PAVCO wavin

Manual Técnico

Tubosistemas para alcantarillado

NOVAFORT
NOVALOC

orbia
Advancing life together

Manual Técnico
Tubosistemas para alcantarillado
NOVAFORT
NOVALOC

CONTENIDO

Presentación 5
Tecnología NOVAFORT 5
Tecnología NOVALOC 6
Portafolio de Productos NOVAFORT Tuberías 6
Accesorios NOVAFORT 7
Portafolio de Productos NOVALOC Tuberías 10
Accesorios NOVALOC 10

Características de los Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN 10

1. Hermeticidad 11
2. Flexibilidad 11
3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión 12
4. Óptimo Comportamiento Hidráulico 15
Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías NOVAFORT - NOVALOC y las Tuberías de Concreto 16
Resumen Comparación Capacidad Hidráulica Tuberías PVC vs CONCRETO 21
Cuadro Gráfico de Elementos Hidráulicos de Sección Circular 21
5. Resistencia al Impacto 22
6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento 22

Como Definir el Producto 24

Criterios de Diseño Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN 24

1. Deflexiones 24
2. Clasificación de los Suelos 28
3. Grado de Compactación 29

CONTENIDO

Guía de Instalación Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN 30

Recepción, Transporte, Almacenamiento y Manipulación 30
1. Recepción en Obra 30
2. Transporte 30
3. Almacenamiento 30
4. Manipulación y Descargue 31

Instalación

1. Preparación de la Zanja 33
2. Excavación 33
3. Encamado 34
4. Cimentación 34
5. Relleno Inicial 35
6. Relleno Final 35
7. Ensamble de la Campana y/o Unión 35
8. Conexiones Domiciliarias 35
Instalación de Sillas para NOVAFORT 35
Instalación de Sillas Tee y Yee Kit para NOVAFORT 37
Instalación del Click Inserta Tee 38
9. Corte, Sellamiento y Reparación en Obra 38
10. Conexiones a Cámaras de Inspección 39
11. Notas Importantes sobre Instalación 41
12. Inspecciones y Pruebas en Campo 42

Rotulado 46

Presentación

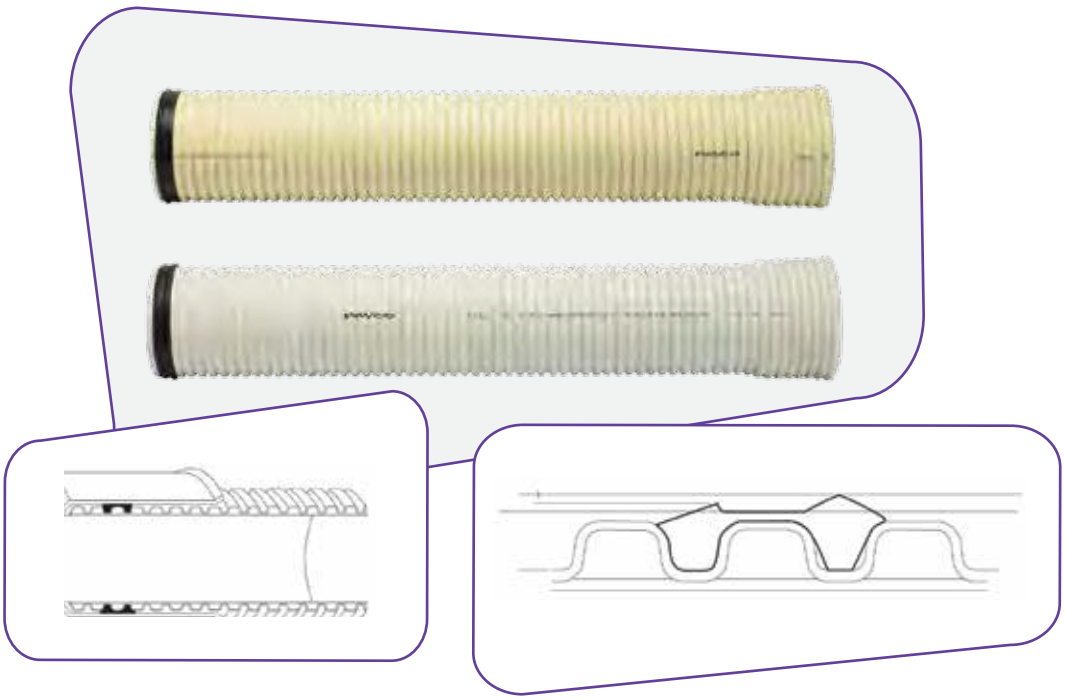
Aplicar la tecnología en el desarrollo de productos que mejoren la calidad de vida del ser humano sin afectar el medio ambiente, es la filosofía propuesta por PAVCO WAVIN con la creación de NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN; una solución práctica y eficiente para alcantarillados sanitarios, pluviales e industriales acorde con su compromiso con la calidad de producto, servicio y satisfacción del cliente y sus necesidades.

NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN son productos de las más novedosas tecnologías tanto de producción como de ingeniería de producto, conjugadas con los mejores materiales. Millones de metros instalados exitosamente alrededor del mundo, son la prueba de su efectividad y funcionalidad al convertirse en parte integral de las redes de infraestructura.

Los Tubosistemas para alcantarillado PAVCO WAVIN NOVAFORT y NOVALOC son tuberías de pared estructural de PVC con superficie interior lisa.

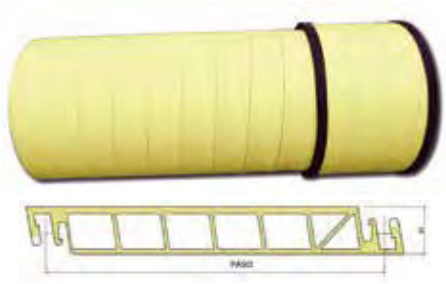
Tecnología Novafort

NOVAFORT PAVCO WAVIN es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y pared exterior corrugada con sistema de unión mecánico, campana-espigo e hidrosello de caucho. Fabricadas bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 3722-3: Sistemas de tuberías plásticas para uso sin presión en drenajes y alcantarillados enterrados (o bajo tierra). Sistemas de tuberías de pared estructural de (poli cloruro de vinilo) rígido (pvc-u), polipropileno (pp) y polietileno (pe). Parte 3: tuberías y accesorios con superficie externa no lisa, Tipo B. Que tiene como antecedente la Norma ISO 21138-3. Para diámetros de 24” a 42”. Bajo la norma NTC 5055, tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) PVC perfilados para uso en alcantarillado por gravedad, controlados por el diámetro interno, antecedente ASTMF794.



Tecnología Novaloc

NOVALOC PAVCO WAVIN es una tubería de pared estructural con superficie interior y exterior lisa, construída a partir de un perfil extruído, que es acoplado helicoidalmente por un sistema de enganche mecánico.
Sistema de unión mecánico, tubos con extremos lisos y uniones fabricadas del mismo material con hidrosellos instalados en fábrica.
Fabricada bajo la Norma NTC 5070, tubería y Accesorios de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) Fabricados con Perfil Cerrado para uso en Alcantarillado, Controlados por el Diámetro Interior.
Tiene como antecedente la Norma ASTMF 2307.



Nota: Todos los hidrosellos de las tuberías NOVAFORT y NOVALOC están fabricados bajo la especificación: 1/3 de SBR (Stireno Butadieno Rubber) + 2/3 de Caucho Natural y cumplen Resolución 1166

Portafolio de Productos Novafort Tuberías

NORMA NTC 3722-3 S8

Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Agua *	Rigidez Mínima		Longitud Total	Campana		Peso
					Tubería PS	Anular RS		Longitud	Diámetro Exterior	
	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2900090	110	110	99	1	57	8	6	90	128	1.11
2900092	160	160	145	1.2	57	8	6	101	183	2.13
2900094	200	200	182	1.4	57	8	6	121	230	3.02
2900081	250	250	227	1.7	57	8	6	151	289	4.41
2900083	315	315	284	1.9	57	8	6	201	366	6.34
2902493	355	355	327	2.1	57	8	6	187	402	9.33
2900085	400	400	362	2.3	57	8	6	242	462	11.38
2900087	450	450	407	2.5	57	8	6	272	519	14.59
2900089	500	500	452	2.8	57	8	6	302	578	19.00

NORMA NTC 3722-3 S4

	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2902480	200	200	185	1.4	28	4	6	117	227	2.88
2902481	250	250	231	1.7	28	4	6	134	283	4.09
2902482	315	315	291	1.9	28	4	6	187	358	5.37
2902494	355	355	328	2.1	28	4	6	187	401	8.80
2902479	400	400	370	2.3	28	4	6	234	454	9.40

NORMA NTC 5055 ASTM F 794 - GRANDES DIÁMETROS

	pulg.	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2906313	24	650	595	1.78	28	4	6.5	345	688	20.49
2900511	27	730	670	1.78	28	4	6.5	394	833	24.82
2906378	30	813	747	2.16	28	4	6.5	450	927	32.75
2900512	30									32.75
2904604	33	898	824	2.41	28	4	6.5	525	1027	42.68
2904605	36	980	900	2.67	28	4	6.5	525	1115	52.99
2905865	39	1065	977.6	3.30	28	4	6.5	401	1125	57.65
2905866	42	1149	1054	3.50	28	4	6.5	401	1209	61.63

NORMA PAVCO WAVIN

Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Agua *	Rigidez Mínima		Longitud Total	Campana		Peso
					Tubería PS	Anular RS		Longitud	Diámetro Exterior	
	pulg.	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2910888	45	1242	1127	3.68	40	5	6.5	400	1320	71.54
2905868	48	1325	1203	4.06	40	5	6.5	400	1403	74.80

* Espesor de pared interno

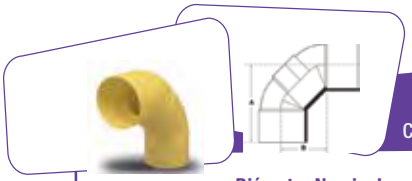
Novafort - Accesorios

Uniones
Campana x Campana

Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A (mm)
2901576	110	165.23
2901577	160	250.00
2907997	200	213.00
2902914	250	325.00
2902917	315	360.00
2902490	355	400.00
2902921	400	410.00
2902924	450	430.00
2902926	500	460.00
2900516	24"	704.00
2900517	27"	792.00
2900518	30"	905.00
2906333	33"	
NUEVO	36"	
NUEVO	39"	
NUEVO	42"	

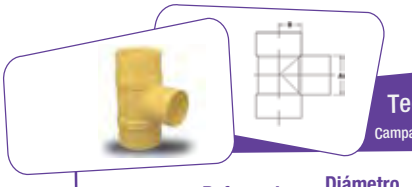
Codos 45º
Campana x Campana

Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A (mm)	B(mm)
2901045	110	101.90	23.93
2901046	160	147.93	35.66
2902687	200		



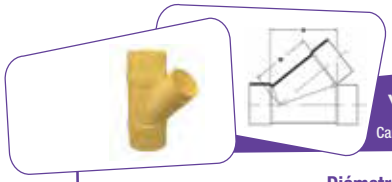
Codos 90º
Campana x Campana

Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A (mm)	B(mm)
2901051	110	212.00	130.00
2901052	160	295.00	185.00
2902689	200		



Tee, Tee Reducida
Campana x Campana x Campana

	Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	B(mm)
Tee	2901445	160 x 160	169.00	84.50
Tee Reducida	2901526	200 x 200 x 160	254.00	122.50



Yee, Yee Reducida
Campana x Campana x Campana

	Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	B(mm)
Yee	2901709	160 x 160 x 160	230.00	218.87
Yee Reducida	2901737	200 x 200 x 160	325.00	245.05

Sillas Yee

Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	B(mm)
2901309	160 x 110	171.40	190.25
2901311	200 x 110	320.00	218.82
2901313	200 x 160	398.45	246.80
2901315	250 x 110	320.00	218.82
2901317	250 x 160	390.45	246.80
2902777	315 x 110	320.00	218.82
2902779	315 x 160	398.45	246.80
2902978	315 x 200	450.00	340.00
2902983	355 x 110	310.00	300.00
2902982	355 x 160	395.00	360.00
2902779	355 x 200	450.00	370.00
2902781	400 x 110	320.00	218.82
2907845	400 x 160	398.45	246.80
2902785	400 x 200	360.00	215.00
2902776	400 x 250		
2902787	450 x 160	420.00	427.75
2902980	450 x 200	450.00	390.00
2902788	500 x 110	420.00	435.10
2902789	500 x 160	420.00	463.10
2902990	500 x 200	450.00	420.00
2903112	24 x 160		
2902977	24 x 200	450.00	500.00
2903107	27 x 160		
2902987	27 x 200		
2903059	27 x 250		
2906134	30 X 160		
2906474	30 X 200		
2906159	33 X 160		
2906135	36 X 160		

EL KIT CONSTA DE:
- Silla Yee
- 2 Abrazaderas
- 1 Caucho

Sillas Yee Kit

Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	B(mm)
	S8		
2901289	160 x 110	171.40	190.25
2901270	200 x 110	320.00	218.82
2901271	200 x 160	398.45	246.80
2901272	250 x 110	320.00	218.82
2901273	250 x 160	398.45	246.80
2909009	250 x 200		
2902733	315 x 110	320.00	218.82
2902734	315 x 160	398.45	246.80
	S4		
2901794	200 x 160	398.45	246.80
2901785	250 x 160	398.45	246.80
2903063	315 x 160	398.45	246.80

Novafort - Accesorios

Transiciones
Conector Novafort Concreto - Gres

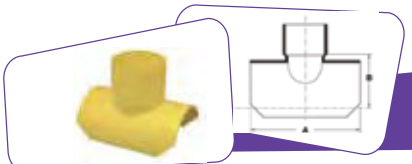
Referencia	Diámetro Nominal
2902606	200 x 8"
2903070	160 x 6"

Adaptador Novafort Sanitaria

Referencia	Diámetro Nominal
2902965	110 x 4"
2902604	160 x 6"
2902605	200 x 6"
2904914	200 x 8"
2904915	250 x 10"

Serrucho de Punta

Referencia
2903288



Sillas Tee

Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	Dimensiones B(mm)
2901295	160 x 110	240.00	180.00
2903085	160 x 160	280.00	110.00
2901297	200 x 110	280.00	200.00
2901299	200 x 160	340.00	225.00
2901301	250 x 110	280.00	200.00
2901303	250 x 160	340.00	225.00
2903093	250 x 200		
2902766	315 x 110	280.00	200.00
2902768	315 x 160	340.00	225.00
2903094	315 x 200		
2903095	315 x 250		
2902784	355 x 110	310.00	212.50
2902981	355 x 160		
2903111	355 x 200		
2902770	400 x 110	280.00	200.00
2902772	400 x 160	340.00	225.00
2903096	400 x 200	360.00	220.00
2903097	400 x 250		
2902774	450 x 160	420.00	253.00
2902775	500 x 160	420.00	278.00
2902985	24 x 160	355.00	372.50
2902986	24 x 200	385.00	327.50
2905671	27 X 315		

EL KIT CONSTA DE:
- Silla Tee
- 2 Abrazaderas
- 1 Caucho

Sillas Tee Kit S8

Referencia	Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones A (mm)	Dimensiones B(mm)
2901264	160 x 110	240.00	180.00
2901265	200 x 110	280.00	200.00
2901266	200 x 160	340.00	225.00
2901267	250 x 110	280.00	200.00
2901268	250 x 160	340.00	225.00
2902731	315 x 110	280.00	200.00
2902732	315 x 160	340.00	225.00

Adaptadores Espigo x Campana

Referencia	Diámetro Nominal Pulg x mm	Dimensiones A (mm)	Dimensiones B(mm)
2900669	4 x 110	91.00	174.00
2900670	6 x 160	98.00	222.00
2900671	8 x 200	100.00	253.00

NOTA: Accesorios para estructuras especiales (cámaras de caida, sifones, etc) tales como codos, tees o yees mayores de 160mm, se fabrican bajo pedido.

Accesorios Fabricados

Referencia	Descripción
2902690	Codo 90º 250 mm
2902691	Codo 90º 315 mm
2903061	Codo 90º 355 mm
2902692	Codo 90º 400 mm
2902693	Codo 90º 450 mm
2902723	Codo 90º 500 mm
2902687	Codo 45º 200 mm
2902688	Codo 45º 250 mm
2903071	Codo 45º 315 mm
2902825	Tee 200 mm
2902820	Tee 250 mm
2902821	Tee 315 mm
2903062	Tee 355 mm
2902822	Tee 400 mm
2902823	Tee 450 mm
2906089	Tee 500 mm
2902826	Tee 250 x 160
2902962	Yee 250 x 160
2902963	Yee 315 x 160
2902964	Yee 400 x 160

Abrazaderas

Referencia	Descripción
2000225	Abrazadera de Acero Inoxidable - Silla 160 Kit
2000226	Abrazadera de Acero Inoxidable - Silla 200 Kit
2000227	Abrazadera de Acero Inoxidable - Silla 250 Kit
2000228	Abrazadera de Acero Inoxidable - Silla 315 Kit

Hidrosellos de Caucho

Referencia	Diámetro (mm)
2000281	110 - S8
2000282	160 - S8 y S4
2000283	200 - S8 y S4
2000284	250 - S8
2000390	250 - S4
2000285	315 - S8 y S4
2000386	355 - S8 y S4
2000286	400 - S8
2000391	400 - S4
2000287	450 - S8
2000288	500 - S8
2000357	24"- S4
2000358	27"- S4
2000359	30"- S4
2000541	33"- S4
2000542	36"- S4
2000734	39"- S4
2000751	42"- S4
2000752	45"- S5
2000753	48"- S5

RENDIMIENTO

Diámetro Silla	Rendimiento /gl	Diámetro Silla	Rendimiento /gl
160	31	400	12
200	24	450	11
250	19	500	9
315	15	24"	7
355	13	27"	6

Adhesivo Epóxico Novafort

	Referencia
1/4 gl	2906320
1/2 gl	2906396

Click Inserta Tee

Referencia	Descripción	Diámetro
2903559	Click Inserta Tee	250 x 160
2903478	Click Inserta Tee	315 x 160
2903634	Click Inserta Tee	400 x 160
2903635	Click Inserta Tee	450-500 x 150
2903479	Copa Sierra Click Inserta Tee	160

Hidrosellos Sillas Kit

Referencia	Descripción	Diámetro
	S8	
2000252	Caucho Silla Yee Kit	160 x 110
2000253	Caucho Silla Yee Kit	200 x 110
2000254	Caucho Silla Yee Kit	200 x 160
2000255	Caucho Silla Yee Kit	250 x 110
2000256	Caucho Silla Yee Kit	250 x 160
2001267	Caucho Silla Yee Kit	250 x 200
2000257	Caucho Silla Yee Kit	315 x 110
2000258	Caucho Silla Yee Kit	315 x 160
2000245	Caucho Silla Tee Kit	160 x 110
2000246	Caucho Silla Tee Kit	200 x 110
2000247	Caucho Silla Tee Kit	200 x 160
2000248	Caucho Silla Tee Kit	250 x 110
2000249	Caucho Silla Tee Kit	250 x 160
2000250	Caucho Silla Tee Kit	315 x 110
2000251	Caucho Silla Tee Kit	315 x 160
	S4	
2000401	Caucho Silla Yee Kit	200 x 160
2000402	Caucho Silla Yee Kit	250 x 160
2000400	Caucho Silla Yee Kit	315 x 160

Lubricante

Novafort - Novaloc -Unión Platino

Referencia	Und.	Diámetro Nominal mm	Nº de Ensambles por 500g
		110	100
		160	45
		200	30
		250	20
		315	15
		400	7
2902743	500 g	450	6
		500	5
		pulg.	
		24	2
		27	2
		30	2
		33	1
		36	1
		39	1
		42	1
		45	1
		48	1
		51	1
		54	1
		60	1
2902741	4 Kg		

Portafolio de Productos Novaloc

TABLA Nº1 NORMA NTC 5070

Diámetro Nominal	Referencia	Diámetro Exterior	Espesor de Pared(*) Mínimo	Diámetro Interno Mínimo		Rigidez Mínima		Peso
						Tubería PS	Anular RS	
pulg.		mm	mm	mm	pulg.	psi	kN/m²	kg/m
45	2902879	1180	3.73	1127.00	44.37			62.89
48	2902880	1271	4.11	1202.94	47.36			85.28
51 **	2902881	1363	4.31	1295.00	51.00	10	1.33	91.48
54	2902882	1423	4.50	1355.09	53.35			95.52
60	2903121	1586	4.88	1507.24	59.34			113.32

(*) Espesor de Pared Interno ó Espesor de Agua (**) Por fuera de Norma NTC 5070
LONGITUD ESTANDAR: 45" a 60" es de 6.0m
Le damos la dimensión exacta que su diseño requiera dentro del rango de la tabla anterior.

