATO DE CALCIO	E	E
ACIDO PERCLORICO 10%	E	L	DEXTRINA Y DEXTROSA	E	E	SULFATO DE COBRE	E	E
ACIDO PERCLORICO 15%	E	N	DIAZO SALES	E	E	SULFATO DE FERRICO	E	E
ACIDO PERCLORICO 70%	E	N	DISEL COMBUSTIBLE	E	E	SULFATO DE MAGNESIO	E	E
ACIDO SILICICO	E	E	DIETIL ETER	N	N	SULFATO DE NIQUEL	E	E
ACIDO SULFURICO HASTA 90%	E	E	DIMETIL FORMAMIDA	N	N	SULFATO DE POTASIO	E	E
ACIDO SULFURICO HASTA 95%	E	B	DIOTIL PHATALATO	N	N	SULFATO DE PLATA	E	E
ACIDO SULFUROSO	B	N	DIOXIDO DE CARBONO	E	E	SULFATO DE SODIO	E	E
ACIDO TARTARICO	E	E	ETERES	N	N	SULFITO DE SODIO	E	E
ACIDO SULFO-NITRICO	E	E	ETER ETILICO	N	N	SULFATO DE AMONIO	E	E
ACIDO MURIATICO	E	E	ETILEN GLICOL	E	L	SULFURO DE AMONIO	E	E
ACRILATO DE ETILO	N	N	EMULSIONES FOTOGRAFICAS	E	E	SULFURO DE HIDROGENO	E	E
PRODUCTOS ALIMENTICIOS	E	E	FENOL	B	N	SULFURO DE POTASIO	E	E
AGUA DE MAR	E	E	FERROCIANURO DE POTASIO	E	E	SULFURO DE SODIO	E	E
AGUAS NEGRAS	E	E	FERRICAS SALES	E	E	TETRAETILO DE PLOMO	E	B
AGUA OXIGENADA	E	E	FORMALDEHIDO	E	E	TETRAHIDROFURANO (THF)	N	N
AGUA POTABLE	E	E	FOTOGRAFIAS QUIMICAS Y EMULSIONES	E	E	TOLUENO	N	N
AGUA REGIA	E	L	FREON 11-12-113-114	E	B	TREMENTINA	E	E
ALCOHOL ALILICO 96%	B	L	FREON 21-22	N	N	TRIEATANOLAMINA	E	E
ALCOHOL BUTILICO	E	B	FRUTAS, PULPAS Y JUGOS	E	E	TRITILAMINA	E	E
ALCOHOL ETILICO	E	E	FUEL OIL	B	N	TRIMETIL PROPANO	E	B
ALCOHOL ISOPROPILICO (2 PROPANOL)	E	E	FURFURAL	N	N	TRICLORO ETILENO	N	N
ALCOHOL PROPILICO (1 PROPANOL)	E	E	JABONES	E	E	URETA	E	E
ALMIDON	E	E	GAS DE COQUE	E	E	VINAGRE	E	E
ALUMBRES	E	E	GAS DE HULLA MANUFACTURADO	N	N	VINOS	E	-
AMONIACO GAS SECO	E	E	GAS NATURAL (METANO) SECO	E	E	WHISKY	E	E
AMONIACO LIQUIDO	E	B	GAS NATURAL HUMEDO	E	E	XILENO O XILOL	N	N
ANHIDRIDO CARBONICO SECO	E	E	GASOLINA	E	E			
ANHIDRIDO CARBONICO HUMEDO	E	E	GASOLINA REFINADA	E	B			
ANHIDRIDO FOSFORICO	E	-	GASOIL (DIESEL)	E	E			
ANHIDRIDO SULFUROSO SECO	E	E	GELATINA	E	E			
ANHIDRIDO SULFUROSO HUMEDO	E	B	GLUCOSA	E	E			
ANHIDRIDO SULFUROSO SOLUCION	E	B	GLICERINA (GLICEROL)	E	E			
ANILINAS	N	N	GLICOLAS	E	E			
ANTRAQUINONA	E	E	HEPTANO	E	B			
ASFALTOS	E	E	HEXANO	E	L			
AZUCAR, SOLUCIONES	E	E						

# CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO EN PVC

Previo al desarrollo y ejecución de un proyecto de acueducto deberán realizarse estudios preliminares que comprenderán la obtención, selección y recopilación de información tanto existente como por levantar en el sitio, abarcando desde la fuente del agua potable hasta la toma domiciliaria para cada usuario a fin de diseñar sistemas eficientes que se adapten a las condiciones de trabajo propias de cada localidad.

En forma general, durante el diseño y ejecución de un acueducto es fundamental tener a la mano la siguiente información:

- Proyecto del urbanismo
- Proyecto de vialidad
- Información del instituto de servicios en relación con las características del acueducto y de los puntos de donde se pueda alimentar la nueva red.

El diseño del acueducto en grandes rasgos se basa en la disposición de la red en la localidad y el diametro adecuado para cada tramo o sección del mismo.

A continuación presentamos una serie de actividades paso a paso que facilitarán el camino para lograr un diseño adecuado:

## 1.- Estudio de Dotación

Entendiendo por dotación la cantidad de agua que se debe suministrar en un determinado tiempo a los usuarios de la red, se debe calcular el gasto diario haciendo uso de la Gaceta Oficial Extraordinaria No. 4044 del MSAS de fecha 08 de Septiembre del año 1988, referente a las dotaciones de los diferentes tipos de usos de la tierra.

La mencionada gaceta establece los consumos propios de viviendas unifamiliares, multifamiliares, centros asistenciales de salud, planteles educativos, cuarteles, cárceles, iglesias, instituciones públicas, mercados, supermercados, hoteles, estaciones de servicio, centros comerciales y algunos otros tipos de consumos de agua potable, sin embargo a continuación citamos la información correspondiente a los consumos en viviendas unifamiliares y multifamiliares por ser estos los más comunes y los que engloban el mayor consumo de agua potable.

### Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares

ÁREA TOTAL DE LA PARCELA O DEL LOTE EN M2		DOTACIÓN DE AGUA EN LITROS X DÍA
HASTA	200	1.500
201	300	1.700
301	400	1.900
401	500	2.100
501	600	2.200
601	700	2.300
701	800	2.400
801	900	2.500
901	1.000	2.600
1.001	1.200	2.800
1.201	1.400	3.000
1.401	1.700	3.400
1.701	2.000	3.800
2.001	2.500	4.500
2.501	3.000	5.000
MAYORES DE	3.000	5000 L/DIA + 100 L/DIA POR CADA 100M2

Nota: Las dotaciones que aquí se presentan contemplan la dotación por consumo doméstico y la dotación por mantenimiento de áreas verdes.

## Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares.

NÚMERO DE DORMITORIOS DE CADA UNIDAD DE VIVIENDA	DOTACIÓN DE AGUA POR VIVIENDA EN LITROS X DÍA
1	500
2	850
3	1.200
4	1.350
5	1.500
MÁS DE 5	1500 L/DIA + 150L/DIA POR CADA DORMITORIO ADICIONAL

Nota: Las dotaciones que aquí se presentan corresponden únicamente a las destinadas para consumo doméstico. La dotación correspondiente al mantenimiento de áreas verdes, piscinas, comercios u otros, deberán ser calculadas adicionalmente.

### 2.- Ubicación de la fuente de alimentación para la nueva red

Una vez conocida la demanda aproximada de agua potable requerida por el nuevo desarrollo, se procede a investigar las posibles fuentes de suministro, bien sea de un acueducto existente con capacidad suficiente o alguna otra fuente natural superficial o subterránea, a fin de garantizar el suministro promedio diario requerido.

En este punto se pudiera profundizar más en lo que respecta a los diferentes tipos de fuentes de alimentación, sus ventajas y sus desventajas, sin embargo tal análisis no es parte del alcance de este manual, el cual está enfocado en el diseño de la red, de manera que para seguir con los pasos del diseño, asumiremos que ya contamos con una fuente de suministro suficiente para satisfacer la demanda promedio diaria y que su ubicación y características están bien definidas.