Hidrosellos

Referencia	Diámetro Nominal pulg.
2000296	45
2000297	48
2000298	51
2000299	54
2000419	60

Bisel

Referencia	Unidad	Descripción
2000394	Und	Bisel Novaloc 45"
2000395	Und	Bisel Novaloc 48"
2000396	Und	Bisel Novaloc 51"
2000397	Und	Bisel Novaloc 54"
2000418	Und	Bisel Novaloc 60"

Accesorios Novaloc

Uniones

Diámetro Nominal pulg.	Peso Kg	Referencia	Diámetro Extramax
45	17.34	2902923	1230.88
48	18.62	2902925	1320.42
51	19.91	2902927	1412.48
54	20.76	2902928	1472.57
60	23.18	2903122	1644.25
Longitud		430 mm	

Derivación para Domiciliaria

Referencia	Diámetro Nominal (mm)
2900670	160

Rendimiento Soldadura PVC Barra 1/8" Referencia 2900611

Diámetro Nominal pulg.	Rendimiento / Corte (m)
45	15.3
48	16.5
51	17.6
54	18.4
60	20.4

NOTA: Accesorios para cambios de dirección tales como CODOS, TEES o YEES se fabrican, bajo pedido, manufacturados a partir de tubería Novaloc. CONSULTE NUESTRO DEPARTAMENTO TÉCNICO

Características de los Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN

Para garantizar la estabilidad de un sistema de alcantarillado durante la vida útil para la que ha sido diseñado, los elementos que lo componen deben cumplir ciertas características inherentes al uso mismo y dentro de costos razonables, como son:

1. Hermeticidad
2. Flexibilidad
3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión
4. Óptimo Comportamiento Hidráulico
5. Resistencia al Impacto
6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Características

Todas estas características son altamente superadas por los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN.

1. Hermeticidad

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN, impiden la exfiltración de agua de los conductos, protegiendo el medio ambiente al garantizar que las aguas transportadas no se exfiltren al medio y eventualmente puedan contaminar el agua sub-superficial.

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN, impiden la infiltración, garantizando la estabilidad del relleno de la zanja así como las estructuras en la superficie. Además, garantizan que el caudal transportado sea el caudal diseñado, asegurando el adecuado funcionamiento del sistema de alcantarillado y los caudales, que llegan a las plantas de tratamiento. Esta característica, igualmente, impide la penetración de raíces que pueden causar obstrucciones en los conductos.

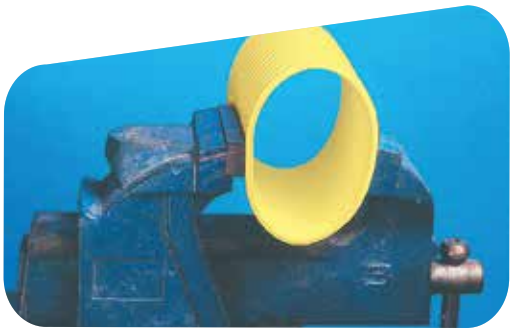
En laboratorio se efectúan pruebas de acuerdo con las normas NTC 3722-3, NTC 5055 y NTC 5070 que soportan esta afirmación, pues simulan el comportamiento de las tuberías asociado al uso en condiciones extremas. Estas pruebas incluyen prueba neumática para la tubería NOVALOC y pruebas de presión hidráulica interna y de vacío a las uniones para NOVAFORT y NOVALOC.

2. Flexibilidad

Los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN por ser flexibles, aseguran excelente comportamiento a los movimientos del suelo, sismos y asentamientos diferenciales, brindando estabilidad al sistema.

- La rigidez de las tuberías se determina en laboratorio, de acuerdo a las Normas NTC 3722-3, NTC 5055 y NTC 5070 al 5% de la deflexión. La rigidez de la tubería más la rigidez del suelo que la rodea, aportan la resistencia estructural necesaria para soportar las cargas de diseño, conservando las ventajas de su flexibilidad.

- El aplastamiento se mide al someter muestras de tubería de 12" de largo en platos paralelos, bajo una rata de carga uniforme. Bajo estas condiciones se lleva la tubería NOVAFORT y NOVALOC hasta una deflexión del 30% comprobando que el punto máximo de carga no debe ser menor al 30% de la deflexión, y adicionalmente para NOVAFORT se comprueba que no se presenten grietas en el tubo. Además la tubería NOVALOC se somete a una deflexión del 60% y no se deben presentar rajaduras, agrietamientos, rupturas o separación de costuras.



3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión

Los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN, están fabricados en un material inerte, que garantiza excelente resistencia a la acción de las sustancias químicas y al ataque corrosivo de los materiales presentes en las aguas que transportan (ácido sulfhídrico), así como de los suelos en que están instalados (ácidos y alcalinos).

La pared interna lisa y la dureza del material, presentan un excelente comportamiento a la abrasión de los materiales presentes en el agua que transportan, con mínimo desgaste de sus paredes.

- Pruebas realizadas sobre tubería fabricadas de PVC indican una vida útil superior a 50 años.

RESISTENCIA QUÍMICA:

Los resultados de su comportamiento se basan en inmersiones cortas en los compuestos descritos no diluídos. Esta información debe tomarse como una guía.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

Descripción	23ºC	60ºC	Descripción	23ºC	60ºC	Descripción	23ºC	60ºC
Aceite de Algodón	E	E	Ácido Cresílico 99%	B	NR	Ácido Sulfúrico 90%	NR	NR
Aceite de Risino	E	E	Ácido Crómico 10%	E	E	Ácido Sulfúrico 98%	NR	NR
Aceite de Linaza	E	E	Ácido Crómico 30%	E	NR	Ácido Tánico	E	E
Aceite de Lubricantes	E	E	Ácido Crómico 50%	B	NR	Ácido Tartárico	E	E
Aceites Minerales	E	B	Ácido Diclocólico	E	E	Ácidos Grasos	E	E
Aceites y Grasas	E	B	Ácido Esteárico	B	B	Acrilato de Etilo	NR	NR
Acetaldehído	NR	NR	Ácido Fluorhídrico 10%	E	NR	Agua de Bromo	R	NR
Acetato de Amilo	NR	NR	Ácido Fluorhídrico 50%	E	NR	Agua de Mar	E	E
Acetato de Butilo	NR	NR	Ácido Fórmico	E	NR	Agua Potable	E	E
Acetato de Etilo	NR	NR	Ácido Fosfórico 25-85%	E	E	Agua Regia	R	NR
Acetato de Plomo	E	E	Ácido Gálico	E	E	Alcohol Alílico 96%	NR	NR
Acetato de Sodio	E	E	Ácido Glicólico	E	E	Alcohol Amílico	R	NR
Acetato de Vinilo	NR	NR	Ácido Hipocloroso	E	E	Alcohol Butílico	B	NR
Acetileno	I	I	Ácido Láctico 25%	E	E	Alcohol Etílico	E	E
Acetona	NR	NR	Ácido Láurico	E	E	Alcohol Metílico	E	E
Ácido Acético 80%	B	NR	Ácido Linoleico	E	E	Alcohol Propargílico	I	NR
Ácido Acético 20%	E	NR	Ácido Maléico	E	E	Alcohol Propílico	B	NR
Ácido Adípico	E	E	Ácido Málico	E	E	Amoniaco (Gas-seco)	E	E
Ácido Antraquinosulfónico	I	I	Ácido Metusulfónico	E	E	Amoniaco (Cloruro de amonio)	E	NR
Ácido Artisulfónico	R	NR	Ácido Nicotínico	E	NR	Anhídrido Acético	NR	NR
Ácido Arsénico	E	B	Ácido Nítrico 10%	NR	NR	Anilina	NR	NR
Ácido Bencesulfónico 10%	E	E	Ácido Nítrico 68%	NR	NR	Antraquinona	E	I
Ácido Benzóico	E	E	Ácido Oléico	E	E	Benceno	NR	NR
Ácido Bórico	E	E	Ácido Oxálico	E	E	Benzoato de Sodio	B	R
Ácido Bromhídrico 20%	E	E	Ácido Palmítico 10%	E	E	Bicarbonato de Potasio	E	E
Ácido Brómico	E	E	Ácido Palmítico 70%	NR	NR	Bicarbonato de Sodio	E	E
Ácido Butírico	R	NR	Ácido Peracético 40%	NR	NR	Bicromato de Potasio	E	E
Ácido Carbónico	E	E	Ácido Perclórico 10%	E	E	Bifluoruro de Amonio	E	E
Ácido Cianhídrico	E	E	Ácido Perclórico 70%	NR	NR	Bisulfato de Calcio	E	E
Ácido Cítrico	E	E	Ácido Pícrico	NR	NR	Bisulfato de Sodio	E	E
Ácido Clorhídrico 20%	I	I	Ácido Selénico	I	I	Blanqueador 12.5%	B	R
Ácido Clorhídrico 50%	E	E	Ácido Silícico	E	E	Borato de Potasio	E	E
Ácido Clorhídrico 80%	E	E	Ácido Sulfuroso	E	E	Borax	E	B
Ácido Cloracético 10%	B	R	Ácido Sulfúrico 10%	E	E	Bromato de Potasio	E	E
Ácido Clorosulfónico	E	I	Ácido Sulfúrico 75%	E	E	Bromo (Líquido)	NR	NR

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

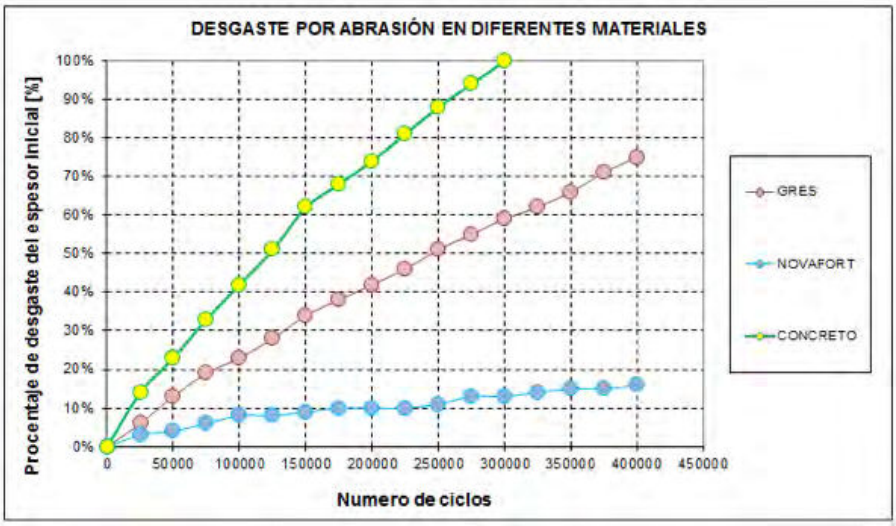
Descripción	23ºC	60ºC	Descripción	23ºC	60ºC	Descripción	23ºC	60ºC
Bromuro de Etileno	NR	NR	Dióxido de Carbono	E	E	Nitrato de Niquel	E	E
Bromuro de Potasio	E	B	Disulfuro de Carbono	NR	NR	Nitrato de Potasio	E	E
Bromuro de Sodio	I	I	Eter Etílico	NR	NR	Nitrato de Sodio	E	E
Butadieno	R	NR	Etilen Glicol	E	E	Nitrato de Zinc	E	E
Butano	I	I	Fenol	NR	NR	Nitrato Férrico	E	E
Butanodiol	I	I	Ferricianuro de Potasio	E	E	Nitrato Mercuroso	B	B
Butil Fenol	B	NR	Ferricianuro de Sodio	E	I	Nitrobenceno	NR	NR
Butileno	E	I	Ferrocianuro de Sodio	E	E	Nitrito de Sodio	E	E
Carbonato de Amonio	E	E	Ferrocianuro de Potasio	E	E	Ocenol	I	I
Carbonato de Bario	E	E	Fluor (Gas Húmedo)	E	E	Oleum	NR	NR
Carbonato de Calcio	E	E	Fluoruro de Aluminio	E	E	Oxicloruro de Aluminio	E	E
Carbonato de Magnesio	E	E	Fluoruro de Amonio 25%	NR	NR	Óxido Nitroso	E	E
Carbonato de Potasio	B	B	Fluoruro de Cobre	E	E	Oxígeno	E	E
Carbonato de Sodio (S Asn)	E	E	Fluoruro de Potasio	E	E	Pentóxido de Fósforo	I	I
Celulosa	R	NR	Fluoruro de Sodio	I	I	Perborato de Potasio	E	E
Cianuro de Cobre	E	E	Formaldehído	E	R	Perclorato de Potasio	E	E
Cianuro de Plata	E	E	Fosfato Disódico	E	E	Permanganato de Potasio 10%	B	B
Cianuro de Potasio	E	E	Fosfato Trisódico	E	E	Peróxido de Hidrógeno 30%	E	I
Cianuro de Sodio	E	E	Fosgeno (Gas)	E	E	Persulfato de Amonio	E	E
Cianuro de Mercurio	B	B	Fosgeno (Líquido)	NR	NR	Persulfato de Potasio	E	E
Ciclohexano	NR	NR	Freon-12	I	I	Petróleo Crudo	E	E
Ciclohexanol	NR	NR	Fructosa	E	E	Potasa Cáustica	E	E
Clorato de Calcio	E	E	Frutas (Jugos - Pulpas)	E	E	Propano	E	I
Clorato de Sodio	I	I	Furfural	NR	NR	Soluciones Electrolíticas	E	E
Cloro (Acuoso) Z	E	NR	Gas Natural	E	E	Soluciones Fotográficas	E	E
Cloro (Húmedo)	E	R	Gasolina	NR	NR	Soda Cáustica	E	E
Cloro (Seco)	E	NR	Gelatina	E	E	Sub-Carbonato de Bismuto	E	E
Clorobenceno	NR	NR	Glicerina o Glicerol	E	E	Sulfato de Aluminio	E	E
Cloroformo	NR	NR	Glicol	E	E	Sulfato de Amonio	E	E
Cloruro de Alilo	NR	NR	Glucosa	E	E	Sulfato de Bario	E	E
Cloruro de Aluminio	E	E	Heptano	I	I	Sulfato de Calcio	E	E
Cloruro de Amonio	NR	E	Hexano	NR	I	Sulfato de Cobre	E	E
Cloruro de Amilo	NR	NR	Hexanol (Terciario)	R	NR	Sulfato de Hidroxilamina	E	E
Cloruro de Bario	E	E	Hidrógeno	E	E	Sulfato de Magnesio	E	E
Cloruro de Calcio	E	E	Hidroquinina	E	E	Sulfato de Metilo	E	R
Cloruro de Cobre	E	E	Hidróxido de Aluminio	E	E	Sulfato de Niquel	E	E
Cloruro de Etilo	NR	NR	Hidróxido de Amonio	E	E	Sulfato de Potasio	E	E
Cloruro de Fenilhidrazina	R	NR	Hidróxido de Bario 10%	E	E	Sulfato de Sodio	E	E
Cloruro de Magnesio	E	E	Hidróxido de Calcio	E	E	Sulfato de Zinc	E	E
Cloruro de Metileno	NR	NR	Hidróxido de Magnesio	E	E	Sulfato Férrico	E	E
Cloruro de Metilo	NR	NR	Hidróxido de Potasio	E	E	Sulfato Ferroso	E	E
Cloruro de Niquel	E	E	Hidróxido de Sodio	E	E	Sulfito de Sodio	E	E
Cloruro de Potasio	E	E	Hipoclorito de Calcio	E	E	Sulfuro de Bario	E	R
Cloruro de Sodio	E	E	Hipoclorito de Sodio	E	E	Sulfuro de Hidrógeno	E	E
Cloruro de Tionilo	NR	NR	Kerosina	E	E	Sulfuro de Sodio	E	E
Cloruro de Zinc	E	E	Leche	E	E	Tetracloruro de Carbono	NR	NR
Cloruro Estánico	E	E	Licor Blanco	E	E	Tetracloruro de Titanio	B	NR
Cloruro Estanoso	E	E	Licor Negro	E	E	Tetra Etilo de Plomo	I	I
Cloruro Férrico	E	E	Licor Lanning	E	E	Tiocianato de Amonio	E	E
Cloruro Ferroso	E	E	Melasas	E	E	Tiosulfato de Sodio	E	E
Cloruro Láurico	I	I	Mercurio	B	B	Tolueno	NR	NR
Cloruro Mercúrico	B	B	Meta Fosfato de Amonio	E	E	Tributilfosfato	NR	NR
Cresol	NR	NR	Metil-etil-cetona	NR	NR	Tricloruro de Fósforo	NR	NR
Crotonaidehido	NR	NR	Monóxido de Carbono	E	E	Trietanol Amina	B	NR
Dextrosa	E	E	Nafta	E	NR	Trietanol Propano	B	NR
Dicloruro de Etileno	NR	NR	Nicotina	I	I	Trióxido de Azufre	B	E
Dicromato de Potasio	E	E	Nitrato de Aluminio	E	E	Urea	E	E
Dicromato de Sodio	B	R	Nitrato de Amonio	E	E	Vinagre	E	NR
Dimetil Amina	NR	NR	Nitrato de Calcio	E	E	Vinos	E	E
Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR	Nitrato de Cobre	E	E	Whisky	E	E
Dióxido de Azufre (Seco)	E	E	Nitrato de Magnesio	E	E	Xileno	NR	NR

Los datos de esta tabla no deben tomarse como definitivos. Son únicamente para dar una idea aproximada. En caso de duda comuníquese con la Oficina de Servicio al Cliente PAVCO WAVIN 782 50 00 en Bogotá, Fuera de Bogotá al 01 800 09 12286 y 01 800 09 $P^7A^3V^8C^2O^6$

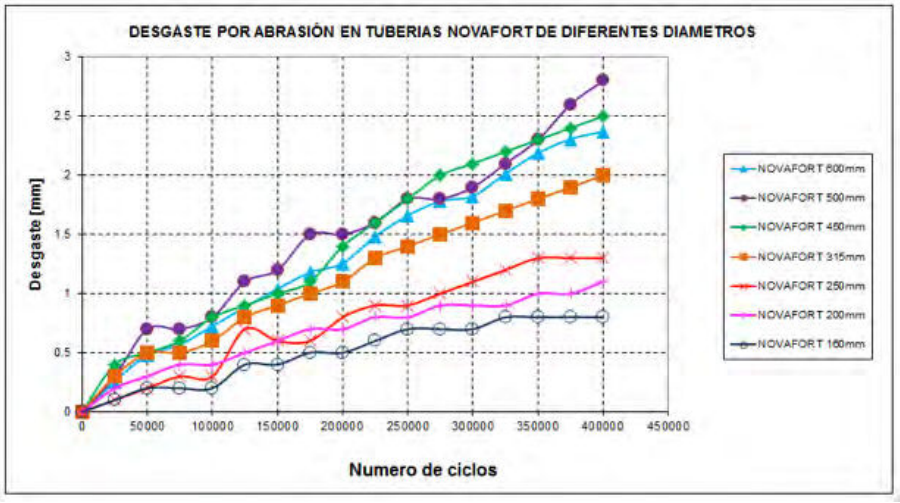
Resistencia a la Abrasión

Se realizan pruebas de abrasión en el laboratorio de hidráulica de la universidad de los Andes usando el método de volcamiento según la norma EN 295-3. Debido a la naturaleza de las tuberías NOVAFORT, el proceso de abrasión se presenta gradualmente sobre una gran área y no en puntos localizados, como sucede en otros materiales generando fallas más rápidas (menor vida útil).