### 3.- Variaciones en el Consumo

Si bien el estimado de la demanda es obtenido como un promedio de consumo diario y que nuestra fuente de alimentación es capaz de dicho suministro en el mismo intervalo de tiempo, la realidad es que el consumo diario no se lleva a cabo de una forma constante, sino que por el contrario existen horas donde el consumo puede llegar a ser 200% del valor del consumo promedio mientras que en otros momentos estará por debajo de dicho valor. Por esta razón el acueducto debe ser diseñado para suplir el suministro eficientemente durante los momentos de mayor consumo.

En referencia al modelo de consumo diario, el INOS en publicación realizada en junio de 1965 presentó la curva típica de consumo en función del horario. Y al analizar dicha curva se puede observar claramente las horas críticas, en las cuales se aprecia lo siguiente:

- 1.-Entre las 6:30 am y las 7:45 pm el consumo de agua es siempre superior al consumo diario promedio, mientras que durante el resto de la noche el consumo es inferior.
- 2.-A lo largo del día se producen dos picos de demanda bien identificados, el primero a las 8 am en el orden del 200% y el segundo alrededor de las 5 pm en el orden del 150%.

Con estos picos de demanda claramente identificados procedemos a aplicar las correcciones correspondientes a los cambios de estación climática en el transcurso del año. En verano durante los 7 primeros meses del año se experimenta un incremento en el consumo de agua en el orden del 125% y en los 5 meses restantes se percibe una disminución al 80%, de manera que la red de acueducto en desarrollo deberá ser capaz de suministrar agua bajo las condiciones más exigentes de demanda, la cual es la que se presenta durante la hora pico del día durante los días de verano.

#### Pico máximo horario del día de consumo máximo diario:

Pico máximo = % máximo horario x % máximo diario

Pico máximo = 200% x 125% = 250% del consumo promedio diario

En este punto cabe aclarar que si bien la fuente del acueducto debe ser capaz de suministrar la totalidad de la demanda promedio diaria, es necesario calcular el almacenamiento de agua requerido para compensar las demandas altas con las bajas a fin de garantizar el suministro. El cálculo inherente a la estimación de la capacidad de dicho estanque no es materia de este manual, sin embargo cabe destacar que por norma del INOS quedó establecido que la capacidad de almacenamiento nunca debe ser menor al 40% del consumo diario promedio, el cual por lo general se encuentra muy por encima de los valores obtenidos mediante los cálculos pertinentes, los cuales usualmente oscilan entre un 20% y un 25%.

En los casos que el acueducto a desarrollar vaya a ser alimentado de un servicio de acueducto existente, se deberá incrementar la capacidad de almacenamiento en un 25% por encima de lo establecido, inclusive cada vez que se aplique un rebombeo adicional se deberá contemplar un 12,5% adicional.

Es importante completar la información señalada anteriormente con lo establecido por la Gaceta 4.103 del 02-06-1989 NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANOS; que establece lo siguiente:

Artículo 100: El cálculo de las tuberías del sistema de distribución de agua para los desarrollos urbanísticos, deberá ajustarse en lo posible a las curvas de demanda de consumo de la población, pero en caso de no conocerse éstas, podrán proyectarse bajo las siguientes hipótesis:

a. Caso de abastecimiento por gravedad: (válido también para aquellos casos donde se bombee directamente a estanques de almacenamiento o compensadores).

Hipótesis 1: Gasto máximo igual al 250% del gasto medio.

Hipótesis 2: Gastos iguales al 180% del gasto medio, más gasto de incendio correspondiente al nodo más desfavorable del sistema.

b. Caso de abastecimiento por bombeo a través de la red de distribución, con estanque compensador:

Hipótesis 1: Gasto máximo igual al 250% del gasto medio con las bombas funcionando.

Hipótesis 2: Gastos iguales a los considerados en las Hipótesis 1 y 2 del punto anterior pero con las bombas paradas.

Hipótesis 3: Gastos de consumo igual a cero con las bombas en funcionamiento.

Por su parte el Artículo 95 establece los gastos de incendio, dependiendo del tipo de urbanismo:

a. Zonas Residenciales destinadas a viviendas unifamiliares o bifamiliares aisladas, 10 lts/seg.

b. Zonas Residenciales destinadas a viviendas multifamiliares, comerciales o mixtas e industriales, 16 lts/seg para baja densidad y 32 lts/seg para alta densidad. (Se acostumbra a utilizar este último valor en zonas industriales). La duración del incendio se supondrá de cuatro (04) horas.

Finalmente el Artículo 75 establece la capacidad requerida de almacenamiento en los estanques:

a. Estanque para una red: 40 % del gasto medio + reserva para incendio (04 horas).

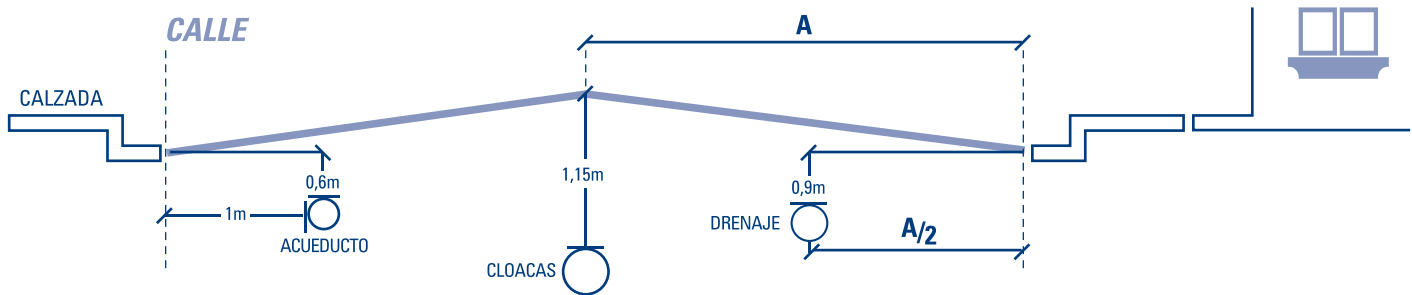
b. Estanque para una red de la cual se bombea a otra: 40 % del gasto medio + reserva para incendio (04 horas) + 25% del gasto medio de la red abastecida por bombeo.

c. Estanque para una red abastecida por bombeo de la cual se bombee a otra: 40 % del gasto medio diario de la red + reserva para incendio (04 horas) + 25% del gasto medio de la red abastecida por bombeo + 12.5% de la red abastecida por rebombeo.

## 4.- Diseño de la red

Una vez conocida la demanda máxima de la red y la demanda máxima de cada toma, procedemos a hacer el diagrama de la red aplicando los pasos que se presentan a continuación:

- Ubicación en el plano de planta de las distintas tomas de agua, ya que por frente de cada toma, necesariamente deberá colocarse una tubería de distribución.
- Habiendo establecido las tuberías de distribución principal, se procede a elaborar fácilmente la red de distribución hacia cada una de las tomas domiciliarias.
- En una calle generalmente las cloacas van por el eje de ella, el drenaje por un lado de la calzada y el acueducto a 1 metro de la acera por el otro. Generalmente se colocan las tuberías de acueducto por el lado de la calzada que presente más tomas domiciliarias.



•Se debe cuidar que las tuberías de distribución estén enmalladas y con frecuencia es conveniente la colocación de tuberías, que aunque no alimenten directamente ninguna parcela, representen alternativas de flujo muy importantes en caso de fallas en algunos ramales de la red.

•Se procede a calcular la demanda media máxima que abastece directamente cada tramo en función de las parcelas o las tomas domiciliarias que alimenta. Entendiendo como tramo el ramal de tubería comprendido entre dos nodos consecutivos y por nodo a aquellos puntos donde se interceptan varios tramos de tubería, inclusive en tramos muy largos, algún punto intermedio que el proyectista considere conveniente.

•Se realiza la sumatoria de los consumos consolidados en cada nodo y se obtiene el consumo promedio concentrado en cada nodo, luego se evalúa la red bajo las condiciones de funcionamiento que establece la norma y cualquier adicional que considere el proyectista.

### Velocidades sugeridas según norma INOS 1975

CASO CAUDAL MAX. = 250% X CAUDAL MEDIO	
DIAMETRO (mm)	V max. (m/s)
50	0,65
75	0,70
110	0,75
160	0,80
200	0,90
250	1,00
315	1,10
400	1,25
500	1,40

Nota: Estas velocidades máximas que establece la norma deben ser consideradas como referencia, en ningún caso como algo rígido e inflexible. Lo que sí debe ser respetado para garantizar un buen funcionamiento del sistema, es manejarse dentro de los rangos de velocidad mínima y máxima, los cuales nos permiten tener un buen flujo dentro de la red, pero sin llegar a los valores de velocidad en donde hay que considerar los efectos por golpe de ariete, tal rango de velocidad es el siguiente:

**Velocidad mínima = 0,6 m/s**

**Velocidad máxima = 1,6 m/s**

### Cálculo de Q. Máx. para cada diámetro de Tubería y población

D (mm)	D. int. (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	V. máx (m/s)	Q. máx (Lts/seg)	Población
50	45,2	0,001605	0,65	1,04	121,00
75	67,8	0,003610	0,70	2,53	292,00
110	99,4	0,007760	0,75	5,82	671,00
160	144,6	0,016422	0,80	13,14	1.514,00
200	180,8	0,025674	0,90	23,11	2.662,00
250	226,2	0,040186	1,00	40,19	4.630,00
315	285,0	0,063794	1,10	70,17	8.084,00
400	361,8	0,102808	1,25	128,51	14.805,00
500	452,2	0,160602	1,40	224,84	25.902,00

Para los Cálculos anteriores se tomaron las siguientes consideraciones:

- Se trabajó con la tubería AB que es la que se comercializa con mayor frecuencia. Los valores con tuberías clase AA y clase AC no varían significativamente.
- Se utilizó la hipótesis  $Q_{max} = 2,5 Q_{medio}$ .
- Se consideró para la dotación una parcela de 200m<sup>2</sup>, dot = 1500 lts/día.
- Se estimó un promedio de 05 personas por parcela.

• El paso siguiente es equilibrar el sistema logrando una distribución final de caudales que permita comprobar:

a. Que en todos los nodos se cumpla la ecuación de continuidad “Caudal Afluyente igual a Caudal Efluente”.

b. Que la suma algebraica de las pérdidas en cualquier malla debe sea igual a cero. Para verificar este punto se debe asignar un signo a cada tramo en cada malla, de acuerdo al sentido en el cual se haya estimado el caudal inicialmente. Habitualmente se considera el sentido de las agujas del reloj como positivo, si el sentido del caudal coincide es positivo, de lo contrario es negativo.

Para lograr este punto existen varios métodos iterativos de aproximación, siendo el más común el método de Hardy Cross que será explicado brevemente más adelante. La aplicación del método permite calcular los caudales finales en cada tramo y los sentidos finales de dichos caudales, estos últimos no necesariamente coinciden siempre con los estimados inicialmente. El proyectista puede modificar los diámetros preseleccionados inicialmente a fin de ocasionar los cambios en los caudales o sentidos finales que considere más convenientes para el proyecto. No es recomendable que los caudales finales sean muy cercanos a cero. Es importante resaltar que la aplicación del método iterativo seleccionado se debe hacer para cada una de las hipótesis recomendadas por el artículo 100 de la Gaceta 4.103 señalado previamente, tomando siempre como referencia el caso más desfavorable.

• Para calcular las pérdidas en cada uno de los tramos, durante la aplicación del método iterativo seleccionado, la Gaceta 4.103 recomienda en el artículo 102 la fórmula de William Hazen que se describe a continuación: (Tomada del libro del profesor Simón Arocha, Abastecimientos de Agua, pág. 29)

$$J = \frac{1,21957 \times 10^{-10} \times L \times 1,1 \times Q^{1,85}}{140^{1,85} \times D^{4,87}}$$

J= PÉRDIDA EN METROS.

L= LONGITUD DE CADA TRAMO EN METROS

Q= CAUDAL EN LTS/SEG

D= DIÁMETRO INTERNO EN MM.

Nota: a la fórmula señalada por el profesor Arocha en su libro, se le ha agregado el término 1.1 a fin de aumentar en un 10% la longitud de cada tramo y de este modo considerar en el cálculo las pérdidas que se generan por las diferentes conexiones del sistema.

• Una vez que el proyectista esté conforme con los caudales y sentidos finales de cada una de las mallas, se calculan las pérdidas finales y se utilizan estos valores para calcular la presión final en cada uno de los nodos, verificándose que se cumplan las recomendaciones indicadas en los artículos 93 y 103 de la Gaceta 4.103 que señala que el rango de presiones debe variar entre 20 y 70 metros de altura de agua. ( 28.44 – 99.54 PSI). Si no se cumple con este rango de presiones se deben proceder a realizar las modificaciones que sean necesarias en el sistema a fin de cumplir con dicha recomendación y repetir de nuevo la aplicación del método iterativo seleccionado. Dichas modificaciones pueden contemplar entre otras:

a. Modificar los diámetros de algunos tramos.

b. Sugerir la instalación de Válvulas Reguladoras de Presión o Reguladoras de Flujo.

• Es conveniente revisar las velocidades que se generan con los caudales finales y compararlas con la Tabla tomada de la Norma INOS indicada previamente.

## Método de Hardy Cross.

El Método de Hardy Cross se aplica para balancear cada una de las mallas que forman parte del sistema. Para poderlo aplicar se requiere que el proyectista haya realizado una preselección de los diámetros de cada uno de los tramos del proyecto. Con dichos diámetros se hace un primer cálculo de las pérdidas en cada uno de los tramos del sistema.

En este punto es cuando se aplica propiamente el Método de Cross, el cual nos permite calcular la variación del caudal  $\Delta q$  en la que debe modificarse el caudal de cada tramo supuesto originalmente para logra balancear el sistema:

$$\Delta q = \frac{\sum K \cdot Q^n}{n \cdot \sum K \cdot Q^{n-1}}$$

En donde:

$\Delta q$  = Factor de corrección (lts/seg)

$\sum K$  = Sumatoria algebraica de las pérdidas por carga en cada tramo con su signo

$\sum K \cdot Q^{n-1}$  = Sumatoria en valor absoluto de la relación pérdida - caudal en cada tramo

Si  $\Delta q$  da con signo positivo (+), entonces habrá que restar dicha variación del caudal considerado inicialmente para obtener la corrección y si da negativo (-) habrá que sumarlo, obteniendo de esta manera el caudal definitivo.

Las interacciones se realizan hasta que se consigue un error del 2% de la presión residual disponible, tal y como recomienda el artículo 103 de la Gaceta 4.103. Posteriormente se llevan a cabo todas las verificaciones señaladas anteriormente de:

- Caudales y sentidos finales.
- Velocidades finales.
- Presiones máximas y mínimas.
- Si el proyectista está conforme se da por terminado el cálculo y se procede a elaborar los cómputos métricos.

## POTENCIA DE BOMBEO:

En caso de que sea necesario calcular un equipo de bombeo para el sistema, se puede utilizar como referencia la siguiente Ecuación:

$$\text{Potencia (HP)} = \frac{\delta * Q * H_t}{n * 76,04}$$

### En donde

Potencia = Potencia nominal requerida por la bomba en HP

$\delta$  = Peso específico del líquido (agua = 1.000Kg/m<sup>3</sup>)

Q = Caudal a ser bombeado (m<sup>3</sup>/seg)

n = Eficiencia de la bomba, la cual siempre es menor que 1

H<sub>t</sub> = Altura de bombeo total, la cual es la suma de la carga estática más las pérdidas de fricción en la tubería y las pérdidas menores introducidas por las conexiones,

$$\text{KVA} = \frac{\text{HP} * 746}{1.000 * \text{Efc} * \text{Fp}}$$

### En donde

KVA= Kilo Volt-Amper

HP = Potencia requerida por la bomba en HP

Efc = Eficiencia del motor eléctrico, el cual siempre es menor que 1

Fp = Factor de potencia del motor debido a pérdidas por inducción eléctrica, siempre es menor que 1

Como se puede observar en la primera ecuación, las pérdidas del sistema repercuten en forma directa y proporcional sobre el consumo de potencia. Al observar la segunda ecuación, podemos apreciar que dicho consumo de potencia mecánica se traduce en consumo de energía eléctrica en forma proporcional.