Tipo de Tubería	Resultado	Adelgazamiento de Pared
Concreto	Algunas tuberías solo soportaron 150.000 ciclos	1.35 mm en 400.000 ciclos
Gres	Algunas tuberías solo soportaron 275.000 ciclos	0.77 mm en 400.000 ciclos
Novafort	Algunas tuberías soportaron hasta 700.000 ciclos (Que significa una vida útil de al menos 50 años de tubería Novafort sometida a un arrastre de elmentos abrasivos).	0.18 mm en 400.000 ciclos



Fuente: Pruebas de abrasión en tuberías de alcantarillado de 8" de diferentes materiales por el método de volcamiento. Universidad de los Andes, 1997.



Fuente: Pruebas de abrasión en tuberías de alcantarillado NOVAFORT de diferentes diámetros por el método de volcamiento. Universidad de los Andes, 2013.

4. Óptimo Comportamiento Hidráulico

La pared interior lisa de los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN, permite baja resistencia al flujo dando como resultado mayor capacidad hidráulica generando menores pendientes y diámetros de diseño, lo que a su vez se traduce en reducción de costos del sistema, (menor movimiento de tierra, transporte, etc).

El coeficiente n de Manning recomendado es para NOVAFORT, 0.009 y para NOVALOC, 0.010. (Ver Tablas páginas 16 a 20).

El estudio sobre el comportamiento hidráulico y la determinación del coeficiente de rugosidad en tuberías de alcantarillado, forma parte de uno de diferentes temas de investigación que desarrolla el Centro de Investigaciones en Acueducto y Alcantarillados (CIACUA) de la Universidad de los Andes a través de la "Cátedra PAVCO WAVIN" período 2001-2002, proyecto de investigación patrocinado por PAVCO WAVIN desde hace 15 años.

El estudio consistió en la modelación del perfil de flujo en tuberías de alcantarillado, a partir del montaje de un modelo físico a escala real para simular el comportamiento hidráulico bajo la condición de flujo en tuberías parcialmente llenas, donde se obtienen datos experimentales de la altura de la lámina de agua en diferentes secciones de la tubería para diferentes combinaciones de caudal y pendiente. Los datos experimentales son valorados por un modelo matemático de análisis de flujo para la condición mencionada aplicando las ecuaciones de Continuidad, Cantidad de Movimiento, Energía, Flujo Gradualmente Variado (FGV) y las Leyes de Fricción.

El análisis permite establecer el desempeño de la tubería de alcantarillado bajo diferentes condiciones de caudal y pendiente, así como establecer el coeficiente de Manning y por lo tanto la rugosidad de las tuberías de alcantarillado PAVCO WAVIN.

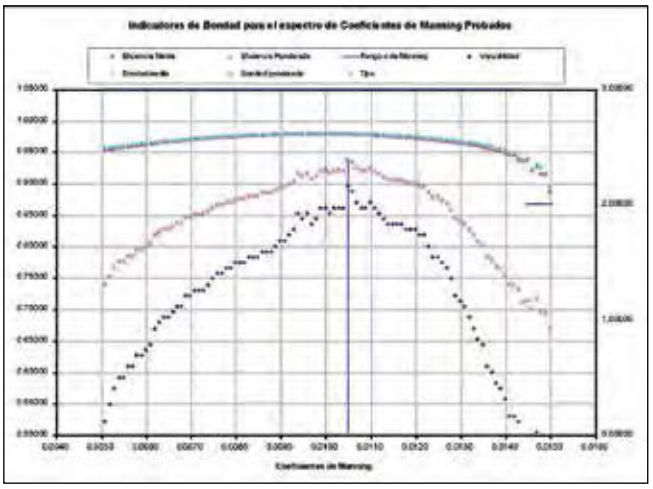
Resultados para tubería de alcantarillado NOVAFORT

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para el n de Manning, siguiendo la metodología descrita:

El resultado del filtrado para pendientes positivas, con rangos de Eficiencias sobre el Error Cuadrático Medio arrojan un valor de Coeficiente de Manning con un valor cercano al 0.0096, con una precisión de [0.001] para la tubería NOVAFORT.

Resultados para tubería de alcantarillado NOVALOC.

El resultado del filtrado para pendientes positivas, con rangos de Eficiencias sobre el Error Cuadrático Medio arrojan un valor de Coeficiente de Manning con un valor cercano al 0.0105, con una precisión de [0.001] para la tubería NOVALOC.



Resultado de la filtración cruzada, para pendientes adversas y horizontales con rangos límites: Tipo I Manning no deseables desde 0 a 0.8, Tipo II Manning aceptables desde 0.8 a 0.96, Tipo III Manning deseables desde 0.96 a 1.-

Caudal	Pendiente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0107	0.0091	0.0070	0.0094	0.0115	0.0099	0.0097	0.0092	0.0078	0.0107
2	0.0100	0.0095	0.0108	0.0099	0.0110	0.0091	0.0109	0.0082	0.0071	0.0100
3	0.0097	0.0094	0.0116	0.0108	0.0108	0.0119	0.0106	0.0078	0.0071	0.0102
4	0.0101	0.0084	0.0118	0.0105	0.0087	0.0107	0.0102	0.0077	0.0068	0.0105
5	0.0100	0.0078	0.0121	0.0117	0.0115	0.0098	0.0101	0.0080	0.0065	0.0108
6	0.0108	0.0066	0.0113	0.0115	0.0084	0.0105	0.0106	0.0079	0.0067	0.0101
7	0.0104	0.0060	0.0094	0.0111	0.0103	0.0091	0.0106	0.0080	0.0062	0.0113
8	0.0099	0.0081	0.0070	0.0101	0.0101	0.0080	0.0099	0.0077	0.0050	0.0113

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías Novafort - Novaloc y las Tuberías de Concreto

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde
n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

Capacidad Hidráulica - TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC Vs. Tubería de Concreto

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	160mm		150mm		200mm		200mm		250mm		250mm		315mm		300mm	
D. Interno mm	145		150		182		200		227		250		284		300	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,38	6,4	0,27	4,8	0,45	11,7	0,33	10,4	0,52	21,0	0,38	18,8	0,60	38,2	0,43	30,6
0,2	0,54	9,0	0,39	6,8	0,63	16,5	0,47	14,7	0,73	29,7	0,54	26,6	0,85	54,0	0,61	43,2
0,3	0,67	11,0	0,47	8,3	0,78	20,2	0,57	18,0	0,90	36,4	0,66	32,6	1,04	66,1	0,75	53,0
0,4	0,77	12,7	0,55	9,6	0,90	23,3	0,66	20,7	1,04	42,0	0,77	37,6	1,20	76,3	0,87	61,2
0,5	0,86	14,2	0,61	10,8	1,00	26,1	0,74	23,2	1,16	47,0	0,86	42,0	1,35	85,3	0,97	68,4
0,6	0,94	15,6	0,67	11,8	1,10	28,5	0,81	25,4	1,27	51,4	0,94	46,1	1,48	93,5	1,06	74,9
0,7	1,02	16,8	0,72	12,7	1,18	30,8	0,87	27,4	1,37	55,6	1,01	49,8	1,59	101,0	1,14	80,9
0,8	1,09	18,0	0,77	13,6	1,27	33,0	0,93	29,3	1,47	59,4	1,08	53,2	1,70	107,9	1,22	86,5
0,9	1,15	19,1	0,82	14,4	1,34	35,0	0,99	31,1	1,56	63,0	1,15	56,4	1,81	114,5	1,30	91,7
1	1,22	20,1	0,86	15,2	1,42	36,8	1,04	32,8	1,64	66,4	1,21	59,5	1,91	120,7	1,37	96,7
1,5	1,49	24,6	1,06	18,7	1,73	45,1	1,28	40,2	2,01	81,3	1,48	72,8	2,33	147,8	1,68	118,4
2	1,72	28,4	1,22	21,5	2,00	52,1	1,48	46,4	2,32	93,9	1,71	84,1	2,69	170,7	1,93	136,8
2,5	1,92	31,8	1,36	24,1	2,24	58,3	1,65	51,9	2,59	105,0	1,92	94,0	3,01	190,8	2,16	152,9
3	2,11	34,8	1,49	26,4	2,45	63,8	1,81	56,8	2,84	115,0	2,10	103,0	3,30	209,0	2,37	167,5
3,5	2,28	37,6	1,61	28,5	2,65	68,9	1,95	61,4	3,07	124,2	2,27	111,3	3,56	225,8	2,56	180,9
4	2,43	40,2	1,72	30,5	2,83	73,7	2,09	65,6	3,28	132,8	2,42	118,9	3,81	241,4	2,74	193,4
4,5	2,58	42,6	1,83	32,3	3,00	78,2	2,21	69,6	3,48	140,9	2,57	126,1	4,04	256,0	2,90	205,1
5	2,72	44,9	1,93	34,1	3,17	82,4	2,33	73,3	3,67	148,5	2,71	133,0	4,26	269,9	3,06	216,2
5,5	2,85	47,1	2,02	35,7	3,32	86,4	2,45	76,9	3,85	155,7	2,84	139,5	4,47	283,0	3,21	226,8
6	2,98	49,2	2,11	37,3	3,47	90,2	2,56	80,3	4,02	162,7	2,97	145,7	4,67	295,6	3,35	236,9
6,5	3,10	51,2	2,20	38,8	3,61	93,9	2,66	83,6	4,18	169,3	3,09	151,6	4,86	307,7	3,49	246,5
7	3,22	53,2	2,28	40,3	3,75	97,5	2,76	86,8	4,34	175,7	3,21	157,3	5,04	319,3	3,62	255,8
7,5	3,33	55,0	2,36	41,7	3,88	100,9	2,86	89,8	4,49	181,9	3,32	162,9	5,22	330,5	3,75	264,8
8	3,44	56,8	2,44	43,1	4,01	104,2	2,95	92,8	4,64	187,8	3,43	168,2	5,39	341,4	3,87	273,5
8,5	3,55	58,6	2,51	44,4	4,13	107,4	3,04	95,6	4,78	193,6	3,53	173,4	5,55	351,9	3,99	281,9
9	3,65	60,3	2,59	45,7	4,25	110,5	3,13	98,4	4,92	199,2	3,63	178,4	5,72	362,1	4,10	290,1
9,5	3,75	61,9	2,66	46,9	4,36	113,6	3,22	101,1	5,06	204,7	3,73	183,3	5,87	372,0	4,22	298,1
10	3,85	63,6	2,73	48,2	4,48	116,5	3,30	103,7	5,19	210,0	3,83	188,1	6,02	381,6	4,33	305,8
10,5	3,94	65,1	2,79	49,3	4,59	119,4	3,38	106,3	5,32	215,2	3,93	192,7	6,17	391,1	4,43	313,3
11	4,04	66,7	2,86	50,5	4,70	122,2	3,46	108,8	5,44	220,2	4,02	197,2	6,32	400,3	4,54	320,7
11,5	4,13	68,2	2,92	51,6	4,80	124,9	3,54	111,2	5,56	225,2	4,11	201,7	6,46	409,3	4,64	327,9
12	4,22	69,6	2,99	52,8	4,91	127,6	3,62	113,6	5,68	230,0	4,20	206,0	6,60	418,1	4,74	335,0
12,5	4,30	71,1	3,05	53,8	5,01	130,3	3,69	116,0	5,80	234,8	4,28	210,2	6,74	426,7	4,84	341,9
13	4,39	72,5	3,11	54,9	5,11	132,8	3,76	118,3	5,92	239,4	4,37	214,4	6,87	435,1	4,93	348,7
13,5	4,47	73,8	3,17	56,0	5,20	135,4	3,84	120,5	6,03	244,0	4,45	218,5	7,00	443,4	5,03	355,3
14	4,55	75,2	3,22	57,0	5,30	137,8	3,91	122,7	6,14	248,5	4,53	222,5	7,13	451,6	5,12	361,8
14,5	4,63	76,5	3,28	58,0	5,39	140,3	3,98	124,9	6,25	252,9	4,61	226,4	7,25	459,6	5,21	368,2
15	4,71	77,8	3,34	59,0	5,48	142,7	4,04	127,0	6,35	257,2	4,69	230,3	7,38	467,4	5,30	374,5
15,5	4,79	79,1	3,39	60,0	5,58	145,0	4,11	129,1	6,46	261,4	4,77	234,1	7,50	475,1	5,39	380,7
16	4,87	80,4	3,45	60,9	5,66	147,4	4,18	131,2	6,56	265,6	4,85	237,9	7,62	482,7	5,47	386,8
16,5	4,94	81,6	3,50	61,9	5,75	149,6	4,24	133,2	6,67	269,7	4,92	241,6	7,74	490,2	5,56	392,8
17	5,02	82,9	3,55	62,8	5,84	151,9	4,30	135,2	6,77	273,8	4,99	245,2	7,86	497,6	5,64	398,7
17,5	5,09	84,1	3,61	63,7	5,92	154,1	4,37	137,2	6,86	277,8	5,07	248,8	7,97	504,9	5,72	404,5
18	5,16	85,3	3,66	64,6	6,01	156,3	4,43	139,2	6,96	281,7	5,14	252,3	8,08	512,0	5,80	410,3
18,5	5,23	86,4	3,71	65,5	6,09	158,5	4,49	141,1	7,06	285,6	5,21	255,8	8,19	519,1	5,88	415,9
19	5,30	87,6	3,76	66,4	6,17	160,6	4,55	143,0	7,15	289,5	5,28	259,2	8,30	526,1	5,96	421,5
19,5	5,37	88,7	3,81	67,3	6,25	162,7	4,61	144,8	7,25	293,2	5,35	262,6	8,41	532,9	6,04	427,0
20	5,44	89,9	3,85	68,1	6,33	164,8	4,67	146,7	7,34	297,0	5,42	265,9	8,52	539,7	6,12	432,5
20,5	5,51	91,0	3,90	69,0	6,41	166,8	4,73	148,5	7,43	300,7	5,49	269,3	8,63	546,4	6,19	437,8
21	5,58	92,1	3,95	69,8	6,49	168,8	4,78	150,3	7,52	304,3	5,55	272,5	8,73	553,1	6,27	443,1
21,5	5,64	93,2	4,00	70,6	6,57	170,8	4,84	152,1	7,61	307,9	5,62	275,7	8,83	559,6	6,34	448,4
22	5,71	94,3	4,04	71,4	6,64	172,8	4,90	153,8	7,70	311,5	5,68	278,9	8,94	566,1	6,42	453,6
22,5	5,77	95,3	4,09	72,2	6,72	174,8	4,95	155,6	7,78	315,0	5,75	282,1	9,04	572,5	6,49	458,7
23	5,84	96,4	4,13	73,0	6,79	176,7	5,01	157,3	7,87	318,5	5,81	285,2	9,14	578,8	6,56	463,8
23,5	5,90	97,4	4,18	73,8	6,86	178,6	5,06	159,0	7,95	321,9	5,87	288,3	9,24	585,0	6,63	468,8
24	5,96	98,5	4,22	74,6	6,94	180,5	5,11	160,7	8,04	325,3	5,93	291,3	9,33	591,2	6,70	473,7
24,5	6,02	99,5	4,27	75,4	7,01	182,4	5,17	162,3	8,12	328,7	6,00	294,3	9,43	597,4	6,77	478,6
25	6,09	100,5	4,31	76,1	7,08	184,2	5,22	164,0	8,20	332,0	6,06	297,3	9,53	603,4	6,84	483,5
25,5	6,15	101,5	4,35	76,9	7,15	186,0	5,27	165,6	8,29	335,3	6,12	300,3	9,62	609,4	6,91	488,3
26	6,21	102,5	4,39	77,7	7,22	187,9	5,32	167,2	8,37	338,6	6,18	303,2	9,71	615,4	6,98	493,1
26,5	6,26	103,5	4,44	78,4	7,29	189,7	5,37	168,8	8,45	341,8	6,24	306,1	9,81	621,3	7,04	497,8
27	6,32	104,4	4,48	79,1	7,36	191,4	5,42	170,4	8,53	345,1	6,29	309,0	9,90	627,1	7,11	502,5
27,5	6,38	105,4	4,52	79,9	7,43	193,2	5,47	172,0	8,60	348,2	6,35	311,9	9,99	632,9	7,17	507,1
28	6,44	106,3	4,56	80,6	7,49	194,9	5,52	173,6	8,68	351,4	6,41	314,7	10,08	638,6	7,24	511,7
28,5	6,50	107,3	4,60	81,3	7,56	196,7	5,57	175,1	8,76	354,5	6,47	317,5	10,17	644,3	7,30	516,2
29	6,55	108,2	4,64	82,0	7,63	198,4	5,62	176,6	8,84	357,6	6,52	320,2	10,26	649,9	7,37	520,7
29,5	6,61	109,2	4,68	82,7	7,69	200,1	5,67	178,1	8,91	360,7	6,58	323,0	10,35	655,5	7,43	525,2
30	6,67	110,1	4,72	83,4	7,76	201,8	5,72	179,6	8,99	363,7	6,64	325,7	10,43	661,0	7,49	529,7
30,5	6,72	111,0	4,76	84,1	7,82	203,5	5,77	181,1	9,06	366,7	6,69	328,4	10,52	666,5	7,56	534,0
31	6,78	111,9	4,80	84,8	7,88	205,1	5,81	182,6	9,14	369,7	6,75	331,1	10,61	672,0	7,62	538,4
31,5	6,83	112,8	4,84	85,5	7,95	206,8	5,86	184,1	9,21	372,7	6,80	333,8	10,69	677,3	7,68	542,7
32	6,88	113,7	4,88	86,2	8,01	208,4	5,91	185,5	9,28	375,7	6,85	336,4	10,78	682,7	7,74	547,0
32,5	6,94	114,6	4,91	86,8	8,07	210,0	5,95	187,0	9,35	378,6	6,91	339,0	10,86	688,0	7,80	551,3

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías Novafort - Novaloc y las Tuberías de Concreto

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde
n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

Capacidad Hidráulica - TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC Vs. Tubería de Concreto