A continuación se presenta una tabla que nos permite conocer los valores del caudal en litros por segundo para cada uno de los diámetros de tubería TUBRICA en función de la velocidad mínima, velocidad sugerida y velocidad máxima, de esta forma se hará más sencillo la selección de diámetros apropiados en función de las características de diseño.

CASO CAUDAL MAX. = 250% X CAUDAL MEDIO								
D. nominal (mm)	D efectivo (mts)	Á. útil (mts <sup>2</sup> )	V. mín.	Q mín.	V sugerida	Q sugerida	V máx	Q máx.
50	0,0454	0,00162	0,60	0,97	0,65	1,05	1,60	2,59
75	0,0678	0,00361	0,60	2,17	0,70	2,53	1,60	5,78
110	0,0994	0,00776	0,60	4,66	0,75	5,82	1,60	12,42
160	0,1446	0,01642	0,60	9,85	0,80	13,14	1,60	26,28
200	0,1808	0,02567	0,60	15,40	0,90	23,11	1,60	41,08
250	0,2262	0,04019	0,60	24,11	1,00	40,19	1,60	64,30
315	0,2850	0,06379	0,60	38,28	1,10	70,17	1,60	102,07
400	0,3618	0,10281	0,60	61,68	1,25	128,51	1,60	164,49
500	0,4522	0,16060	0,60	96,36	1,40	224,84	1,60	256,96

NOTA: V= (m/seg) Q= (ℓ/s)

En los cuadros siguientes se presenta para cada tipo de tubería, los cálculos de las pérdidas para diferentes valores de caudal, en las condiciones especificadas.

## Tubería de Acueducto AA

PÉRDIDA INTRODUCIDA AL SISTEMA EN METROS POR CADA 100 METROS, CONTEMPLANDO LAS VELOCIDADES MINIMAS Y MAXIMAS CON SU RESPECTIVO CAUDAL ASOCIADO														
D(mm)	75		110		160		200		250		315		400	
DI(mm)	70,60		103,60		150,60		188,20		235,40		296,60		376,60	
A (cm <sup>2</sup> )	0,391		0,843		1,781		2,782		4,352		6,909		11,139	
Q (lts/seg)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)
1,00														
1,10														
1,50														
2,00														
2,50	0,705	0,64												
3,00	0,988	0,77												
3,50	1,314	0,89												
4,00	1,683	1,02												
4,50	2,092	1,15												
5,00	2,543	1,28	0,393	0,59										
5,50	3,033	1,40	0,469	0,65										
6,00	3,563	1,53	0,550	0,71										
8,00	6,066	2,04	0,937	0,95										
10,00			1,416	1,19	0,229	0,56								
12,00			1,984	1,42	0,321	0,67								
14,00			2,639	1,66	0,427	0,79								
16,00					0,546	0,90	0,185	0,58						
18,00					0,679	1,01	0,229	0,65						
21,00					0,904	1,18	0,305	0,75						
24,00					1,157	1,35	0,391	0,86						
27,00					1,438	1,52	0,486	0,97	0,163	0,62				
31,00					1,857	1,74	0,627	1,11	0,211	0,71				
35,00							0,785	1,26	0,264	0,80				
39,00							0,959	1,40	0,323	0,90				
43,00							1,149	1,55	0,386	0,99	0,125	0,62		
47,00							1,355	1,69	0,456	1,08	0,148	0,68		
52,00									0,549	1,19	0,178	0,75		
57,00									0,651	1,31	0,211	0,82		
62,00									0,760	1,42	0,247	0,90		
67,00									0,878	1,54	0,285	0,97	0,089	0,60
72,00									1,003	1,65	0,325	1,04	0,102	0,65
77,00											0,368	1,11	0,115	0,69
83,00											0,423	1,20	0,132	0,75
89,00											0,482	1,29	0,151	0,80
95,00											0,543	1,37	0,170	0,85
101,00											0,609	1,46	0,190	0,91
107,00											0,677	1,55	0,212	0,96
113,00											0,749	1,64	0,234	1,01
119,00													0,258	1,07
125,00													0,282	1,12
131,00													0,308	1,18
137,00													0,334	1,23
147,00													0,381	1,32
157,00													0,430	1,41
167,00													0,482	1,50
177,00													0,537	1,59
187,00													0,595	1,68

## Tubería de Acueducto AB

**PÉRDIDA INTRODUCIDA AL SISTEMA EN METROS POR CADA 100 METROS, CONTEMPLANDO LAS VELOCIDADES MINIMAS Y MAXIMAS CON SU RESPECTIVO CAUDAL ASOCIADO**

D(mm)	50		75		110		160		200		250		315		400		500	
DI(mm)	45,20		67,80		99,40		144,60		180,80		226,20		285,00		361,80		452,20	
A (cm <sup>2</sup> )	0,160		0,361		0,776		1,642		2,567		4,019		6,379		10,281		16,060	
Q (lts/seg)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)
1,00	1,136	0,62																
1,10	1,355	0,69																
1,50	2,405	0,93																
2,00	4,095	1,25	0,568	0,55														
2,50	6,188	1,56	0,859	0,69														
3,00	8,670	1,87	1,204	0,83														
3,50			1,601	0,97														
4,00			2,049	1,11														
4,50			2,548	1,25	0,395	0,58												
5,00			3,097	1,38	0,480	0,64												
5,50			3,694	1,52	0,573	0,71												
6,00			4,339	1,66	0,673	0,77												
8,00					1,146	1,03												
10,00					1,732	1,29	0,279	0,61										
12,00					2,427	1,55	0,391	0,73										
14,00					3,228	1,80	0,520	0,85	0,175	0,55								
16,00							0,666	0,97	0,224	0,62								
18,00							0,828	1,10	0,279	0,70								
21,00							1,101	1,28	0,371	0,82								
24,00							1,410	1,46	0,475	0,93	0,160	0,60						
27,00							1,753	1,64	0,591	1,05	0,198	0,67						
31,00							2,264	1,89	0,763	1,21	0,256	0,77						
35,00									0,955	1,36	0,321	0,87						
39,00									1,166	1,52	0,392	0,97	0,127	0,61				
43,00									1,397	1,67	0,469	1,07	0,152	0,67				
47,00											0,553	1,17	0,180	0,74				
52,00											0,667	1,29	0,216	0,82				
57,00											0,790	1,42	0,257	0,89				
62,00											0,923	1,54	0,300	0,97	0,094	0,60		
67,00											1,066	1,67	0,346	1,05	0,108	0,65		
72,00													0,395	1,13	0,124	0,70		
77,00													0,447	1,21	0,140	0,75		
83,00													0,514	1,30	0,161	0,81		
89,00													0,585	1,40	0,183	0,87		
95,00													0,660	1,49	0,206	0,92	0,070	0,59
101,00													0,739	1,58	0,231	0,98	0,078	0,63
107,00													0,822	1,68	0,257	1,04	0,087	0,67
113,00															0,285	1,10	0,096	0,70
119,00															0,313	1,16	0,106	0,74
125,00															0,343	1,22	0,116	0,78
131,00															0,374	1,27	0,126	0,82
137,00															0,407	1,33	0,137	0,85
147,00															0,463	1,43	0,156	0,92
157,00															0,523	1,53	0,177	0,98
167,00															0,586	1,62	0,198	1,04
177,00																	0,220	1,10
187,00																	0,244	1,16
197,00																	0,269	1,23
207,00																	0,294	1,29
217,00																	0,321	1,35
227,00																	0,349	1,41
237,00																	0,378	1,48
247,00																	0,408	1,54
257,00																	0,439	1,60
267,00																	0,471	1,66

## Tubería de Acueducto AC

PÉRDIDA INTRODUCIDA AL SISTEMA EN METROS POR CADA 100 METROS, CONTEMPLANDO LAS VELOCIDADES MINIMAS Y MAXIMAS CON SU RESPECTIVO CAUDAL ASOCIADO								
D(mm)	50		75		110		160	
DI(mm)	42,60		63,80		93,60		136,20	
A (cm <sup>2</sup> )	0,143		0,320		0,688		1,457	
Q (lts/seg)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)	J(m)	V(m/s)
0,90	1,247	0,63						
1,10	1,808	0,77						
1,50	3,209	1,05						
2,00	5,465	1,40	0,764	0,63				
2,20	6,518	1,54	0,912	0,69				
2,40	7,657	1,68	1,071	0,75				
2,90			1,520	0,91				
3,40			2,040	1,06				
3,90			2,629	1,22				
4,40			3,287	1,38	0,508	0,64		
4,90			4,011	1,53	0,620	0,71		
5,40			4,801	1,69	0,742	0,78		
7,40					1,330	1,08	0,214	0,51
9,40					2,070	1,37	0,333	0,65
11,40					2,958	1,66	0,476	0,78
13,40							0,642	0,92
15,40							0,831	1,06
17,40							1,041	1,19
20,40							1,397	1,40
23,40							1,801	1,61
26,40							2,251	1,81

Para los tres casos los valores fueron calculados con la fórmula de William Hazen, tomada del libro del profesor Simón Arocha, Abastecimientos de Agua, pág. 29

$$J = \frac{1,21957 \times 10^{10} \times 100 \times Q^{1,85}}{140^{1,85} \times D^{4,87}}$$

- J = PÉRDIDA EN METROS.  
 L = LONGITUD DE CADA TRAMO EN METROS.  
 Q = CAUDAL EN LTS/SEG  
 D = DIÁMETRO INTERNO EN MM.

Ejemplo de aplicación:

Calcule la pérdida que se produce en una tubería de 75mm de diámetro, clase AB, con un Caudal de 5.5 lt/s, para una longitud de 3mts: Para resolver este problema usando la tabla se busca para el diámetro indicado el factor que corresponde al Caudal solicitado, en este caso, para Q= 5.5 lt/s el factor es = 3.694. Dicho factor se multiplica por la longitud señalada y se divide entre 100. Pérdida (m) = 3.694x3/100 = 0.111 m.

# GOLPE DE ARIETE

Golpe de ariete es el nombre dado al fenómeno según el cual toda variación en las condiciones de funcionamiento de un aparato (válvula, bomba, etc.) instalado en una tubería por la que circula un líquido en régimen permanente, produce unas variaciones de presión y caudal que se propagan por el interior de la misma a una velocidad determinada, la cual sólo depende de la compresibilidad del líquido y de la rigidez de la tubería.

Desde el punto de vista hidráulico, son más problemáticos los casos que se producen por arranque o parada brusca de bombas, por apertura o cierre de válvulas, o por cualquier causa que modifique el régimen de funcionamiento de la instalación. De todos ellos el más desfavorable, por incontrollable, es la parada de bombas por corte de energía.

El estudio del golpe de ariete es muy complejo puesto que en él intervienen cuatro variables: presión, caudal, espacios, y tiempo que varían simultáneamente.

En este manual hemos considerado, para el cálculo de la sobrepresión que se origina al cerrar una llave, el método de J. Michaud por tomar en cuenta las elasticidades del agua y del tubo.

## Fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \pm \frac{2Lv}{gt}$$

### En la que:

$\Delta H$ = Incremento de presión o de altura, o golpe de ariete.

L= Longitud de la tubería.

v= Velocidad de circulación del agua

g= Aceleración de la gravedad.

t= Tiempo de apertura o cierre de la válvula.

Si se forma la igualdad, llamada Tiempo de Allievi:

$$t = \frac{2L}{a}$$

Sustituyendo en la fórmula de Michaud se tiene:

$$\Delta H = \pm \frac{2Lv}{gt} = \pm \frac{2Lv}{g \frac{2L}{a}} = \pm \frac{av}{g}$$
$$\Delta H = \pm \frac{av}{g}$$

Gracias a los valores de celeridad bajos de las tuberías de PVC, las sobre presiones que pueden producirse son muy inferiores a las que se presentan empleando materiales tradicionales.

Siendo:

$$a = \sqrt{\frac{g}{\left[ \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_t} \times \frac{D_n}{e} \right] \delta}}$$

a = Velocidad de propagación o celeridad, en m/seg

g = Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

E<sub>1</sub> = Módulo de elasticidad del líquido (para el agua, E<sub>1</sub> = 2,1x10<sup>8</sup> kg/m<sup>2</sup>)

D<sub>n</sub> = Diámetro exterior del tubo, en mm.

e = Espesor de la pared tubo, en mm.

E<sub>t</sub> = Módulo de elasticidad del material del tubo, en kg/m<sup>2</sup>

δ = Peso específico del líquido (para el agua, = 1000 kg/m<sup>3</sup>)

El valor de la velocidad de propagación de la onda es función del módulo de elasticidad del agua, cuyo valor varía poco en función de la temperatura, y del módulo de elasticidad del material de la tubería, que varía entre amplios límites. Cuanto más bajo sea dicho valor (más deformable la tubería) más baja es la velocidad de propagación de la onda y con ello disminuye el valor de la sobrepresión que puede originarse en la tubería. De aquí que sea aconsejable el empleo de tuberías de materiales plásticos, por su bajo módulo de elasticidad, pues en las mismas condiciones de funcionamiento dan lugar a sobrepresiones muy inferiores a las que se producirían con el empleo de materiales clásicos, considerablemente más rígidos.

### Tabla de valores de celeridad de las tuberías

MATERIAL PVC:	$\frac{Dn}{e}$	Et kg/m <sup>2</sup>	a m/s
tubos de 0,4 MPa. (AO)	51	3 x 10 <sup>8</sup>	240
tubos de 0,6 MPa. (AA)	34	“	290
tubos de 1,0 MPa. (AB)	21	“	365
tubos de 1,6 MPa. (AC)	14	“	440

## MEDIOS PARA ATENUAR EL GOLPE DE ARIETE

### VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Se instalan normalmente en las impulsiones para proteger el grupo de bombeo y evitar el vaciado de la tubería a través de la propia bomba.

### VENTOSAS

Se emplean para evitar la cavitación en los puntos más altos de la instalación. Permiten la entrada del aire cuando se produce la depresión y su salida cuando la tubería se pone en funcionamiento.

#### Diámetro de la ventosa según el diámetro de la tubería

Diámetro externo (mm)	Diámetro de la ventosa manual	Diámetro de la ventosa automática
110 a 250	1" a 3"	1/2"
315	4"	3/4"
400	6"	1"
500	6"	2"

### DEPÓSITO DE AGUA

Se enlaza la tubería con un depósito parcialmente lleno de agua mediante una válvula que se abre a la depresión y se cierra con presión. Este dispositivo sirve para evitar la cavitación local de un punto alto de la instalación, donde no se pueda construir una chimenea.

### CHIMENA DE EQUILIBRIO

Consiste en un depósito vertical, cuya sección puede ser variable, acoplado a la tubería y de altura mayor que la equivalente a la presión que soporta la misma.

Esta solución es la más común, siempre que el tipo de instalación lo permita, por no requerir mantenimiento. La limitación está en la altura necesaria para la chimenea.

### VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

Instaladas en el sistema para controlar posibles aumentos de presión, las mismas son calibradas según los requerimientos del sistema.

### CONTROL DE LAS VELOCIDADES DE FLUJO

Se deben mantener velocidades bajas durante el llenado de la tubería para asegurar que el aire salga completamente antes de llegar a la presión de servicio.

Respetar las velocidades de diseño recomendadas para cada uno de los sistemas. En el caso de Sistemas de Acueductos no debe ser mayor a 1,6m/s.