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	355mm		350mm		400mm		400mm		450mm		450mm		500mm		500mm	
D. Interno mm	327		350		362		400		407		450		452		500	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,66	55,6	0,48	46,1	0,71	72,9	0,52	65,9	0,77	99,6	0,57	90,2	0,82	131,8	0,61	119,4
0,2	0,94	78,6	0,68	65,2	1,00	103,1	0,74	93,1	1,08	140,9	0,80	127,5	1,16	186,4	0,86	168,9
0,3	1,15	96,3	0,83	79,9	1,23	126,3	0,91	114,1	1,33	172,6	0,98	156,2	1,42	228,2	1,05	206,8
0,4	1,32	111,2	0,96	92,3	1,42	145,8	1,05	131,7	1,53	199,3	1,13	180,3	1,64	263,6	1,22	238,8
0,5	1,48	124,3	1,07	103,1	1,58	163,0	1,17	147,3	1,71	222,8	1,27	201,6	1,84	294,7	1,36	267,0
0,6	1,62	136,1	1,17	113,0	1,73	178,6	1,28	161,3	1,88	244,0	1,39	220,8	2,01	322,8	1,49	292,5
0,7	1,75	147,1	1,27	122,0	1,87	192,9	1,39	174,2	2,03	263,6	1,50	238,5	2,17	348,7	1,61	315,9
0,8	1,87	157,2	1,36	130,5	2,00	206,2	1,48	186,3	2,17	281,8	1,60	255,0	2,32	372,7	1,72	337,7
0,9	1,99	166,7	1,44	138,4	2,12	218,7	1,57	197,6	2,30	298,9	1,70	270,5	2,46	395,3	1,82	358,2
1	2,09	175,8	1,52	145,9	2,24	230,5	1,66	208,3	2,42	315,1	1,79	285,1	2,60	416,7	1,92	377,6
1,5	2,56	215,3	1,86	178,6	2,74	282,3	2,03	255,1	2,97	385,9	2,20	349,2	3,18	510,4	2,36	462,5
2	2,96	248,6	2,14	206,3	3,17	326,0	2,34	294,5	3,42	445,6	2,54	403,2	3,67	589,3	2,72	534,0
2,5	3,31	277,9	2,40	230,6	3,54	364,5	2,62	329,3	3,83	498,2	2,83	450,8	4,11	658,9	3,04	597,0
3	3,63	304,4	2,63	252,6	3,88	399,3	2,87	360,7	4,19	545,7	3,10	493,8	4,50	721,8	3,33	654,0
3,5	3,92	328,8	2,84	272,9	4,19	431,3	3,10	389,6	4,53	589,4	3,35	533,4	4,86	779,6	3,60	706,4
4	4,19	351,5	3,03	291,7	4,48	461,0	3,31	416,5	4,84	630,1	3,59	570,2	5,19	833,4	3,85	755,2
4,5	4,44	372,9	3,22	309,4	4,75	489,0	3,52	441,8	5,14	668,3	3,80	604,8	5,51	884,0	4,08	801,0
5	4,68	393,0	3,39	326,2	5,01	515,4	3,71	465,7	5,42	704,5	4,01	637,5	5,81	931,8	4,30	844,3
5,5	4,91	412,2	3,56	342,1	5,25	540,6	3,89	488,4	5,68	738,9	4,20	668,6	6,09	977,3	4,51	885,5
6	5,13	430,5	3,71	357,3	5,49	564,6	4,06	510,1	5,93	771,7	4,39	698,4	6,36	1020,7	4,71	924,9
6,5	5,34	448,1	3,87	371,9	5,71	587,7	4,23	531,0	6,17	803,2	4,57	726,9	6,62	1062,4	4,90	962,7
7	5,54	465,0	4,01	385,9	5,93	609,9	4,38	551,0	6,41	833,6	4,74	754,3	6,87	1102,5	5,09	999,0
7,5	5,73	481,4	4,15	399,5	6,13	631,3	4,54	570,3	6,63	862,8	4,91	780,8	7,11	1141,2	5,27	1034,1
8	5,92	497,1	4,29	412,6	6,33	652,0	4,69	589,0	6,85	891,1	5,07	806,4	7,35	1178,7	5,44	1068,0
8,5	6,10	512,4	4,42	425,3	6,53	672,1	4,83	607,2	7,06	918,5	5,23	831,2	7,57	1214,9	5,61	1100,9
9	6,28	527,3	4,55	437,6	6,72	691,5	4,97	624,8	7,26	945,2	5,38	855,3	7,79	1250,2	5,77	1132,8
9,5	6,45	541,7	4,67	449,6	6,90	710,5	5,11	641,9	7,46	971,1	5,53	878,8	8,00	1284,4	5,93	1163,8
10	6,62	555,8	4,79	461,3	7,08	728,9	5,24	658,6	7,66	996,3	5,67	901,6	8,21	1317,8	6,08	1194,1
10,5	6,78	569,5	4,91	472,7	7,26	747,0	5,37	674,8	7,85	1020,9	5,81	923,8	8,42	1350,3	6,23	1223,5
11	6,94	582,9	5,03	483,8	7,43	764,5	5,50	690,7	8,03	1044,9	5,95	945,6	8,61	1382,1	6,38	1252,3
11,5	7,10	596,1	5,14	494,7	7,60	781,7	5,62	706,2	8,21	1068,4	6,08	966,8	8,81	1413,2	6,52	1280,5
12	7,25	608,9	5,25	505,3	7,76	798,5	5,74	721,4	8,39	1091,4	6,21	987,6	9,00	1443,6	6,66	1308,0
12,5	7,40	621,4	5,36	515,7	7,92	815,0	5,86	736,3	8,56	1113,9	6,34	1008,0	9,18	1473,3	6,80	1335,0
13	7,55	633,7	5,47	525,9	8,08	831,1	5,98	750,9	8,73	1136,0	6,46	1028,0	9,36	1502,5	6,93	1361,4
13,5	7,69	645,8	5,57	535,9	8,23	847,0	6,09	765,2	8,90	1157,6	6,59	1047,5	9,54	1531,1	7,07	1387,4
14	7,83	657,7	5,67	545,8	8,38	862,5	6,20	779,2	9,06	1178,8	6,71	1066,8	9,72	1559,2	7,20	1412,8
14,5	7,97	669,3	5,77	555,4	8,53	877,8	6,31	793,0	9,22	1199,7	6,83	1085,7	9,89	1586,8	7,32	1437,8
15	8,11	680,7	5,87	564,9	8,67	892,8	6,42	806,6	9,38	1220,2	6,94	1104,2	10,06	1613,9	7,45	1462,4
15,5	8,24	692,0	5,97	574,3	8,82	907,5	6,52	819,9	9,53	1240,4	7,06	1122,5	10,22	1640,6	7,57	1486,6
16	8,37	703,1	6,06	583,5	8,96	922,1	6,63	833,0	9,69	1260,2	7,17	1140,4	10,39	1666,9	7,69	1510,4
16,5	8,50	714,0	6,16	592,5	9,10	936,4	6,73	845,9	9,84	1279,8	7,28	1158,1	10,55	1692,7	7,81	1533,8
17	8,63	724,7	6,25	601,4	9,23	950,4	6,83	858,7	9,98	1299,0	7,39	1175,5	10,71	1718,2	7,93	1556,9
17,5	8,76	735,3	6,34	610,2	9,37	964,3	6,93	871,2	10,13	1318,0	7,50	1192,7	10,86	1743,3	8,04	1579,6
18	8,88	745,7	6,43	618,9	9,50	978,0	7,03	883,6	10,27	1336,7	7,61	1209,6	11,02	1768,0	8,16	1602,0
18,5	9,00	756,0	6,52	627,4	9,63	991,5	7,13	895,7	10,42	1355,1	7,71	1226,3	11,17	1792,4	8,27	1624,1
19	9,12	766,1	6,61	635,8	9,76	1004,8	7,22	907,8	10,56	1373,3	7,81	1242,7	11,32	1816,4	8,38	1645,9
19,5	9,24	776,2	6,69	644,1	9,89	1017,9	7,32	919,6	10,69	1391,3	7,92	1259,0	11,47	1840,2	8,49	1667,4
20	9,36	786,0	6,78	652,3	10,02	1030,9	7,41	931,4	10,83	1409,0	8,02	1275,0	11,61	1863,6	8,60	1688,7
20,5	9,48	795,8	6,86	660,4	10,14	1043,7	7,50	942,9	10,96	1426,5	8,12	1290,9	11,76	1886,8	8,71	1709,6
21	9,59	805,5	6,95	668,4	10,26	1056,3	7,59	954,4	11,10	1443,8	8,21	1306,5	11,90	1909,6	8,81	1730,4
21,5	9,70	815,0	7,03	676,4	10,39	1068,8	7,68	965,6	11,23	1460,9	8,31	1322,0	12,04	1932,2	8,92	1750,8
22	9,82	824,4	7,11	684,2	10,51	1081,2	7,77	976,8	11,36	1477,8	8,41	1337,3	12,18	1954,6	9,02	1771,1
22,5	9,93	833,7	7,19	691,9	10,62	1093,4	7,86	987,9	11,49	1494,5	8,50	1352,4	12,32	1976,7	9,12	1791,1
23	10,04	842,9	7,27	699,5	10,74	1105,5	7,95	998,8	11,61	1511,0	8,60	1367,3	12,45	1998,5	9,22	1810,9
23,5	10,15	852,1	7,35	707,1	10,86	1117,5	8,03	1009,6	11,74	1527,3	8,69	1382,1	12,59	2020,1	9,32	1830,5
24	10,25	861,1	7,43	714,6	10,97	1129,3	8,12	1020,2	11,86	1543,5	8,78	1396,7	12,72	2041,5	9,42	1849,8
24,5	10,36	870,0	7,50	722,0	11,09	1141,0	8,20	1030,8	11,99	1559,5	8,87	1411,2	12,85	2062,7	9,52	1869,0
25	10,46	878,8	7,58	729,3	11,20	1152,6	8,29	1041,3	12,11	1575,3	8,96	1425,5	12,99	2083,6	9,62	1888,0
25,5	10,57	887,6	7,66	736,6	11,31	1164,0	8,37	1051,6	12,23	1591,0	9,05	1439,7	13,11	2104,3	9,71	1906,8
26	10,67	896,2	7,73	743,8	11,42	1175,4	8,45	1061,9	12,35	1606,5	9,14	1453,8	13,24	2124,9	9,81	1925,4
26,5	10,77	904,8	7,80	750,9	11,53	1186,6	8,53	1072,1	12,47	1621,9	9,23	1467,7	13,37	2145,2	9,90	1943,8
27	10,88	913,3	7,88	757,9	11,64	1197,8	8,61	1082,1	12,58	1637,1	9,31	1481,5	13,49	2165,3	9,99	1962,0
27,5	10,98	921,7	7,95	764,9	11,75	1208,8	8,69	1092,1	12,70	1652,2	9,40	1495,1	13,62	2185,3	10,08	1980,1
28	11,07	930,1	8,02	771,9	11,85	1219,8	8,77	1102,0	12,81	1667,1	9,49	1508,6	13,74	2205,1	10,18	1998,0
28,5	11,17	938,3	8,09	778,7	11,96	1230,6	8,85	1111,8	12,93	1682,0	9,57	1522,1	13,86	2224,7	10,27	2015,8
29	11,27	946,5	8,16	785,5	12,06	1241,4	8,92	1121,5	13,04	1696,6	9,65	1535,3	13,99	2244,1	10,36	2033,4
29,5	11,37	954,7	8,23	792,3	12,16	1252,0	9,00	1131,1	13,15	1711,2	9,74	1548,5	14,11	2263,4	10,44	2050,9
30	11,46	962,7	8,30	798,9	12,27	1262,6	9,08	1140,7	13,26	1725,7	9,82	1561,6	14,22	2282,5	10,53	2068,2
30,5	11,56	970,7	8,37	805,6	12,37	1273,1	9,15	1150,1	13,37	1740,0	9,90	1574,6	14,34	2301,4	10,62	2085,3
31	11,65	978,6	8,44	812,1	12,47	1283,4	9,23	1159,5	13,48	1754,2	9,98	1587,4	14,46	2320,2	10,71	2102,4
31,5	11,75	986,5	8,51	818,7	12,57	1293,8	9,30	1168,8	13,59	1768,3	10,06	1600,2	14,58	2338,8	10,79	2119,2
32	11,84	994,3	8,58	825,1	12,67	1304,0	9,37	1178,1	13,70	1782,2	10,14	1612,8	14,69	2357,3	10,88	2136,0
32,5	11,93	1002,0	8,64	831,6	12,77	1314,1	9,45	1187,2	13,81	1796,1	10,22	1625,4	14,81	2375,7	10,96	2152,6

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías Novafort - Novaloc y las Tuberías de Concreto

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde
n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

Capacidad Hidráulica - TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC Vs. Tubería de Concreto

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	24"		600mm		27"		700mm		30"		800mm		33"		850mm	
D. Interno mm	595		600		670		700		747		800		824		838,2	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,99	274,3	0,69	194,2	1,07	376,4	0,76	292,9	1,15	503,1	0,83	418,2	1,23	653,6	0,86	473,6
0,2	1,40	387,9	0,97	274,6	1,51	532,3	1,08	414,2	1,62	711,5	1,18	591,4	1,73	924,3	1,21	669,7
0,3	1,71	475,1	1,19	336,3	1,85	652,0	1,32	507,3	1,99	871,4	1,44	724,3	2,12	1132,0	1,49	820,2
0,4	1,97	548,5	1,37	388,3	2,14	752,8	1,52	585,8	2,30	1006,2	1,66	836,3	2,45	1307,1	1,72	947,1
0,5	2,21	613,3	1,54	434,2	2,39	841,7	1,70	654,9	2,57	1125,0	1,86	935,0	2,74	1461,4	1,92	1058,9
0,6	2,42	671,8	1,68	475,6	2,62	922,0	1,86	717,4	2,81	1232,4	2,04	1024,3	3,00	1600,9	2,10	1160,0
0,7	2,61	725,7	1,82	513,7	2,82	995,9	2,01	774,9	3,04	1331,1	2,20	1106,4	3,24	1729,1	2,27	1252,9
0,8	2,79	775,8	1,94	549,2	3,02	1064,7	2,15	828,4	3,25	1423,0	2,35	1182,7	3,47	1848,5	2,43	1339,4
0,9	2,96	822,8	2,06	582,5	3,20	1129,3	2,28	878,7	3,44	1509,3	2,50	1254,5	3,68	1960,7	2,57	1420,7
1	3,12	867,3	2,17	614,0	3,38	1190,3	2,41	926,2	3,63	1591,0	2,63	1322,4	3,88	2066,7	2,71	1497,5
1,5	3,82	1062,3	2,66	752,0	4,14	1457,9	2,95	1134,3	4,45	1948,5	3,22	1619,5	4,75	2531,2	3,32	1834,1
2	4,41	1226,6	3,07	868,3	4,77	1683,4	3,40	1309,8	5,13	2250,0	3,72	1870,1	5,48	2922,8	3,84	2117,8
2,5	4,93	1371,4	3,43	970,8	5,34	1882,1	3,81	1464,4	5,74	2515,5	4,16	2090,8	6,13	3267,8	4,29	2367,8
3	5,40	1502,3	3,76	1063,5	5,85	2061,7	4,17	1604,2	6,29	2755,6	4,56	2290,4	6,71	3579,7	4,70	2593,7
3,5	5,84	1622,6	4,06	1148,7	6,32	2226,9	4,50	1732,7	6,79	2976,4	4,92	2473,9	7,25	3866,5	5,08	2801,6
4	6,24	1734,7	4,34	1228,0	6,75	2380,7	4,81	1852,4	7,26	3181,9	5,26	2644,7	7,75	4133,4	5,43	2995,0
4,5	6,62	1839,9	4,61	1302,5	7,16	2525,1	5,11	1964,8	7,70	3375,0	5,58	2805,1	8,22	4384,2	5,76	3176,7
5	6,98	1939,4	4,86	1373,0	7,55	2661,7	5,38	2071,0	8,12	3557,5	5,88	2956,9	8,67	4621,3	6,07	3348,5
5,5	7,32	2034,1	5,09	1440,0	7,92	2791,6	5,64	2172,1	8,51	3731,2	6,17	3101,2	9,09	4846,9	6,36	3511,9
6	7,64	2124,5	5,32	1504,0	8,27	2915,7	5,90	2268,7	8,89	3897,1	6,44	3239,1	9,49	5062,4	6,65	3668,1
6,5	7,95	2211,3	5,54	1565,4	8,61	3034,8	6,14	2361,3	9,26	4056,2	6,71	3371,3	9,88	5269,1	6,92	3817,9
7	8,25	2294,7	5,75	1624,5	8,93	3149,4	6,37	2450,5	9,60	4209,3	6,96	3498,6	10,25	5468,0	7,18	3962,0
7,5	8,54	2375,3	5,95	1681,5	9,25	3259,9	6,59	2536,5	9,94	4357,1	7,20	3621,4	10,61	5659,9	7,43	4101,1
8	8,82	2453,2	6,14	1736,7	9,55	3366,8	6,81	2619,7	10,27	4499,9	7,44	3740,2	10,96	5845,5	7,68	4235,6
8,5	9,09	2528,7	6,33	1790,1	9,84	3470,4	7,02	2700,3	10,58	4638,4	7,67	3855,3	11,30	6025,4	7,91	4365,9
9	9,36	2602,0	6,51	1842,0	10,13	3571,0	7,22	2778,6	10,89	4772,9	7,89	3967,1	11,63	6200,1	8,14	4492,5
9,5	9,61	2673,3	6,69	1892,5	10,41	3668,9	7,42	2854,7	11,19	4903,7	8,11	4075,8	11,95	6370,0	8,36	4615,6
10	9,86	2742,7	6,87	1941,7	10,68	3764,2	7,61	2928,9	11,48	5031,1	8,32	4181,6	12,26	6535,5	8,58	4735,5
10,5	10,11	2810,5	7,04	1989,6	10,94	3857,2	7,80	3001,2	11,76	5155,3	8,52	4284,9	12,56	6696,9	8,79	4852,5
11	10,35	2876,6	7,20	2036,4	11,20	3947,9	7,98	3071,8	12,04	5276,7	8,73	4385,7	12,85	6854,5	9,00	4966,6
11,5	10,58	2941,3	7,36	2082,2	11,45	4036,7	8,16	3140,9	12,31	5395,2	8,92	4484,3	13,14	7008,6	9,20	5078,3
12	10,81	3004,5	7,52	2127,0	11,70	4123,5	8,34	3208,4	12,58	5511,3	9,11	4580,8	13,43	7159,3	9,40	5187,5
12,5	11,03	3066,5	7,68	2170,9	11,94	4208,5	8,51	3274,6	12,83	5624,9	9,30	4675,2	13,70	7306,9	9,59	5294,5
13	11,25	3127,2	7,83	2213,9	12,17	4291,9	8,68	3339,4	13,09	5736,3	9,49	4767,8	13,97	7451,6	9,78	5399,3
13,5	11,46	3186,8	7,98	2256,0	12,41	4373,6	8,84	3403,0	13,34	5845,6	9,67	4858,6	14,24	7593,6	9,97	5502,2
14	11,67	3245,3	8,13	2297,4	12,63	4453,9	9,00	3465,5	13,58	5952,9	9,84	4947,8	14,50	7732,9	10,15	5603,1
14,5	11,88	3302,7	8,27	2338,1	12,86	4532,7	9,16	3526,8	13,82	6058,2	10,02	5035,4	14,76	7869,8	10,33	5702,3
15	12,08	3359,2	8,41	2378,1	13,08	4610,2	9,32	3587,1	14,06	6161,8	10,19	5121,4	15,01	8004,3	10,51	5799,8
15,5	12,28	3414,7	8,55	2417,4	13,29	4686,4	9,48	3646,4	14,29	6263,7	10,36	5206,1	15,26	8136,7	10,68	5895,7
16	12,48	3469,3	8,69	2456,0	13,50	4761,4	9,63	3704,8	14,52	6363,9	10,52	5289,4	15,50	8266,8	10,86	5990,0
16,5	12,67	3523,1	8,82	2494,1	13,71	4835,2	9,78	3762,2	14,75	6462,6	10,69	5371,4	15,74	8395,0	11,02	6082,9
17	12,86	3576,1	8,95	2531,6	13,92	4907,9	9,92	3818,8	14,97	6559,7	10,85	5452,2	15,98	8521,3	11,19	6174,4
17,5	13,05	3628,3	9,08	2568,6	14,12	4979,6	10,07	3874,5	15,19	6655,5	11,01	5531,8	16,21	8645,7	11,35	6264,5
18	13,23	3679,8	9,21	2605,0	14,32	5050,2	10,21	3929,5	15,40	6749,9	11,16	5610,3	16,44	8768,3	11,51	6353,4
18,5	13,42	3730,5	9,34	2641,0	14,52	5119,9	10,35	3983,7	15,61	6843,0	11,32	5687,6	16,67	8889,3	11,67	6441,0
19	13,60	3780,6	9,47	2676,4	14,72	5188,6	10,49	4037,2	15,82	6934,9	11,47	5764,0	16,89	9008,6	11,83	6527,5
19,5	13,77	3830,0	9,59	2711,4	14,91	5256,4	10,63	4090,0	16,03	7025,5	11,62	5839,3	17,11	9126,4	11,98	6612,8
20	13,95	3878,8	9,71	2745,9	15,10	5323,4	10,76	4142,1	16,23	7115,0	11,76	5913,7	17,33	9242,6	12,14	6697,0
20,5	14,12	3927,0	9,83	2780,1	15,29	5389,5	10,90	4193,5	16,44	7203,4	11,91	5987,2	17,55	9357,4	12,29	6780,2
21	14,29	3974,6	9,95	2813,8	15,47	5454,9	11,03	4244,3	16,64	7290,7	12,06	6059,8	17,76	9470,9	12,44	6862,4
21,5	14,46	4021,7	10,07	2847,1	15,66	5519,4	11,16	4294,6	16,83	7377,0	12,20	6131,5	17,97	9582,9	12,58	6943,6
22	14,63	4068,2	10,19	2880,0	15,84	5583,2	11,29	4344,2	17,03	7462,3	12,34	6202,4	18,18	9693,7	12,73	7023,9
22,5	14,80	4114,1	10,30	2912,5	16,01	5646,3	11,42	4393,3	17,22	7546,6	12,48	6272,5	18,38	9803,3	12,87	7103,3
23	14,96	4159,6	10,41	2944,7	16,19	5708,7	11,54	4441,9	17,41	7630,0	12,62	6341,8	18,59	9911,6	13,02	7181,8
23,5	15,12	4204,6	10,53	2976,5	16,37	5770,4	11,67	4489,9	17,60	7712,5	12,75	6410,3	18,79	10018,8	13,16	7259,4
24	15,28	4249,0	10,64	3008,0	16,54	5831,5	11,79	4537,4	17,78	7794,1	12,89	6478,2	18,99	10124,8	13,29	7336,2
24,5	15,44	4293,1	10,75	3039,2	16,71	5891,9	11,91	4584,4	17,97	7874,9	13,02	6545,3	19,18	10229,7	13,43	7412,2
25	15,60	4336,7	10,86	3070,1	16,88	5951,7	12,03	4631,0	18,15	7954,9	13,15	6611,8	19,38	10333,6	13,57	7487,5
25,5	15,75	4379,8	10,97	3100,6	17,05	6011,0	12,15	4677,0	18,33	8034,0	13,28	6677,5	19,57	10436,4	13,70	7562,0
26	15,91	4422,5	11,07	3130,9	17,22	6069,6	12,27	4722,7	18,51	8112,4	13,41	6742,7	19,76	10538,2	13,84	7635,8
26,5	16,06	4464,9	11,18	3160,8	17,38	6127,7	12,39	4767,9	18,69	8190,0	13,54	6807,2	19,95	10639,1	13,97	7708,9
27	16,21	4506,8	11,28	3190,5	17,54	6185,2	12,51	4812,6	18,86	8266,9	13,67	6871,1	20,14	10739,0	14,10	7781,2
27,5	16,36	4548,3	11,39	3219,9	17,71	6242,2	12,62	4857,0	19,04	8343,1	13,80	6934,5	20,32	10837,9	14,23	7853,0
28	16,51	4589,5	11,49	3249,0	17,87	6298,7	12,73	4901,0	19,21	8418,6	13,92	6997,2	20,51	10936,0	14,36	7924,0
28,5	16,65	4630,3	11,59	3277,9	18,02	6354,7	12,85	4944,5	19,38	8493,5	14,04	7059,4	20,69	11033,2	14,49	7994,5
29	16,80	4670,7	11,69	3306,6	18,18	6410,2	12,96	4987,7	19,55	8567,6	14,17	7121,1	20,87	11129,6	14,61	8064,3
29,5	16,94	4710,8	11,79	3334,9	18,34	6465,2	13,07	5030,5	19,72	8641,2	14,29	7182,2	21,05	11225,1	14,74	8133,5
30	17,09	4750,6	11,89	3363,1	18,49	6519,8	13,18	5073,0	19,88	8714,1	14,41	7242,8	21,23	11319,8	14,86	8202,1
30,5	17,23	4790,0	11,99	3391,0	18,65	6573,9	13,29	5115,1	20,05	8786,4	14,53	7302,9	21,40	11413,8	14,99	8270,2
31	17,37	4829,1	12,09	3418,7	18,80	6627,6	13,40	5156,8	20,21	8858,2	14,65	7362,5	21,58	11507,0	15,11	8337,7
31,5	17,51	4867,9	12,19	3446,1	18,95	6680,8	13,51	5198,2	20,37	8929,3	14,76	7421,7	21,75	11599,4	15,23	8404,7
32	17,65	4906,4	12,28	3473,4	19,10	6733,6	13,61	5239,3	20,54	8999,9	14,88	7480,3	21,92	11691,1	15,35	8471,1
32,5	17,78	4944,6	12,38	3500,4	19,25	6786,0	13,72	5280,1	20,70	9069,9	15,00	7538,6	22,09	11782,1	15,47	8537,1

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías Novafort - Novaloc y las Tuberías de Concreto

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde
n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

Capacidad Hidráulica - TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC Vs. Tubería de Concreto

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	36"		900mm		39"		1000mm		42"		1100mm		45"		1100mm	
D. Interno mm	900		900		977,6		1000		1054		1100		1127		1100	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,30	826,9	0,90	572,5	1,373	1030,949	0,965	758,182	1,444	1260,034	1,029	977,583	1,36	1355,8	1,03	977,6
0,2	1,84	1169,4	1,27	809,6	1,942	1457,982	1,365	1072,231	2,042	1781,957	1,455	1382,511	1,92	1917,3	1,45	1382,5
0,3	2,25	1432,2	1,56	991,5	2,379	1785,656	1,672	1313,209	2,501	2182,443	1,782	1693,224	2,35	2348,2	1,78	1693,2
0,4	2,60	1653,8	1,80	1144,9	2,747	2061,898	1,931	1516,363	2,888	2520,068	2,057	1955,166	2,72	2711,5	2,06	1955,2
0,5	2,91	1849,0	2,01	1280,1	3,071	2305,272	2,159	1695,345	3,229	2817,522	2,300	2185,942	3,04	3031,6	2,30	2185,9
0,6	3,18	2025,5	2,20	1402,3	3,364	2525,299	2,365	1857,158	3,537	3086,441	2,520	2394,580	3,33	3320,9	2,52	2394,6
0,7	3,44	2187,8	2,38	1514,6	3,634	2727,635	2,554	2005,960	3,821	3333,737	2,722	2586,442	3,60	3587,0	2,72	2586,4
0,8	3,68	2338,8	2,55	1619,2	3,885	2915,964	2,730	2144,461	4,085	3563,915	2,910	2765,023	3,84	3834,6	2,91	2765,0
0,9	3,90	2480,7	2,70	1717,4	4,120	3092,847	2,896	2274,545	4,332	3780,103	3,086	2932,749	4,08	4067,3	3,09	2932,7
1	4,11	2614,9	2,85	1810,3	4,343	3260,147	3,053	2397,581	4,567	3984,578	3,253	3091,389	4,30	4287,3	3,25	3091,4
1,5	5,03	3202,6	3,49	2217,2	5,319	3992,849	3,739	2936,424	5,593	4880,092	3,984	3786,163	5,26	5250,8	3,98	3786,2
2	5,81	3698,0	4,02	2560,2	6,142	4610,545	4,317	3390,691	6,458	5635,044	4,600	4371,885	6,08	6063,1	4,60	4371,9
2,5	6,50	4134,5	4,50	2862,4	6,867	5154,746	4,827	3790,908	7,221	6300,171	5,143	4887,916	6,80	6778,8	5,14	4887,9
3	7,12	4529,1	4,93	3135,6	7,523	5646,741	5,287	4152,731	7,910	6901,492	5,634	5354,443	7,44	7425,8	5,63	5354,4
3,5	7,69	4892,0	5,32	3386,8	8,126	6099,177	5,711	4485,462	8,544	7454,463	6,086	5783,460	8,04	8020,7	6,09	5783,5
4	8,22	5229,8	5,69	3620,6	8,687	6520,295	6,105	4795,161	9,134	7969,156	6,506	6182,779	8,60	8574,5	6,51	6182,8
4,5	8,72	5547,0	6,04	3840,2	9,214	6915,817	6,476	5086,036	9,688	8452,567	6,901	6557,827	9,12	9094,7	6,90	6557,8
5	9,19	5847,1	6,36	4048,0	9,712	7289,911	6,826	5361,153	10,212	8909,787	7,274	6912,557	9,61	9586,6	7,27	6912,6
5,5	9,64	6132,5	6,67	4245,6	10,186	7645,723	7,159	5622,825	10,710	9344,664	7,629	7249,950	10,08	10054,5	7,63	7250,0
6	10,07	6405,2	6,97	4434,3	10,639	7985,697	7,478	5872,849	11,186	9760,183	7,968	7572,326	10,53	10501,6	7,97	7572,3
6,5	10,48	6666,7	7,25	4615,4	11,073	8311,777	7,783	6112,655	11,643	10158,721	8,293	7881,527	10,96	10930,4	8,29	7881,5
7	10,87	6918,4	7,53	4789,6	11,491	8625,539	8,077	6343,402	12,083	10542,203	8,607	8179,047	11,37	11343,0	8,61	8179,0
7,5	11,26	7161,2	7,79	4957,7	11,895	8928,281	8,360	6566,045	12,507	10912,216	8,909	8466,118	11,77	11741,2	8,91	8466,1
8	11,63	7396,0	8,05	5120,3	12,285	9221,089	8,634	6781,382	12,917	11270,089	9,201	8743,769	12,16	12126,2	9,20	8743,8
8,5	11,98	7623,7	8,30	5277,9	12,663	9504,881	8,900	6990,088	13,314	11616,942	9,484	9012,871	12,53	12499,4	9,48	9012,9
9	12,33	7844,7	8,54	5430,9	13,030	9780,442	9,158	7192,742	13,700	11953,734	9,759	9274,168	12,89	12861,8	9,76	9274,2
9,5	12,67	8059,6	8,77	5579,8	13,387	10048,449	9,409	7389,839	14,076	12281,294	10,026	9528,302	13,25	13214,2	10,03	9528,3
10	13,00	8269,0	9,00	5724,7	13,735	10309,491	9,653	7581,815	14,441	12600,342	10,287	9775,831	13,59	13557,5	10,29	9775,8
10,5	13,32	8473,2	9,22	5866,1	14,074	10564,085	9,892	7769,049	14,798	12911,509	10,541	10017,246	13,93	13892,3	10,54	10017,2
11	13,63	8672,6	9,44	6004,1	14,405	10812,685	10,125	7951,875	15,146	13215,350	10,789	10252,978	14,25	14219,2	10,79	10253,0
11,5	13,94	8867,5	9,65	6139,1	14,729	11055,697	10,352	8130,591	15,487	13512,362	11,031	10483,411	14,57	14538,8	11,03	10483,4
12	14,24	9058,3	9,86	6271,1	15,046	11293,482	10,575	8305,463	15,820	13802,983	11,269	10708,887	14,89	14851,5	11,27	10708,9
12,5	14,53	9245,0	10,06	6400,4	15,356	11526,361	10,793	8476,727	16,146	14087,611	11,501	10929,712	15,19	15157,8	11,50	10929,7
13	14,82	9428,1	10,26	6527,2	15,660	11754,628	11,007	8644,600	16,466	14366,601	11,729	11146,163	15,50	15458,0	11,73	11146,2
13,5	15,10	9607,7	10,46	6651,5	15,958	11978,546	11,216	8809,273	16,779	14640,275	11,952	11358,489	15,79	15752,4	11,95	11358,5
14	15,38	9784,0	10,65	6773,6	16,251	12198,354	11,422	8970,925	17,087	14908,926	12,171	11566,919	16,08	16041,5	12,17	11566,9
14,5	15,65	9957,2	10,84	6893,5	16,539	12414,271	11,624	9129,715	17,390	15172,821	12,387	11771,660	16,37	16325,4	12,39	11771,7
15	15,92	10127,4	11,02	7011,3	16,822	12626,496	11,823	9285,789	17,687	15432,204	12,599	11972,899	16,65	16604,5	12,60	11972,9
15,5	16,18	10294,8	11,20	7127,2	17,100	12835,213	12,018	9439,284	17,979	15687,300	12,807	12170,812	16,92	16879,0	12,81	12170,8
16	16,44	10459,6	11,38	7241,2	17,373	13040,589	12,211	9590,322	18,267	15938,312	13,012	12365,557	17,19	17149,1	13,01	12365,6
16,5	16,70	10621,7	11,56	7353,5	17,643	13242,781	12,400	9739,018	18,550	16185,433	13,214	12557,283	17,46	17415,0	13,21	12557,3
17	16,95	10781,5	11,73	7464,1	17,908	13441,932	12,587	9885,478	18,829	16428,836	13,412	12746,124	17,72	17676,8	13,41	12746,1
17,5	17,19	10938,9	11,90	7573,1	18,170	13638,175	12,770	10029,799	19,104	16668,686	13,608	12932,209	17,98	17934,9	13,61	12932,2
18	17,44	11094,1	12,07	7680,5	18,427	13831,634	12,951	10172,073	19,375	16905,133	13,801	13115,654	18,23	18189,3	13,80	13115,7
18,5	17,68	11247,1	12,24	7786,4	18,681	14022,424	13,130	10312,384	19,643	17138,318	13,992	13296,568	18,49	18440,2	13,99	13296,6
19	17,92	11398,1	12,40	7891,0	18,932	14210,653	13,306	10450,811	19,906	17368,373	14,179	13475,053	18,73	18687,8	14,18	13475,1
19,5	18,15	11547,1	12,57	7994,1	19,180	14396,421	13,480	10587,429	20,166	17595,420	14,365	13651,205	18,98	18932,0	14,36	13651,2
20	18,38	11694,2	12,73	8096,0	19,424	14579,822	13,652	10722,306	20,423	17819,575	14,548	13825,113	19,22	19173,2	14,55	13825,1
20,5	18,61	11839,4	12,88	8196,5	19,665	14760,945	13,822	10855,508	20,677	18040,945	14,728	13996,860	19,46	19411,4	14,73	13996,9
21	18,84	11982,9	13,04	8295,9	19,904	14939,872	13,989	10987,094	20,928	18259,631	14,907	14166,525	19,69	19646,7	14,91	14166,5
21,5	19,06	12124,8	13,19	8394,1	20,139	15116,681	14,155	11117,124	21,175	18475,728	15,083	14334,182	19,93	19879,2	15,08	14334,2
22	19,28	12264,9	13,35	8491,1	20,372	15291,446	14,318	11245,649	21,420	18689,328	15,258	14499,901	20,16	20109,1	15,26	14499,9
22,5	19,50	12403,5	13,50	8587,1	20,602	15464,237	14,480	11372,723	21,662	18900,513	15,430	14663,747	20,39	20336,3	15,43	14663,7
23	19,71	12540,6	13,65	8681,9	20,830	15635,117	14,640	11498,392	21,902	19109,365	15,601	14825,782	20,61	20561,0	15,60	14825,8
23,5	19,93	12676,2	13,79	8775,8	21,055	15804,150	14,798	11622,703	22,138	19315,959	15,769	14986,065	20,83	20783,3	15,77	14986,1
24	20,14	12810,3	13,94	8868,7	21,278	15971,395	14,955	11745,698	22,373	19520,366	15,936	15144,653	21,05	21003,2	15,94	15144,7
24,5	20,35	12943,1	14,09	8960,6	21,498	16136,906	15,110	11867,418	22,604	19722,655	16,101	15301,596	21,27	21220,9	16,10	15301,6
25	20,55	13074,5	14,23	9051,6	21,717	16300,737	15,263	11987,903	22,834	19922,890	16,265	15456,946	21,49	21436,3	16,26	15456,9
25,5	20,76	13204,6	14,37	9141,6	21,933	16462,937	15,415	12107,188	23,061	20121,133	16,427	15610,751	21,70	21649,6	16,43	15610,8
26	20,96	13333,4	14,51	9230,8	22,147	16623,555	15,566	12225,310	23,286	20317,441	16,587	15763,054	21,91	21860,8	16,59	15763,1
26,5	21,16	13461,0	14,65	9319,1	22,359	16782,636	15,715	12342,301	23,509	20511,871	16,746	15913,900	22,12	22070,0	16,75	15913,9
27	21,36	13587,4	14,79	9406,7	22,569	16940,222	15,862	12458,194	23,730	20704,475	16,903	16063,330	22,33	22277,3	16,90	16063,3
27,5	21,55	13712,6	14,92	9493,4	22,777	17096,357	16,008	12573,018	23,948	20895,304	17,059	16211,382	22,54	22482,6	17,06	16211,4
28	21,75	13836,7	15,06	9579,3	22,983	17251,078	16,153	12686,804	24,165	21084,405	17,213	16358,094	22,74	22686,1	17,21	16358,1
28,5	21,94	13959,7	15,19	9664,4	23,187	17404,424	16,297	12799,577	24,380	21271,826	17,366	16503,503	22,94	22887,7	17,37	16503,5
29	22,13	14081,6	15,32	9748,8	23,390	17556,431	16,439	12911,366	24,593	21457,610	17,518	16647,641	23,14	23087,6	17,52	16647,6
29,5	22,32	14202,5	15,46	9832,5	23,590	17707,132	16,580	13022,195	24,804	21641,798	17,668	16790,542	23,34	23285,8	17,67	16790,5
30	22,51	14322,4	15,59	9915,5	23,790	17856,562	16,720	13132,089	25,013	21824,433	17,817	16932,236	23,54	23482,3	17,82	16932,2
30,5	22,70	14441,2	15,72	9997,8	23,987	18004,752	16,859	13241,071	25,221	22005,552	17,965	17072,755	23,74	23677,2	17,97	17072,8
31	22,89	14559,1	15,84	10079,4	24,183	18151,732	16,997	13349,163	25,427	22185,192	18,112	17212,127	23,93	23870,5	18,11	17212,1
31,5	23,07	14676,1	15,97	10160,3	24,377	18297,531	17,133	13456,387	25,631	22363,389	18,257	17350,379	24,12	24062,2	18,26	17350,4
32	23,25	14792,1	16,10	10240,7	24,570	18442,178	17,269	13562,764	25,834	22540,177	18,402	17487,539	24,31	24252,4	18,40	17487,5
32,5	23,43	14907,2	16,22	10320,4	24,761	18585,699	17,403	13668,312	26,035	22715,590	18,545	17623,630	24,50	24441,2	18,54	17623,6

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías Novafort - Novaloc y las Tuberías de Concreto

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde
n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

Capacidad Hidráulica - TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC Vs. Tubería de Concreto