# INSTALACIÓN

## Preparación de la Zanja

El lomo de la tubería estará a una profundidad mínima de 60 cm. La zanja debe tener paredes rectas y su base debe ser plana y libre de desechos, piedras con aristas pronunciadas y cualquier objeto que pueda dañar el tubo. El fondo de la zanja debe ser cubierto con una capa de 10 cm. de profundidad de material seleccionado. Una vez colocado se debe nivelar adecuadamente, para asegurar el soporte del tubo y sus uniones.

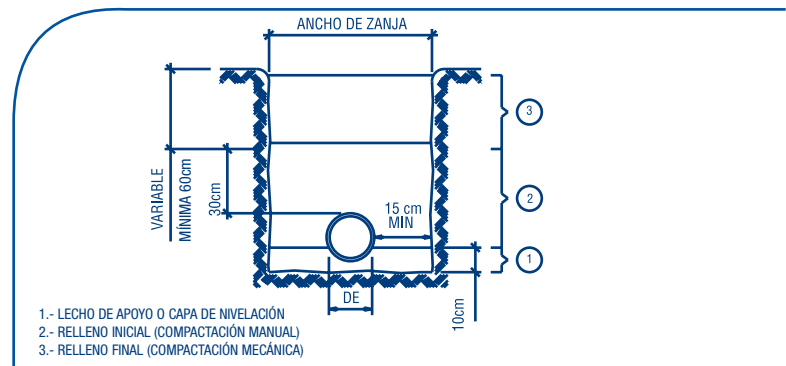
Se deben excavar pequeños nichos o hendiduras en el lecho de apoyo, en aquellos puntos donde vaya a estar ubicada una junta, permitiendo así que los tramos estén uniformemente soportados y alineados.

Luego de instalada la tubería sobre la capa de nivelación, se procede a cubrirla con material selecto, de manera uniforme entre los costados de la tubería y la pared de la zanja, apisonados o compactados manualmente hasta alcanzar una altura de 30 cm por encima del lomo de la tubería.

El resto de la zanja se termina de rellenar con material de excavación en capas de 30 cm, compactándolo mecánicamente.

Ancho y Profundidad de zanja

Díámetro Nominal (mm)	Ancho de Zanja (m)	Profundidad (m)
50	0.45	0.75
75	0.45	0.85
110	0.45	0.90
160	0.60	1.00
200	0.60	1.10
250	0.60	1.20
315	0.75	1.30
400	0.90	1.40
500	0.95	1.50



“Valores tomados de la Norma de Acueductos Rurales del Servicio Autonomo de Vivienda Rural”

## Alineamiento y Pendiente

1.- Las tuberías de acueducto no deben instalarse completamente horizontales, debe darse una pendiente mínima con la finalidad de permitir la acumulación de aire en los puntos altos y su eliminación por medio de válvulas tipo ventosa.

2.- La excavación de la zanja debe seguir los lineamientos y pendientes establecidos para el proyecto.

## Consideraciones Técnicas

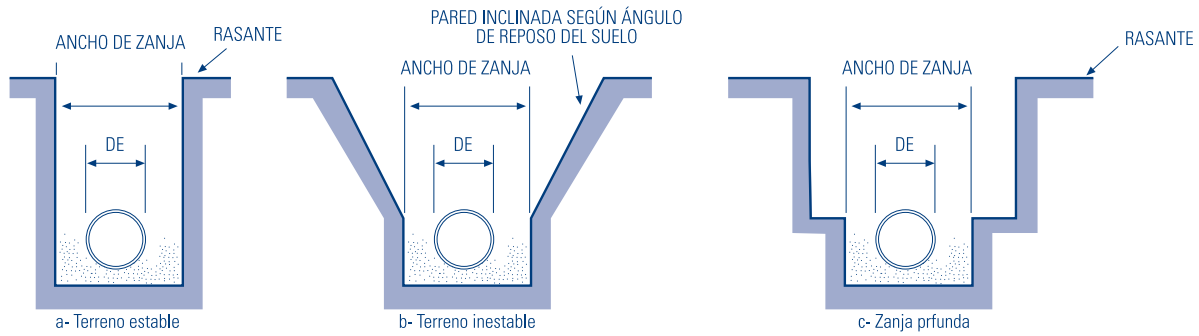
1.- Todas las tuberías de la red de acueducto deben ser instaladas preferiblemente por las zonas verdes de las vías o muy cercanas a las aceras, siempre cumpliendo con las disposiciones sobre separación del resto de los servicios (cloacas, drenajes, canalizaciones eléctricas, etc).

2.- El sistema de Acueducto debe ser instalado a un nivel superior de los sistemas de alcantarillado y drenaje de lluvias.

3.- Se deben tomar todas las precauciones para evitar la entrada de agua a la zanja, de manera que no se pueda presentar la flotación de las tuberías. No se debe instalar la tubería en la zanja si hay agua que afecte su instalación, ni cuando las condiciones generales de la zanja o el tiempo sean inapropiados para esta clase de trabajos, como por ejemplo peligro de deslizamiento o derrumbe.

4.- En el caso de que el trazado de la tubería cruce suelos rocosos e inestables, deben tomarse las medidas de protección necesarias, tales como revestimiento o recubrimiento de concreto simple, anclajes de concreto reforzados, entre otros, para garantizar estabilidad y evitar esfuerzos en la tubería.

5.- Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubrimiento piedras, cimentaciones, rocas, etc... será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Normalmente esta excavación complementaria tendrá de diez a veinte (10 a 20) centímetros de espesor.



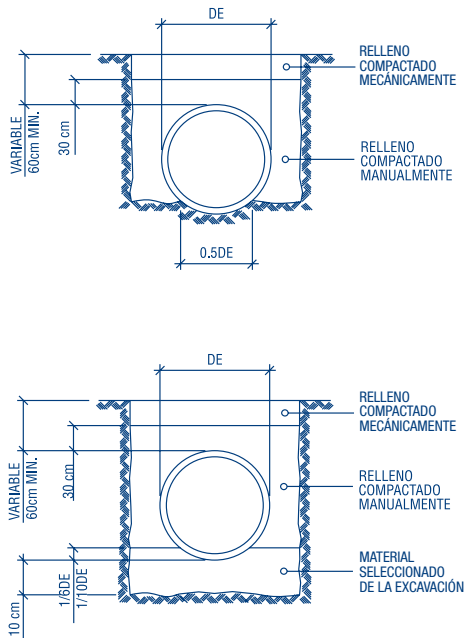
## TIPOS DE APOYO PARA LA TUBERÍA

El fondo de la zanja debe conformarse para garantizar un apoyo firme, estable y uniforme a lo largo del tendido. Se recomiendan dos tipos de apoyo para el soporte de los tubos de PVC para acueductos:

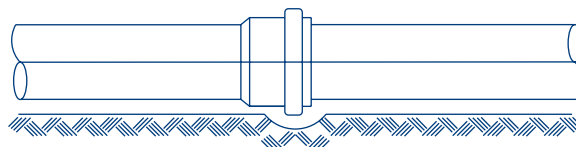
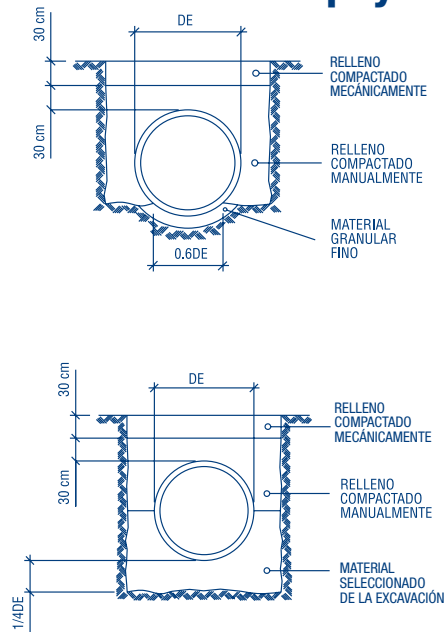
**Apoyo Tipo C:** Es el apoyo Ordinario

**Apoyo Tipo B:** Es el apoyo de Primera Clase

### Apoyos Tipo C



### Apoyos Tipo B



Independientemente del tipo de apoyo seleccionado, se deberán excavar unas cavidades en el lecho a nivel de las juntas de la tubería que permitan un apoyo uniforme en toda su longitud.