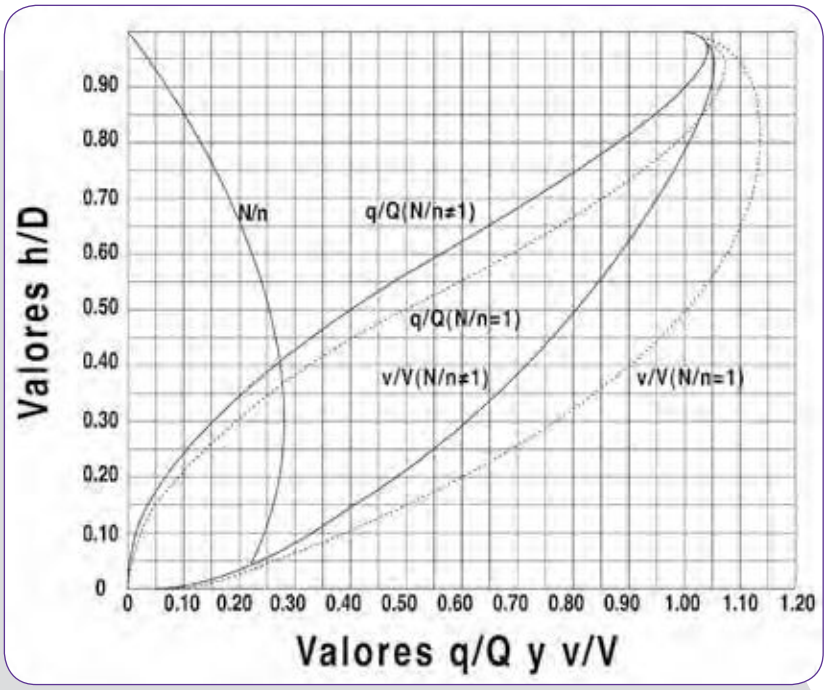
Material	NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	48"		1200mm		51"		1300mm		54"		1400mm		60"		1500mm	
D. Interno mm	1202,94		1200		1295		1300		1355,09		1400		1507,24		1500	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,42	1613,2	1,09	1232,9	1,49	1963,8	1,15	1526,2	1,54	2216,3	1,21	1859,7	1,65	2943,5	1,26	2235,4
0,2	2,01	2281,5	1,54	1743,6	2,11	2777,3	1,63	2158,4	2,17	3134,3	1,71	2630,0	2,33	4162,8	1,79	3161,3
0,3	2,46	2794,2	1,89	2135,4	2,58	3401,4	1,99	2643,5	2,66	3838,8	2,09	3221,1	2,86	5098,4	2,19	3871,8
0,4	2,84	3226,5	2,18	2465,8	2,98	3927,6	2,30	3052,5	3,07	4432,6	2,42	3719,4	3,30	5887,1	2,53	4470,7
0,5	3,17	3607,3	2,44	2756,8	3,33	4391,2	2,57	3412,8	3,44	4955,8	2,70	4158,5	3,69	6582,0	2,83	4998,4
0,6	3,48	3951,6	2,67	3019,9	3,65	4810,4	2,82	3738,5	3,76	5428,8	2,96	4555,4	4,04	7210,2	3,10	5475,5
0,7	3,76	4268,2	2,88	3261,9	3,94	5195,8	3,04	4038,0	4,07	5863,8	3,20	4920,4	4,36	7787,9	3,35	5914,2
0,8	4,01	4562,9	3,08	3487,1	4,22	5554,5	3,25	4316,9	4,35	6268,7	3,42	5260,1	4,67	8325,6	3,58	6322,6
0,9	4,26	4839,7	3,27	3698,7	4,47	5891,5	3,45	4578,7	4,61	6648,9	3,62	5579,2	4,95	8830,6	3,79	6706,1
1	4,49	5101,5	3,45	3898,7	4,71	6210,2	3,64	4826,4	4,86	7008,6	3,82	5881,0	5,22	9308,3	4,00	7068,9
1,5	5,50	6248,1	4,22	4774,9	5,77	7605,9	4,45	5911,1	5,95	8583,8	4,68	7202,7	6,39	11400,3	4,90	8657,6
2	6,35	7214,7	4,88	5513,6	6,67	8782,5	5,14	6825,5	6,87	9911,7	5,40	8316,9	7,38	13163,9	5,66	9996,9
2,5	7,10	8066,2	5,45	6164,4	7,45	9819,1	5,75	7631,2	7,68	11081,6	6,04	9298,6	8,25	14717,7	6,32	11176,9
3	7,77	8836,1	5,97	6752,8	8,17	10756,3	6,30	8359,5	8,42	12139,3	6,62	10186,1	9,04	16122,4	6,93	12243,6
3,5	8,40	9544,1	6,45	7293,9	8,82	11618,1	6,80	9029,3	9,09	13111,9	7,15	11002,3	9,76	17414,2	7,48	13224,6
4	8,98	10203,1	6,89	7797,5	9,43	12420,3	7,27	9652,8	9,72	14017,2	7,64	11761,9	10,43	18616,6	8,00	14137,7
4,5	9,52	10822,0	7,31	8270,5	10,00	13173,7	7,71	10238,3	10,31	14867,5	8,10	12475,4	11,07	19745,9	8,49	14995,3
5	10,04	11407,4	7,71	8717,8	10,54	13886,3	8,13	10792,1	10,87	15671,7	8,54	13150,2	11,67	20814,0	8,94	15806,5
5,5	10,53	11964,1	8,08	9143,3	11,06	14564,1	8,53	11318,9	11,40	16436,6	8,96	13792,1	12,23	21829,9	9,38	16578,0
6	11,00	12496,1	8,44	9549,9	11,55	15211,7	8,91	11822,2	11,90	17167,5	9,36	14405,3	12,78	22800,5	9,80	17315,1
6,5	11,44	13006,4	8,79	9939,9	12,02	15832,9	9,27	12304,9	12,39	17868,5	9,74	14993,6	13,30	23731,6	10,20	18022,1
7	11,88	13497,4	9,12	10315,1	12,47	16430,5	9,62	12769,4	12,86	18543,0	10,11	15559,5	13,80	24627,4	10,58	18702,5
7,5	12,29	13971,1	9,44	10677,1	12,91	17007,2	9,96	13217,6	13,31	19193,9	10,46	16105,7	14,29	25491,8	10,95	19358,9
8	12,70	14429,3	9,75	11027,3	13,34	17565,0	10,28	13651,1	13,75	19823,3	10,81	16633,9	14,76	26327,8	11,31	19993,8
8,5	13,09	14873,4	10,05	11366,7	13,75	18105,6	10,60	14071,2	14,17	20433,4	11,14	17145,8	15,21	27138,1	11,66	20609,1
9	13,47	15304,6	10,34	11696,2	14,14	18630,5	10,91	14479,2	14,58	21025,8	11,46	17642,9	15,65	27924,9	12,00	21206,6
9,5	13,84	15724,0	10,63	12016,7	14,53	19141,0	11,21	14875,9	14,98	21602,0	11,78	18126,3	16,08	28690,1	12,33	21787,7
10	14,19	16132,5	10,90	12328,9	14,91	19638,2	11,50	15262,4	15,37	22163,2	12,08	18597,2	16,50	29435,4	12,65	22353,7
10,5	14,55	16530,8	11,17	12633,3	15,28	20123,2	11,78	15639,3	15,75	22710,5	12,38	19056,5	16,90	30162,3	12,96	22905,8
11	14,89	16919,9	11,43	12930,6	15,64	20596,8	12,06	16007,3	16,12	23244,9	12,67	19504,9	17,30	30872,1	13,27	23444,8
11,5	15,22	17300,1	11,69	13221,2	15,99	21059,7	12,33	16367,1	16,48	23767,3	12,96	19943,3	17,69	31565,9	13,57	23971,7
12	15,55	17672,2	11,94	13505,6	16,33	21512,6	12,60	16719,1	16,83	24278,5	13,23	20372,2	18,07	32244,8	13,86	24487,3
12,5	15,87	18036,6	12,19	13784,1	16,67	21956,2	12,86	17063,9	17,18	24779,2	13,51	20792,3	18,44	32909,8	14,14	24992,2
13	16,18	18393,8	12,43	14057,1	17,00	22391,0	13,11	17401,8	17,52	25269,9	13,77	21204,1	18,81	33561,5	14,42	25487,2
13,5	16,49	18744,2	12,67	14324,8	17,32	22817,6	13,36	17733,3	17,86	25751,3	14,04	21608,0	19,17	34200,8	14,70	25972,7
14	16,80	19088,2	12,90	14587,7	17,64	23236,3	13,61	18058,7	18,18	26223,8	14,29	22004,5	19,52	34828,4	14,97	26449,3
14,5	17,09	19426,0	13,13	14845,9	17,95	23647,6	13,85	18378,3	18,51	26688,0	14,55	22394,0	19,87	35444,9	15,23	26917,4
15	17,38	19758,1	13,35	15099,7	18,26	24051,8	14,08	18692,5	18,82	27144,2	14,80	22776,8	20,21	36050,8	15,49	27377,6
15,5	17,67	20084,7	13,57	15349,3	18,56	24449,4	14,32	19001,5	19,13	27592,9	15,04	23153,3	20,54	36646,8	15,75	27830,2
16	17,95	20406,1	13,79	15594,9	18,86	24840,6	14,54	19305,5	19,44	28034,4	15,28	23523,8	20,87	37233,1	16,00	28275,5
16,5	18,23	20722,5	14,00	15836,7	19,15	25225,8	14,77	19604,9	19,74	28469,1	15,52	23888,6	21,19	37810,4	16,25	28713,9
17	18,51	21034,1	14,21	16074,9	19,44	25605,1	14,99	19899,7	20,04	28897,2	15,75	24247,8	21,51	38379,0	16,49	29145,7
17,5	18,78	21341,2	14,42	16309,6	19,72	25979,0	15,21	20190,2	20,33	29319,1	15,98	24601,8	21,82	38939,3	16,73	29571,2
18	19,04	21644,0	14,63	16540,9	20,00	26347,5	15,43	20476,6	20,62	29735,0	16,21	24950,8	22,13	39491,7	16,97	29990,7
18,5	19,31	21942,5	14,83	16769,1	20,28	26710,9	15,64	20759,1	20,90	30145,2	16,43	25295,0	22,44	40036,4	17,21	30404,4
19	19,57	22237,1	15,03	16994,2	20,55	27069,4	15,85	21037,7	21,18	30549,8	16,65	25634,5	22,74	40573,9	17,44	30812,5
19,5	19,82	22527,7	15,22	17216,3	20,82	27423,3	16,06	21312,7	21,46	30949,2	16,87	25969,6	23,04	41104,3	17,66	31215,3
20	20,07	22814,7	15,42	17435,7	21,09	27772,7	16,26	21584,3	21,73	31343,4	17,09	26300,4	23,33	41627,9	17,89	31612,9
20,5	20,32	23098,2	15,61	17652,3	21,35	28117,7	16,46	21852,4	22,00	31732,8	17,30	26627,2	23,62	42145,1	18,11	32005,7
21	20,57	23378,1	15,80	17866,2	21,61	28458,5	16,66	22117,3	22,27	32117,5	17,51	26949,9	23,91	42655,9	18,33	32393,6
21,5	20,81	23654,8	15,98	18077,7	21,86	28795,3	16,86	22379,0	22,53	32497,6	17,71	27268,9	24,19	43160,7	18,55	32777,0
22	21,05	23928,3	16,17	18286,7	22,11	29128,2	17,06	22637,8	22,79	32873,3	17,92	27584,1	24,47	43659,7	18,76	33155,9
22,5	21,29	24198,7	16,35	18493,3	22,36	29457,4	17,25	22893,6	23,05	33244,7	18,12	27895,8	24,75	44153,1	18,97	33530,6
23	21,53	24466,1	16,53	18697,7	22,61	29782,9	17,44	23146,5	23,31	33612,1	18,32	28204,1	25,02	44641,0	19,18	33901,1
23,5	21,76	24730,6	16,71	18899,8	22,86	30104,9	17,63	23396,8	23,56	33975,5	18,52	28509,0	25,29	45123,6	19,39	34267,6
24	21,99	24992,3	16,89	19099,8	23,10	30423,4	17,81	23644,4	23,81	34335,0	18,72	28810,7	25,56	45601,1	19,60	34630,2
24,5	22,22	25251,3	17,06	19297,7	23,34	30738,7	18,00	23889,4	24,05	34690,8	18,91	29109,2	25,82	46073,7	19,80	34989,1
25	22,44	25507,7	17,24	19493,7	23,57	31050,8	18,18	24131,9	24,30	35043,0	19,10	29404,8	26,08	46541,4	20,00	35344,3
25,5	22,67	25761,5	17,41	19687,6	23,81	31359,8	18,36	24372,1	24,54	35391,7	19,29	29697,4	26,34	47004,5	20,20	35696,0
26	22,89	26012,8	17,58	19879,7	24,04	31665,7	18,54	24609,8	24,78	35737,0	19,48	29987,1	26,60	47463,1	20,40	36044,3
26,5	23,11	26261,7	17,75	20069,9	24,27	31968,7	18,72	24845,3	25,02	36079,0	19,67	30274,1	26,86	47917,3	20,59	36389,2
27	23,32	26508,3	17,91	20258,4	24,50	32268,9	18,89	25078,6	25,25	36417,8	19,85	30558,3	27,11	48367,3	20,79	36730,9
27,5	23,54	26752,7	18,08	20445,1	24,73	32566,3	19,07	25309,8	25,48	36753,4	20,03	30840,0	27,36	48813,1	20,98	37069,5
28	23,75	26994,8	18,24	20630,1	24,95	32861,1	19,24	25538,8	25,71	37086,1	20,22	31119,1	27,61	49254,8	21,17	37404,9
28,5	23,96	27234,7	18,40	20813,5	25,17	33153,2	19,41	25765,9	25,94	37415,7	20,40	31395,7	27,85	49692,6	21,36	37737,4
29	24,17	27472,6	18,56	20995,3	25,39	33442,7	19,58	25990,9	26,17	37742,5	20,57	31669,9	28,09	50126,6	21,54	38067,0
29,5	24,38	27708,4	18,72	21175,5	25,61	33729,8	19,75	26214,0	26,39	38066,5	20,75	31941,8	28,34	50556,9	21,73	38393,8
30	24,59	27942,2	18,88	21354,2	25,82	34014,4	19,92	26435,2	26,62	38387,7	20,92	32211,3	28,57	50983,6	21,91	38717,8
30,5	24,79	28174,1	19,04	21531,4	26,04	34296,7	20,08	26654,6	26,84	38706,3	21,10	32478,6	28,81	51406,7	22,09	39039,1
31	24,99	28404,1	19,19	21707,2	26,25	34576,7	20,25	26872,2	27,06	39022,3	21,27	32743,8	29,05	51826,3	22,27	39357,8
31,5	25,19	28632,3	19,35	21881,6	26,46	34854,4	20,41	27088,0	27,27	39335,7	21,44	33006,8	29,28	52242,6	22,45	39673,9
32	25,39	28858,6	19,50	22054,5	26,67	35130,0	20,57	27302,2	27,49	39646,7	21,61	33267,7	29,51	52655,6	22,63	39987,6
32,5	25,59	29083,2	19,65	22226,2	26,88	35403,3	20,73	27514,6	27,70	39955,2	21,78	33526,6	29,74	53065,4	22,80	40298,7

Resumen Comparación Capacidad Hidráulica Tuberías PVC vs Concreto

Material	D. Nominal (mm-pulg)	D. Interno (mm)	Mayor Capacidad Hidráulica del PVC
NOVAFORT	160	145	31,96%
CONCRETO	150	150	
NOVAFORT	200	182	12,33%
CONCRETO	200	200	
NOVAFORT	250	227	11,70%
CONCRETO	250	250	
NOVAFORT	315	284	24,80%
CONCRETO	300	300	
NOVAFORT	355	327	20,50%
CONCRETO	350	350	
NOVAFORT	400	362	10,69%
CONCRETO	400	400	
NOVAFORT	450	407	10,51%
CONCRETO	450	450	
NOVAFORT	500	452	10,36%
CONCRETO	500	500	
NOVAFORT	24”	595	41,26%
CONCRETO	600	600	
NOVAFORT	27”	670	28,52%
CONCRETO	700	700	

Material	D. Nominal (mm-pulg)	D. Interno (mm)	Mayor Capacidad Hidráulica del PVC
NOVAFORT	30”	747	20,31%
CONCRETO	800	800	
NOVAFORT	33”	824	38,01%
CONCRETO	850	838,2	
NOVAFORT	36”	900	44,44%
CONCRETO	900	900	
NOVAFORT	39”	977.6	35.98%
CONCRETO	1000	1000	
NOVAFORT	42”	1054	28.89%
CONCRETO	1100	1100	
NOVALOC	45”	1127	38,68%
CONCRETO	1100	1100	
NOVALOC	48”	1203	30,87%
CONCRETO	1200	1200	
NOVALOC	51”	1295	28,67%
CONCRETO	1300	1300	
NOVALOC	54”	1355	19,15%
CONCRETO	1400	1400	
NOVALOC	60”	1507	31,62%
CONCRETO	1500	1500	

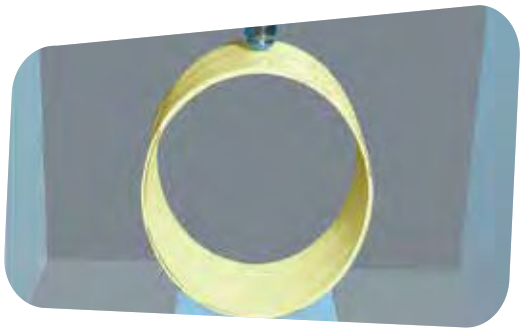
Cuadro Gráfico de Elementos Hidráulicos en Conjunto Circular



5. Resistencia al Impacto

De acuerdo con las normas NTC 3722-3, NTC 5055 y NTC 5070 se realizan ensayos que dan como resultado una resistencia al impacto de 220lb.pie sin presentar fractura.

Esta característica permite la manipulación de la tubería durante el transporte e instalación sin presentar roturas ni daños, disminuyendo el desperdicio en obra.



COMPARATIVO DE PESO NOVAFORT VS. OTROS MATERIALES

Diámetro Nominal	NOVAFORT	W-Reten	Gres	Concreto Clase 1
mm	Peso en kg/m			
110	1.11	1.49	12	
160	2.13	2.85	26	35.20
200	3.02	5.12	40	62.40
250	4.41	7.89	60	78.40
315	6.34	11.33	74	97.60
355	9.33			115.00
400	11.38		120	149.60
450	14.59		146	200.80
500	19.00		230	260.00

COMPARATIVO DE PESO
NOVAFORT Y NOVALOC VS. OTROS MATERIALES

Diámetro Nominal	NOVAFORT NOVALOC	Concreto Clase 1	Concreto Clase II	Gres
pulg	Peso en kg/m			
24	20.49	392	392	280
27	24.82	504	508	485
30	32.75	632	636	390
33	42.68		792 *	
36	52.99	788	792 *	
39	57.65	988	996	
42	61.63		1,116 **	
45	62.89		1,116 **	
48	85.28		1,312	
51	91.48		1,456 ***	
54	95.52		1,556 ****	
60	113.32		1,784	

* Tubería de 36" / ** Tubería de 44" / *** Tubería de 52" / **** Tubería de 56"

6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Tubos más largos y livianos permiten un manejo fácil y rápido en la etapa de transporte, almacenamiento e instalación.

- Reducción de costos en transporte y equipos
- Facilidad y rapidez de manipulación e instalación: Altos rendimientos
- Reducción del personal necesario y de equipos pesados en obra
- Reducción del riesgo de accidentes de trabajo

Los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN se ofrecen con unión mecánica con hidrosello de caucho para facilidad y seguridad en la instalación. NOVAFORT, con sistema de ensamble Campana - Espigo y NOVALOC, tubos con extremo liso y uniones del mismo material. Los hidrosellos son instalados en fábrica son fáciles de acoplar y no necesitan soldaduras.

El diseño de la unión facilita con un mínimo de esfuerzo en campo el ensamble seguro y hermético. Cada tubo instalado son 6m y/o 6.5m de tubería instalada.

Su pared interna lisa genera disminución de las pérdidas de carga, pues su rugosidad permite con menores pendientes velocidad de autolimpieza que dificulta la adhesión de materiales a la pared de tubo, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento.

Con los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO WAVIN se pueden usar tanto sistemas convencionales como las modernas tecnologías de limpieza, inspección y mantenimiento, sin perjuicio en la integridad de los mismos.

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el alcantarillado y como se ha indicado antes, pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente destinados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con PAVCO WAVIN en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este Manual.

Rendimientos de Instalación

TUBERÍA NOVAFORT

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso	
mm	Tubos/día	m/día	kg/m	kg/Tubo 6m
110	20	120	1.11	6.68
160	20	120	2.13	12.79
200	15	90	3.02	18.13
250	15	90	4.41	26.48
315	15	90	6.27	37.60
355	12	72	9.32	55.97
400	10	60	11.38	68.27
450	10	60	14.59	87.51
500	10	60	19.00	114.05

Cuadrilla NOVAFORT: 1 Oficial Tubero + 1 Ayudante

TUBERÍA CONCRETO CLASE 1

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso		Tipo Cuadrilla y Equipo
pulg.	Tubos/día	m/día	kg/m	kg/Tubo 1.25m	
4	20	25			
6	20	25	35.20	44	1
8	15	19	62.40	78	1
10	10	13	78.40	98	1
12	10	13	97.60	122	2
14	10	13	115.20	144	2
16	6	8	149.60	187	2
18	6	8	200.80	251	2
20	6	8	260.00	325	2

Cuadrilla 1 Concreto: 1 Oficial Tubero + 1 Ayudante
Cuadrilla 2 Concreto: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo 2 Concreto: Grúa o Retro < 1 tonelada

TUBERÍA NOVAFORT - NOVALOC

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso
pulg	Tubos/día	m/día	kg/tubo 6.5m
24	6	39.00	133.21
27	6	39.00	161.34
30	6	39.00	212.88
33	6	39.00	277.44
36	5	32.50	344.44
39	5	32.50	374.72
42	5	32.50	400.59
45	4	24.00	378 *
48	4	24.00	508 *
51	3	18.00	545 *
54	3	18.00	569 *
60	3	18.00	630 *

Cuadrilla NOVAFORT - NOVALOC: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo: Grúa o Retro < 1 ton
*Peso Kg/tubo 6.0 m

TUBERÍA CONCRETO CLASE II

Diámetro Nominal	Rendimiento		Peso	Tipo Equipo
pulg	Tubo/día	m/día	kg/tubo 2.5m	
24	6	15.00	980	3
27	6	15.00	1270	3
30	6	15.00	1590	3
36	5	12.50	1980	3
40	5	12.50	2490	3
44	4	10.00	2790	4
48	4	10.00	3280	4
52	3	7.50	3640	4
56	3	7.50	3890	4
60	3	7.50	4460	4

Cuadrilla: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo 3 Concreto: Grúa o Retro 1 ton - 3 ton
Equipo 4 Concreto: Grúa o Retro 3 ton - 5 ton

Como Definir el Producto

De DURABILIDAD SUPERIOR
VIDA ÚTIL ESTIMADA ES DE 50 AÑOS

Por su alta resistencia a la corrosión, a la abrasión y su resistencia química.*

***Esta información no es una Garantía de Producto dado que PAVCO WAVIN no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.**

De CAPACIDAD HIDRÁULICA
SUPERIOR A OTRAS TUBERÍAS TRADICIONALES

Debido la baja rugosidad de sus paredes.

NOVAFORT NOVALOC
Tubosistemas para Alcantarillado

PAVCO wavin

De COSTO INSTALADO
MUY COMPETITIVO

Ofrece alto rendimiento de instalación con equipo y personal mínimos debido a su bajo peso, facilidad de manejo y sistema de unión.

Se requiere menor volúmen de excavación y relleno, pues los anchos de zanja son menores y su capacidad hidráulica permite menores pendientes longitudinales.

Su combinación única de rigidez y hermeticidad, permite utilizar rellenos económicos sin riesgo de infiltración ni colapso.

De EXCELENTE ESTABILIDAD
ESTRUCTURAL

En el largo plazo, derivada de su rigidez, de la hermeticidad del sistema y de su flexibilidad.

Criterios de Diseño Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN

1. Deflexiones

La considerable profundidad a la cual se entierran las tuberías de alcantarillado constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la tubería y por lo tanto, en las especificaciones de su instalación. Adicionalmente, el comportamiento del tubo depende del tipo de material de cimentación y de su grado de compactación, así como de la rigidez.

Tales deflexiones deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de zanja y materiales de relleno.

La máxima deflexión recomendada en el largo plazo es de 7.5%, ASTM D3034, siempre que siga la recomendación de instalación de la ASTM D2321.

El cálculo de la deflexión a largo plazo puede hacerse usando un factor de deflexión DL igual a 1.5, y calculando la carga muerta como condición zanja o usando DL igual a 1 y calculando la carga muerta como prisma, es decir altura de relleno sobre tubería por densidad del suelo.

Para realizar el cálculo de la deflexión como porcentaje del diámetro se utiliza la fórmula modificada de IOWA.

Fórmula:

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DL \times K \times P + K \times W)\,(100)}{0.149 \times PS + 0.061 \times E'}$$

Donde:

DL : Factor de Deflexión (1.5) ó Para condición de zanja. (Marston)
DL: 1 Condición Prisma
K: Constante de Encamado (0.10) Asumido (Marston)
P : Presión Carga Muerta, kg/m^2 (psi) Depende del tipo de relleno. (Suelo SM y SC)
W: Presión de Carga Viva, kg/m^2 (psi) Fórmula de Boussinesq
PS: Rigidez kg/m^2 (psi) Rigidez de los tubos NOVAFORT ó NOVALOC
E´ : Módulo de reacción del Suelo kg/m^2 (psi) Capacidad del suelo de resistir deflexión

Nota:

E´ corresponde al valor resultante del En módulo de reacción del suelo natural y Eb de la cimentación cuando En es menor que Eb

Fórmula:

$$PS = \frac{EI}{0.149R3}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad de la Tubería
para NOVAFORT 400.000 psi
para NOVALOC 320.000 psi

I : Momento de inercia de la pared en la sección transversal por unidad de longitud de Tubería, pulg^4/pulg

R: Radio promedio, RE-t, pulg.

RS : Rigidez del anillo psi

PS : Rigidez de tubería psi

$$PS = \frac{RS}{0.018625}$$

E' para Grado de Compactación del Relleno en psi

Clase de Suelo	LANZADO	Baja, <85% Proctor, <40% Densidad Relativa	Moderado, 85% - 95%Proctor, 40% - 70% Densidad Relativa	Alta, >95% Proctor, >70% Densidad Relativa
Piedra Quebrada (Clase I)	1000	3000	3000	3000
GW, GP, SW, SP (Clase II)	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SC (Clase III)	100	400	1000	2000
ML,CL, ML - CL (Clase IV)	50	200	400	1000
Exactitud en Términos de % de Deflexión	±2	±2	±1	±0.5

Ejemplos Novafort

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E' 2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

	Diámetro Exterior (mm)							
Profundidad m	110	160	200	250	315	400	450	500
0.9	0.63%	0.63%	0.63%	0.63%	0.62%	0.62%	0.61%	0.61%
1.5	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%
2.0	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%
2.5	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%
3.0	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%
3.5	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%
4.0	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%
4.5	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%
5.0	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%
6.0	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%
7.0	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%
8.0	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%

Ejemplos Novafort - Novaloc

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- E' 2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

	Rigidez tubo 28 psi			Diámetro Exterior (pulg)				Rigidez tubo 10 psi				
Profundidad m	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60
0.9	0.63%	0.62%	0.61%	0.60%	0.59%	0.58%	0.57%	0.56%	0.55%	0.53%	0.53%	0.51%
1.5	0.49%	0.49%	0.49%	0.49%	0.48%	0.48%	0.48%	0.48%	0.48%	0.47%	0.47%	0.47%
2.0	0.54%	0.54%	0.54%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%
2.5	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%
3.0	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%
3.5	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%
4.0	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%
4.5	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%
5.0	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%
6.0	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%
7.0	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%
8.0	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%

Ejemplos Novafort

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E' 400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

	Diámetro Exterior (mm)							
Profundidad m	110	160	200	250	315	400	450	500
0.9	2.51%	2.50%	2.50%	2.49%	2.47%	2.45%	2.43%	2.41%
1.5	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.85%	1.86%
2.0	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%
2.5	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%
3.0	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.65%
3.5	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%
4.0	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%
4.5	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%
5.0	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%
6.0	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%
7.0	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%
8.0	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%

Ejemplos Novafort - Novaloc

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- E' 400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

	Rigidez tubo 28 psi			Diámetro Exterior (pulg)						Rigidez tubo 10 psi		
Profundidad m	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60
0.9	3.00%	2.96%	2.91%	2.86%	2.81%	2.76%	2.71%	2.66%	2.61%	2.55%	2.51%	2.42%
1.5	2.34%	2.34%	2.33%	2.32%	2.31%	2.30%	2.29%	2.28%	2.27%	2.26%	2.25%	2.23%
2.0	2.56%	2.56%	2.55%	2.55%	2.55%	2.54%	2.54%	2.54%	2.53%	2.53%	2.53%	2.52%
2.5	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.92%	2.92%	2.92%	2.92%	2.92%	2.91%
3.0	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.36%
3.5	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.84%	3.84%	3.84%	3.84%	3.84%
4.0	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%
4.5	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%
5.0	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%
6.0	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%
7.0	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%

Tablas disponibles para estos cálculos, pregunte por el Departamento Técnico

2. Clasificación de Suelos

El tipo de suelo que va alrededor de la tubería, de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por el tubo. Por lo tanto la clase de suelo que se utilice para encamado, soporte lateral y relleno, es fundamental en el comportamiento de la tubería. La siguiente tabla provee las características granulométricas de los diferentes tipos de suelos y su clasificación según su comportamiento en este tipo de aplicación.

Descripción de los Distintos Tipos de Suelos

Tipo de Suelo (Símbolo)	Nombres Típicos
GW	Gravas bien gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GP	Gravas mal gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.
GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.
SW	Arenas bien gradadas, arena con grava con poco o nada de finos.
SP	Arenas mal gradadas y arenas con grava con poco o nada de finos.
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla.
ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos ligeramente plásticos.
CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
OL	Limos inorgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos inorgánicos, limos micáceos y diatomáceos, arenas finas, limos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos.
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

Tabla de Clasificación

Clase I	Material granular de 1/4" a 1.1/2" de diámetro (triturado)
Clase II	Suelos tipo GW, GP, SW y SP
Clase III	Suelos tipo GM, GC, SM y SC
Clase IV	Suelos tipo ML, CL, MH y CH
Clase V	Suelos tipo OL, OH y PT

Los materiales clase IV MH y CH y V no se deben utilizar para el encamado, soporte lateral y relleno inicial de la zanja.

3. Grado de Compactación

La capacidad de la tubería para resistir las cargas externas, depende en gran parte del método empleado para su instalación, el cual a su vez depende del tipo de material utilizado.

Material Clase I:

Cuando este tipo de material es utilizado para construir la "cama" de la tubería, poca o ninguna compactación es necesaria.

En este caso el material se debe continuar hasta la mitad del tubo.

El material restante puede ser Clase II o Clase III. En cualquier terreno donde el tubo estará por debajo del nivel freático, o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se deberá colocar material Clase I hasta la clave del tubo debidamente acomodado y envuelto en Geotextil No Tejido.
El tamaño recomendado para metarial Clase I es máximo 3/4" si es triturado de roca (angular) y 1.1/2" si es canto rodado.

Material Clase II:

El material Clase II puede ser usado como "cama" de la tubería compactándolo al 85% de máxima densidad. Este material también se puede utilizar como soporte lateral de la tubería hasta la mitad del tubo, hasta la clave o hasta 15 cm. por encima del tubo compactando en capas de 10 cm. al 85% de máxima densidad.

Material Clase III:

Este tipo de material puede ser usado como encamado, soporte lateral y relleno inicial de la tubería de la misma manera que el material de Clase II, excepto que la compactación debe ser del 90% de máxima densidad.

Material Clase IV:

Deberá tenerse cuidado en el diseño y selección del grado y método de compactación para suelos Clase IV debido a la dificultad en el control apropiado del contenido de humedad en el subsuelo. Algunos suelos de esta clase que poseen media o alta plasticidad con límite líquido mayor al 50% (CH, MH, CH-MH) presentan reducción en su resistencia cuando se humedecen y por lo tanto, sólo se pueden usar para encamado, soporte lateral y relleno inicial de la tubería en zonas áridas donde el material de relleno no se saturará cuando hay precipitación pluvial o exfiltración del tubo. Los suelos Clase IV que poseen baja o media plasticidad con límite líquido menor al 50% (CL, ML, CL-ML) también requieren de una cuidadosa consideración en el diseño e instalación para controlar su contenido de humedad, pero su uso no está restringido a zonas áridas.

El uso de este suelo para cimentación debe ser avalado por el ingeniero de suelos del proyecto.

Grado de Compactación Adquirido de acuerdo con el Tipo de Material y el Método de Compactación

Tipo de Material	I	II	III	IV
% Peso seco		9 - 12	9 - 18	6 - 30
Método				
Equipo Mecánico	95 - 100	95 - 100	95 - 100	90 - 100
Utilizando Vibrador	80 - 95	80 - 95	80 - 95	75 - 90
Saturación	80 - 95	80 - 95		
Colocación a Mano	60 - 80			
Compactación a Mano		60 - 80	60 - 80	60 - 75
Volteo	60 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 75

Recepción, Transporte, Almacenamiento y Manipulación

1. Recepción en Obra

A la llegada de la tubería a la obra debe inventariarse e inspeccionarse de tal forma que se verifique la adecuada condición del material. Revisando campanas y espigos. Adicionalmente cada tubo Novafort debe llevar el hidrosello y cada tubo Novaloc debe llevar la unión.

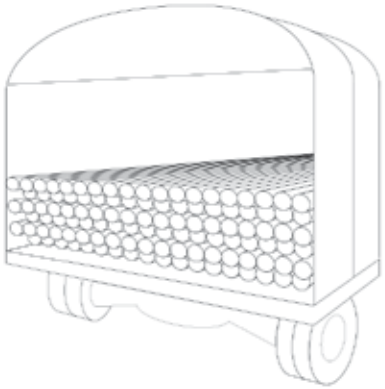
2. Transporte

Es la práctica ideal, usar vehículos de superficie de carga lisa, libre de clavos o tornillos salientes para evitar daños en las tuberías.

Cuando se transportan distintos diámetros en el mismo viaje, los diámetros mayores deben colocarse primero en la parte inferior de la plataforma del camión.

Se recomienda amarrar los tubos con elementos no metálicos, para que no se produzcan cortaduras. Preferiblemente se deben usar correas anchas de lona.

No colocar cargas sobre las tuberías en los vehículos de transporte.

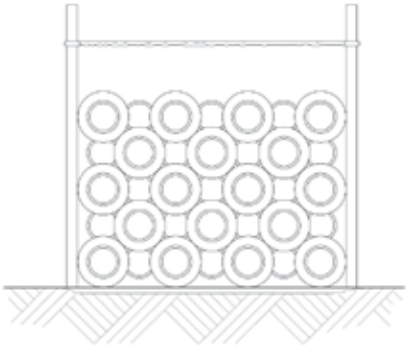


Se deben dejar libres las campanas alternando campanas y espigos para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema.

3. Almacenamiento

La tubería debe almacenarse horizontalmente en una zona plana, aislada del terreno con apoyos espaciados 2m de tal forma que se evite el pandeo de los tubos y que no queden en contacto con los extremos. Deben apilarse en dos filas máximo, colocando abajo la tubería más pesada y revisando que no se cause deformación a los tubos.

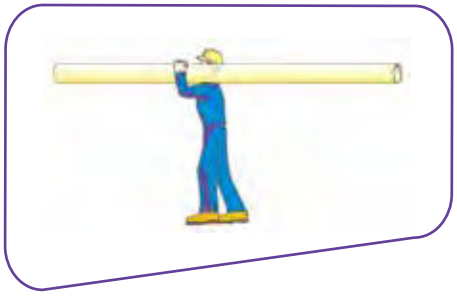
- Las campanas deben quedar libres e intercaladas campanas y espigos.
- Si el almacenamiento a la intemperie va a ser mayor a 30 días, debe protegerse de la luz directa del sol con un material opaco pero manteniendo adecuada ventilación.
- La protección de los cauchos solo debe retirarse cuando va a ser instalada la tubería y si ha sido mantenida en almacenamiento por largos períodos de tiempo, debe revisarse su estado.
- Las uniones deben guardarse bajo techo, igualmente apoyadas y en forma vertical.



4. Manipulación y Descargue

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN deben descargarse, no dejarlos caer, tanto desde el camión de transporte como a la zanja. Durante la manipulación deben evitarse los golpes y abrasión. Los elementos de izaje que entran en contacto con la tubería no deben ser metálicos, preferiblemente deben ser correas de lona ancha.

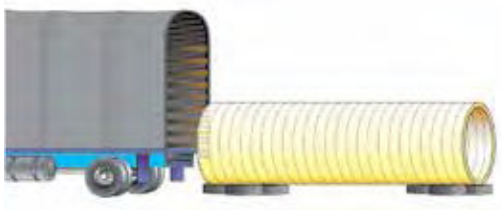
No arrastre los tubos



Teniendo en cuenta el peso de la tubería y la disponibilidad en obra de maquinaria y personal, el descargue se puede hacer manualmente o usando algún equipo mecánico, como una retroexcavadora o montacargas. Además las tuberías pueden llegar a la obra en diferentes tipos de camiones y la manera de descargue para cada uno de ellos varía.

Carrozados:

Cuando llegan en camiones carrozados, los tubos deben ser empujados hacia adelante para descargarse por atrás. Este procedimiento puede hacerce manualmente o con la ayuda de algún equipo, siempre teniendo en cuenta que los tubos no deben lanzarse desde el camión, sino recibirse abajo. Para las tuberías NOVALOC se recomienda usar llantas en el piso para recibir la tubería como se muestra a continuación:

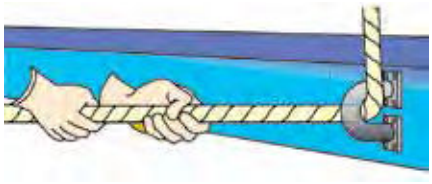


Descarrozado:

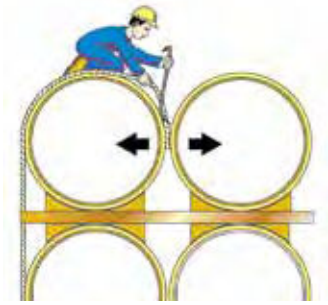
Cuando la tubería se transporta en camiones descarrozados, el descargue de las tuberías puede hacerse en forma lateral ya sea a mano o con la ayuda de algún tipo de maquinaria. Para descargue a mano de tuberías de gran diámetro (>42") se recomienda seguir este procedimiento:

1. Recepción del camión en la obra.

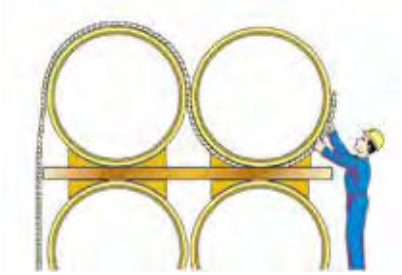
2. Amarrar firmemente el lazo a la oreja del planchón del lado donde se dispondrán los operarios para el descargue.



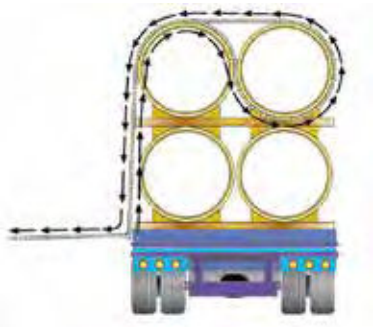
3. Si existen otros tubos junto al tubo que se requiere descargar, el lazo deberá pasar por encima del mismo.