# INSTALACIÓN DEL SISTEMA



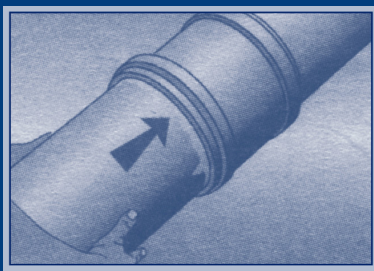
Revise la espiga del tubo a acoplar. Debe estar libre de obstáculos y el borde biselado para facilitar la unión.



Limpie la campana y el espacio anular.



Para facilitar la unión aplique lubricante en la espiga (Solución jabonosa o Grasas naturales). El lubricante puede ser aplicado con la mano, un trapo o una estopa.



Introduzca la espiga en la campana hasta que haya hecho contacto con el anillo. Sujete la campana y empuje la espiga con un movimiento rápido y un leve giro.



Si encuentra resistencia al acople, utilice una barra hincada como palanca contra un listón de madera.

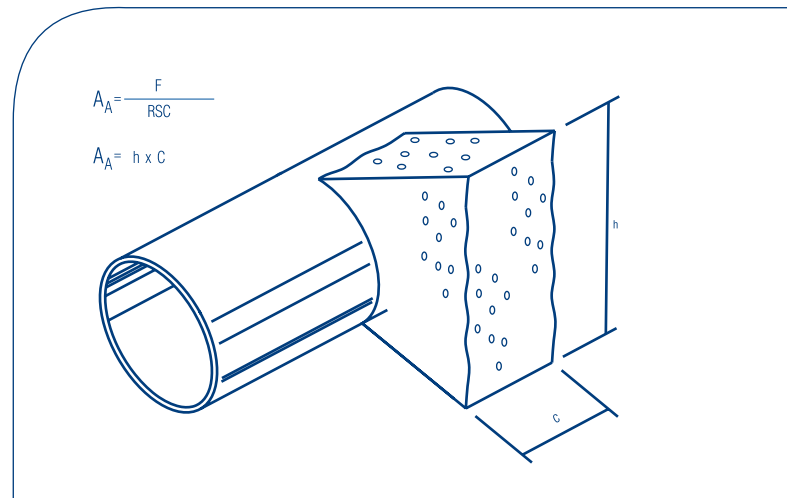
## Anclaje

En un sistema de acueducto se presentan cambios de direcciones en el flujo (codos, tees, curvas, etc.), como cambios en el área libre de conducción (reducciones, válvulas, taponés etc.), ocasionando modificaciones en las características de flujo dentro del sistema. Para evitar los desplazamientos de las conexiones y tuberías se deben anclar todos los cambios de dirección a través de bloques de concreto que transfieran las fuerzas generadas al suelo. Las dimensiones de los bloques, dependerán del diámetro de la tubería, presión máxima interna, tipo de conexión y resistencia del suelo.

Usualmente los bloques de anclaje son de una resistencia del concreto a la compresión:  $R_{cc} = 100 \text{ kg/cm}^2$  y son diseñados para presiones de prueba con Factor de Seguridad de 1,5 veces la presión de servicio de la tubería.

$$F = R_{SC} \cdot A_a$$

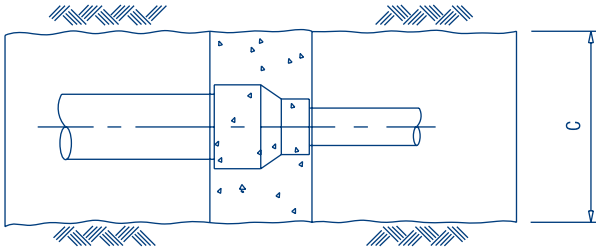
$F$  = Fuerza debida a la presión hidrostática  
 $R_{SC}$  = Resistencia del suelo a la compresión  
 $A_a$  = Área de anclaje



Los estudios de suelo indican el valor de la resistencia a la compresión ( $R_{SC}$ ), sin embargo, se puede tomar como guía la siguiente información:

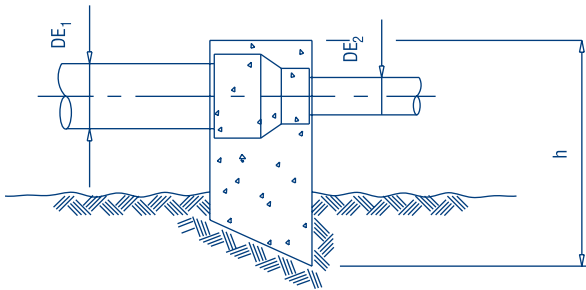
Tipo de Suelo	RSC (kg / cm <sup>2</sup> )
Turba—Fango	0.00
Arcilla suelta	0.25
Arena	0.50
Arena y Grava	0.75
Arena y Grava con Arcilla	1.00
Arena y Grava cementada con arcilla	1 1:1

## Reducción

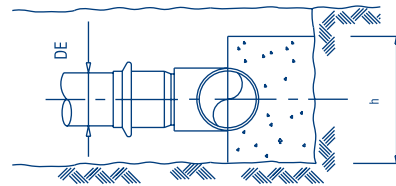


$$F = (A_1 - A_2) \times P$$

$$(A_1 - A_2) = \frac{\pi}{4} (DE_1^2 - DE_2^2)$$

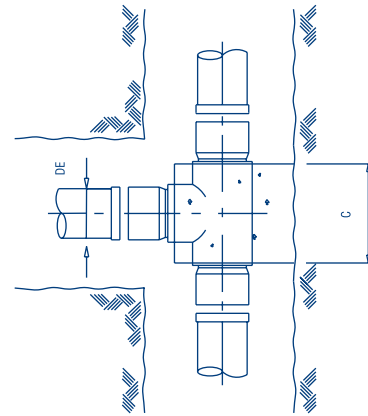


## Tee

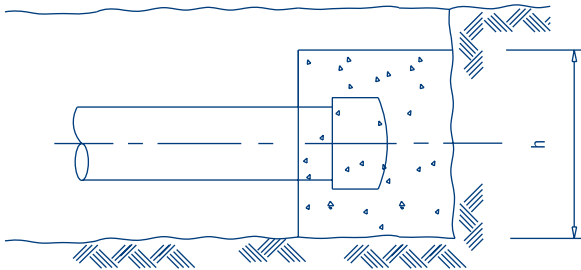


$$F = A \times P$$

$$A = \frac{\pi \times DE^2}{4}$$

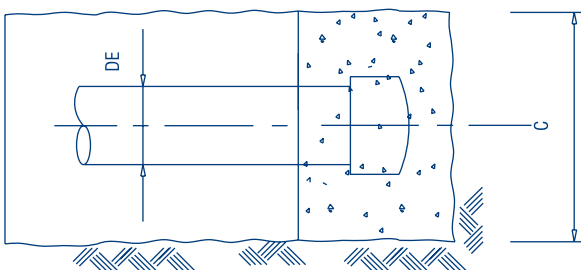


## Tapón

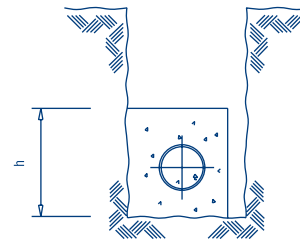


$$F = A \times P$$

$$A = \frac{\pi \times DE^2}{4}$$

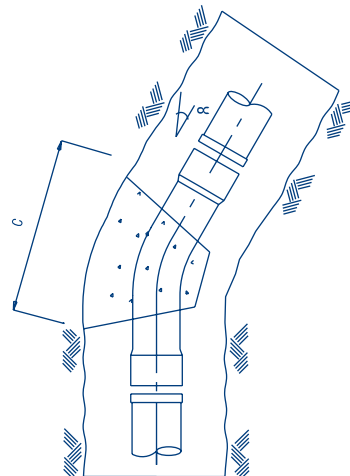


## Curva



$$F = R \times P$$

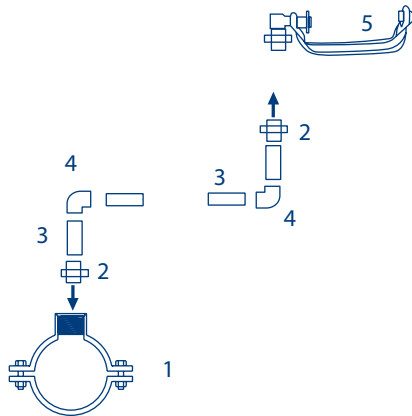
$$A = 2A \text{ Sen}\alpha/2$$



# Toma domiciliaria con abrazadera

## Instalacion de las abrazaderas en las tomas domiciliarias

1. Limpie la superficie de la tubería en la que será instalada la abrazadera.
2. Verifique la correcta localización del anillo de goma dentro de la mitad superior de la abrazadera. No use lubricantes.
3. Coloque la abrazadera sobre la tubería, dándole la inclinación deseada, preferiblemente en posición vertical, ajuste los tornillos hasta que quede inmóvil.
4. Con la ayuda de un taladro, perfora la tubería a través de la abrazadera, puede usar una cabilla o punzón calentado previamente. Tomar la precaución de no dañar la rosca hembra de la abrazadera. Para ello puede utilizar como guía un niple de acero galvanizado.

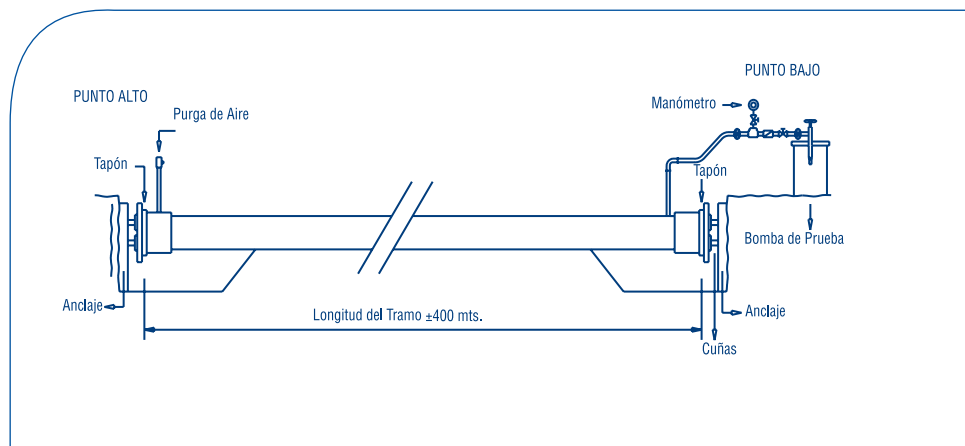


1- Abrazadera	Salidas		
	1/2"	3/4"	1"
2- Adaptador macho soldado	1/2"	3/4"	1"
3- Tubería para agua fría	1/2"	3/4"	1"
4- Codo 90°	1/2"	3/4"	1"
5- Caja Troncocónica	—	—	—

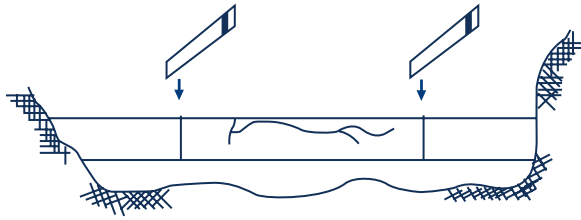
Luego de haber asegurado el sistema con sus respectivos soportes y anclajes previamente curados y fraguados, se debe realizar una prueba de estanqueidad antes de su empotramiento definitivo. Para tendidos largos de tubería, se debe efectuar la prueba en tramos parciales no mayores de 400 m de longitud.

Se procede llenando lentamente con agua, permitiendo la salida de aire a través de las válvulas de venteo o de purga, situadas en los puntos altos del sistema. Se incrementa la presión una vez purgada y llenada la tubería a razón de 1 Kg/cm<sup>2</sup> por minuto, por medio de una bomba de émbolo manual, equipada con llave de registro, check y manómetro hasta alcanzar la presión de prueba, de 1.5 veces la presión de servicio (Presión obtenida en los cálculos del proyecto), pero nunca menor a 150PSI de acuerdo a lo recomendado en el artículo 53 de la Gaceta 4.103. Luego se cierra la llave de registro y si en el transcurso de 1 hora manteniéndose la lectura sin variación del manómetro no disminuye la presión, se considera aprobada la prueba hidrostática.

## Prueba de estanqueidad del sistema



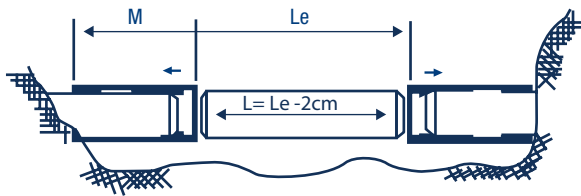
# Metodología para efectuar reparaciones



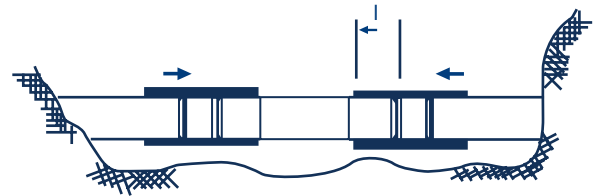
1- Ubique y elimine el tramo dañado.



2- Bisele y limpie los extremos al unir



3- Corte y bisele un niple de tubería con una longitud inferior en dos (2) centímetros a la longitud que separa las espigas de los tubos a unir. Lubrique las espigas y anillos, para luego insertar los manchones de reparación hasta hacer tope con el anillo opuesto al lado de la inserción.



4- Marque sobre cada espiga del niple la profundidad de inserción del manchón:  $(l = M/2 - 1.5\text{cm})$ . Lubrique las espigas del niple y haga retroceder los manchones hasta alcanzar la marca de inserción.

## Válvulas de Limpieza

Para prevenir la acumulación de sedimentos en los puntos bajos de una Red de Distribución o una tubería de Aducción, es recomendable la instalación de llaves de cierre instaladas en las derivaciones de línea, permitiendo así la descarga hacia un punto del sistema de drenaje del urbanismo o hacia un curso natural de agua. En algunos casos, los hidrantes pueden ser utilizados para cumplir esta función.

Cuando se procedan a instalar las válvulas, se debe tomar como referencia el siguiente cuadro:

Díámetro externo (mm)	Díámetro de la limpieza (")
75 - 110	2"
160	4"
200	4" o 6"
250 - 400	6"
500	8"

# ALMACENAMIENTO Y MANEJO

- Las tuberías deben colocarse sobre listones de madera. La altura de cada pila no debe sobrepasar de los 1.7 m.
- No arrastre las tuberías, transpórtelas levantadas, para proteger las superficies y extremos.

# TRANSPORTE

- El largo de la plataforma del vehículo debe ser al menos igual a la longitud de la tubería a transportar, nunca menor a esta.
- La plataforma debe estar libre de cualquier objeto capaz de deteriorar la tubería.
- Las tuberías deben acomodarse de manera que no sufran daños en el transporte.

Planta y Oficina Principal:  
Parcela 31 con calle A-2, Zona Industrial II.  
Barquisimeto, Edo. Lara. Venezuela.  
Master: +58 (251) 250 1777  
e-mail: gerenciaventas@tubrica.com

Sucursal Porlamar:  
Av. Terranova, Centro Empresarial y Comercial  
Terranova.  
galpón N° 7 Sector Poblado Porlamar.  
Edo. Nueva Esparta. Venezuela.  
Telfs.: +58 (295) 264 9228  
e-mail: tubricaporlamar@tubrica.com

 **@tubrica**

 **Tubrica**

 **Tubrica**

 **TUBRICA**

[www.tubrica.com](http://www.tubrica.com)