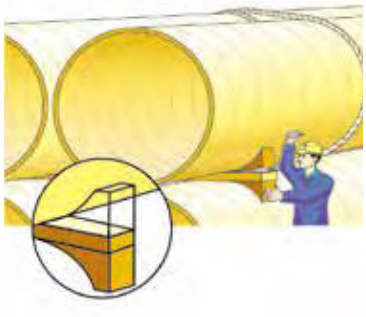
4. Abrazar el tubo con el lazo, haciéndolo pasar por debajo y por encima del tubo que se requiere descargar.



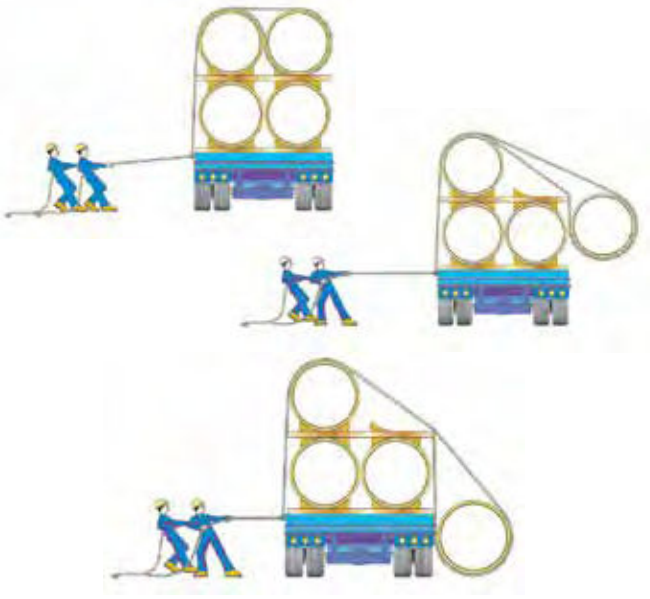
5. El lazo debe lanzarse de nuevo hacia el lado donde los operarios lo manejarán para el descargue.



6. Quitar el taco que restringe la movilidad del tubo en sentido del descargue.



7. Iniciar el descargue soltando el lazo suavemente mientras del otro lado se desliza automáticamente.Tener cuidado de no dejar caer bruscamente el tubo al piso. Soltar el tubo y rodarlo hasta el sitio de almacenamiento. Repetir este procedimiento para descargar los tubos restantes.

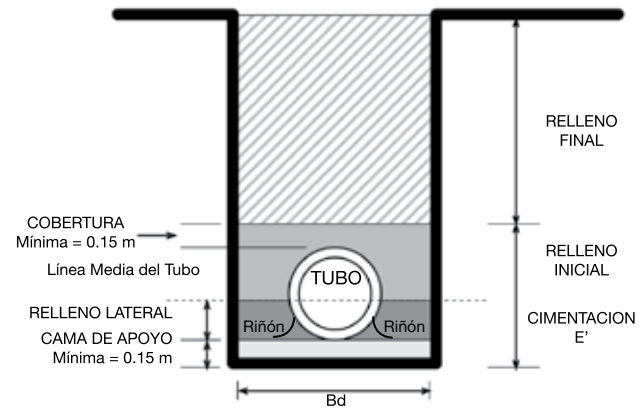


1. Preparación de la Zanja

Un adecuado procedimiento de instalación, así como la preparación de la zanja son esenciales para obtener un exitoso comportamiento de las tuberías NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN. La preparación de la zanja no difiere sustancialmente de los procedimientos usados para instalar otros tipos de tubería. No se debe tener mas zanja abierta que la necesaria para instalar tubería en ese día. La tubería debe ser colocada cerca de la zanja excavada, en el lado opuesto a la tierra extraída.

FIGURA Nº1

ZANJA TIPO

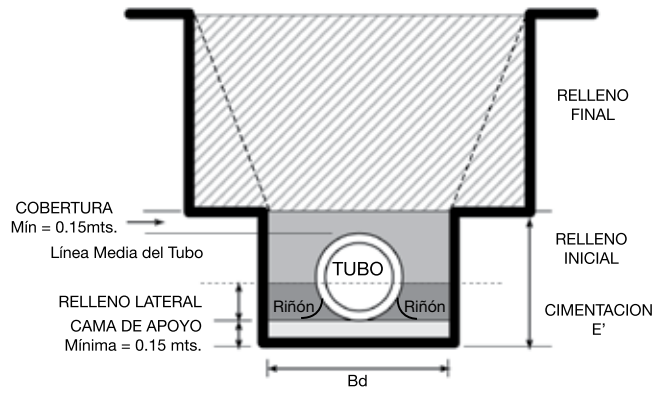


2. Excavación

Tanto la excavación de la zanja como el relleno deben hacerse de acuerdo con la Norma ASTM D 2321. La zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir a un hombre trabajar en condiciones de seguridad y adecuada alineación y ensamble de las campanas y/o uniones de las tuberías.
El ancho mínimo será el diámetro exterior más 0.30 m y el medio, el diámetro exterior más 0.40 m. Si se requiere ampliar el ancho de la zanja debe hacerse por encima del lomo de la tubería. (Figura Nº2 - Detalle de Zanja Ancha)

FIGURA Nº2

ZANJA ANCHA



ANCHOS DE ZANJA

NOVAFORT

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Ancho de la Zanja Bd - m	
mm - Pulg	mm	Mínimo m	Medio m
110	110	0.45	0.50
160	160	0.45	0.60
200	200	0.50	0.60
250	250	0.55	0.65
315	315	0.60	0.70
355	355	0.65	0.75
400	400	0.70	0.80
450	450	0.75	0.85
500	500	0.80	0.90
24”		1.00	1.10
27”	730	1.10	1.20
30”	813	1.15	1.25
33”	898	1.20	1.30
36”	980	1.30	1.40
39”	1065	1.40	1.50
42”	1149	1.45	1.55

ANCHOS DE ZANJA

NOVALOC

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Ancho de la Zanja Bd - m	
Pulg.	mm	Mínimo	Medio
45	1180	1.48	1.78
48	1271	1.57	1.87
51	1363	1.66	1.96
54	1423	1.72	2.02
60	1575	1.88	2.18

A criterio del ingeniero-diseñador se definirá la protección requerida en las paredes de la zanja (entibado) y estabilización del fondo, pero deberá preverse la ubicación del entibado de tal forma que permita el encamado y relleno adecuado en la zona de la tubería.

Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja, ésta debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la tubería sea instalada y rellenada al menos una altura equivalente a un diámetro sobre la clave de la tubería para evitar flotación.

Cuando se instale material granular como subdren bajo la tubería éste debe ser gradado y protegido con geotextil no tejido de tal forma que se evite la migración de los finos del material de cimentación de la tubería.

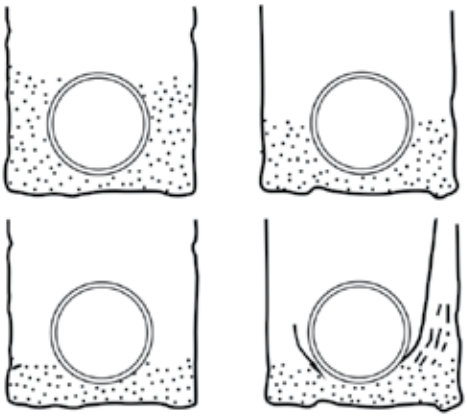
La profundidad de la zanja deberá ser determinada por el ingeniero-diseñador teniendo en cuenta requerimientos de fundación, encamado, cimentación, tipo de suelo, diámetro de la tubería y recubrimiento de ésta.

Con especiales condiciones de diseño, 0.40 m de recubrimiento mínimo sobre el lomo del Tubo, puede ser adecuado, sin embargo 0.90 m es recomendable cuando se tiene carga viva sobre la superficie.

3. Encamado

El fondo de la zanja debe nivelarse de tal forma que se garantice la pendiente del diseño, así como para que la tubería quede apoyada y debidamente soportada en toda su longitud. Deben retirarse rocas y material punzante que puedan afectar la tubería.

Debe proveerse acomodación para las campanas y/o uniones que faciliten el ensamble, mientras se mantiene el soporte adecuado a la tubería. Una altura de 0.15 m de encamado es suficiente.



PISONES DE MANO

Equivocado:
Capas mayores a 10 cm.
Demasiado material, el pisón no puede compactar apropiadamente dejando vacios bajo la tubería.

Correcto:
Capas de 10 cm. de material.
El pisón podrá compactar correctamente obteniendo un encamado firme.

4. Cimentación

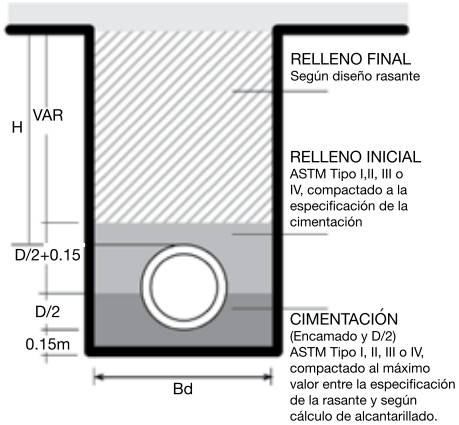
Es el factor más importante en el comportamiento y deflexión de la tubería. El material debe ser colocado y compactado hasta la mitad del diámetro para proveer adecuado soporte lateral y evitar desplazamiento lateral y vertical de la tubería.

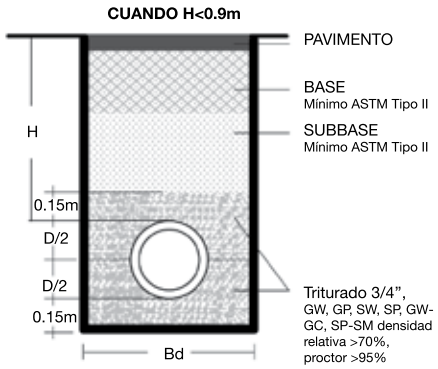
Cuando se use material granular en el encamado, ese mismo material debe usarse en el relleno lateral, teniendo precaución de evitar la migración de finos hacia éste.

El material debe ser colocado en capas de 0.15 a 0.20 m compactadas de acuerdo a la especificación de diseño alternadamente en cada lado de la tubería. El relleno en la parte baja de la tubería debe hacerse con pisón de mano, el resto puede ser con pisón mecánico pero teniendo cuidado de no tocar la tubería.

Debe verificarse el grado de compactación de acuerdo al diseño.

CIMENTACIÓN TIPO
VIA, ANDEN o ZONA VERDE





5. Relleno Inicial

Es la parte del relleno desde la mitad del diámetro del tubo hasta 0.15 m sobre el lomo del tubo. Puede usarse un material diferente del usado para el encamado y la cimentación, pero debe seleccionarse adecuadamente de tal forma que proteja la tubería y esté adecuadamente especificado para el uso final de la superficie. (Figuras Nº 1 y 2).

Para profundidades menores a 0.90 m se recomienda usar material Clase I ó Clase II compactado a más del 95% del proctor y densidad relativa mayor al 70%, encamado, cimentación y relleno inicial y final hasta la rasante cuando hay carga viva presente.

6. Relleno Final

Debe ser seleccionado de acuerdo al requerimiento del uso que se le vaya a dar a la superficie final; vías, zonas verdes, etc.

Nota: Sí el material nativo es de buena calidad puede usarse como cimentación y relleno inicial - mínimo ML - CL.

7. Ensamble de la Campana y/o Unión

Limpie con un trapo limpio y seco la parte interior de la campana y/o unión y el caucho. Haga lo mismo con la parte exterior del tubo a ser insertada.

Aplique lubricante generosamente en la campana y/o unión y en el caucho.

- Alinee la campana y/o unión con el tubo e introduzcalo. Se recomienda usar un bloque de madera que proteja el extremo del tubo del impacto del equipo de empuje.
- Aplique presión de empuje constante, hasta que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana y/o unión hasta el tope indicado.
- Para diámetros mayores a 36" el empuje debe hacerse primero en la parte baja del diámetro del tubo e ir subiendo paulatinamente. Esto facilita el proceso evitando el desalineamiento de la tubería.
- Si encuentra una resistencia indebida a la inserción, debe desensamblar y revisar los elementos, cambiarlos si es necesario y reiniciar el proceso de ensamble.

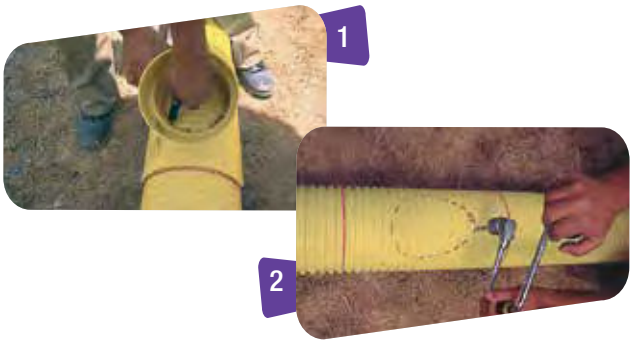
Nota: Es necesario evitar que en el proceso de ensamble se introduzca material que aísle el contacto hermético sello-tubo, evitando fugas posteriores.

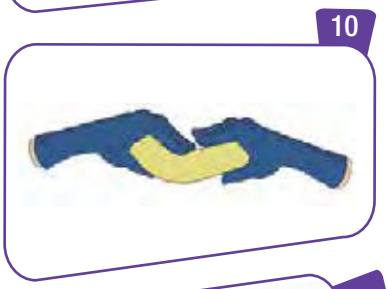
Se recomienda no flectar vertical ni horizontalmente el tubo al insetarlo en la campana y/o unión. La inserción debe hacerse con la campana y/o unión y el tubo perfectamente alineados.

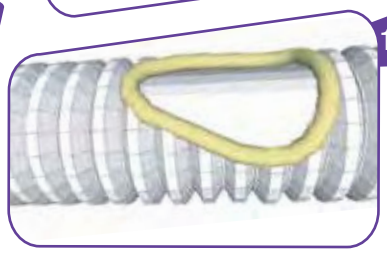
8. Conexiones Domiciliarias
Instalación de Sillas para NOVAFORT

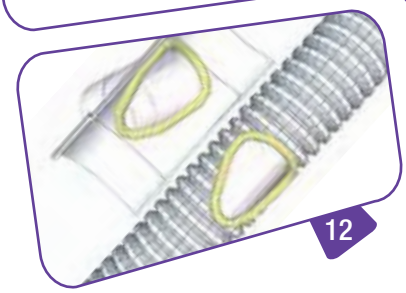
1. Coloque la silla sobre la tubería y trace el contorno del hueco. Trace el contorno de la silla. Utilice preferiblemente un marcador.

2. Perfore la tubería utilizando un villamarquín.









3. Con un serrucho de punta abra el hueco siguiendo el borde exterior de la marca.

4. Remueva la rebaba de la tubería hasta que la superficie quede lisa.

5. Limpie la tubería y la silla con estopa.

6. Use guantes como elemento de protección personal.

7. Cuando estén puestos humedézcalos con abundante agua.

8. Tome partes iguales de cada componente del adhesivo epóxico PAVCO WAVIN sin contaminar e producto en los envases.

9. Mezcle los dos componentes (A y B) hasta lograr un color homogéneo.

10. Si es necesario humedezca nuevamente las manos para mejorar la plasticidad de la mezcla.

11a. Con la mezcla elabore un cordón de aprox 1.5 cm de diámetro y colóquelo sobre la parte inferior de la silla yee donde se encuentra la derivación.

11b. Con la mezcla elabore un cordón de aprox. 1.5 cm de diámetro y colóquelo en el perímetro de la perforación hecha para la conexión domiciliaria. Asegúrese de llenar completamente los valles de la tubería en el perímetro de la perforación.

12. Coloque debidamente la silla en la perforación, con la presión suficiente para expandir los cordones instalados.

13. Amarre la silla al tubo en al menos dos puntos, para asegurar la unión mientras el producto se adhiere totalmente. Puede ser con alambre o con abrazaderas.

Recomendaciones.

- Realice la operación en máximo 45 minutos.
- Si el producto pierde plasticidad, humedezca para recuperarla.
- Endurecimiento parcial:
  - 2h clima cálido
  - 4h clima frío
- Espere 4 horas para poner en funcionamiento el sistema.

Actúa en húmedo seco o sumergido.

Instalación de Kit Sillas Tee y Yee para Novafort

1. Coloque el caucho de la silla sobre la tubería, haciendo coincidir las crestas del caucho con los valles de la tubería. Trace el contorno del hueco.
Utilice preferiblemente un marcador.

2. Perfore la tubería utilizando un villamarquín.

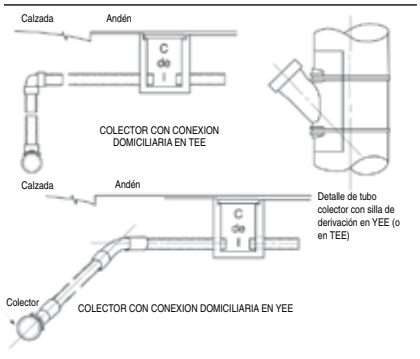
3. Con un serrucho de punta abra el hueco siguiendo el borde exterior de la marca.

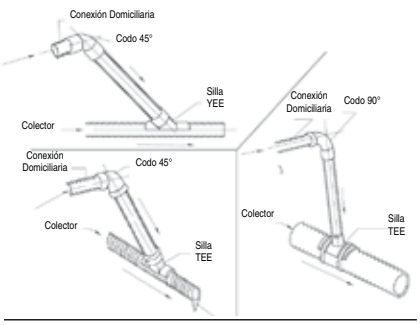
4. Remueva la rebaba de la tubería hasta que la superficie quede lisa.

5. Coloque el caucho en la posición marcada teniendo la precaución de verificar que quede al borde del hueco y que coincidan cresta y valle.

6. Instale la silla sobre el caucho y la tubería controlando que las aberturas en la tubería, caucho y salida de la silla coincidan.

7. Coloque la abrazadera sobre la silla en la posición marcada y ajuste alternadamente hasta la linea de apriete.



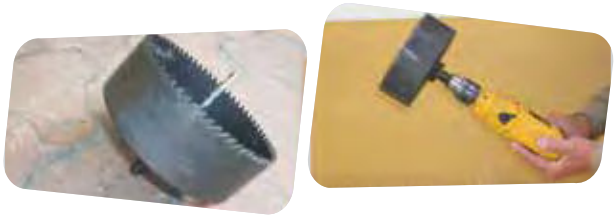


Instalación de Click Inserta Tee

Provisto de un empaque que se adhiere a la parte interna de la tubería al bajar las palancas, con el sistema click.

Adicionalmente, permite asentamientos diferenciales en la tubería de la domiciliaria, permitiendo que se acomode dentro de la campana con los movimientos del suelo.

1. Coloque la copa sierra en el taladro.



2. Coloque la copa sierra perpendicular al punto donde quiere instalar el Click Inserta Tee y perfore lentamente. Elimine las rebabas.

3. Lubrique el caucho del Click Inserta Tee e inserte en la abertura.

4. Baje las palancas y verifique, tocando desde afuera que el caucho sobresalga de la pared interior de la tubería.

5. Instale la tubería Novafort, previa lubricación del caucho de la campana y empuje.

9. Corte, Sellamiento y Reparación en Obra

NOVAFORT: Efectúe los cortes SIEMPRE en un valle de la tubería.
Cuando realice cortes NUNCA golpee la superficie interior del tubo con la punta del serrucho.

NOVALOC: Ocasionalmente puede requerirse hacer cortes en obra para acomodar longitudes a la llegada de cámaras de inspección.

En estos casos, se requiere entonces ejecutar en campo la colocación del bisel en el tubo y su posterior sellamiento.

- Marque sobre el tubo la distancia desde el borde del bisel instalado en fábrica donde requiere hacer el corte. Haga esta marca a igual distancia alrededor de la circunferencia. Luego una éstas marcas con cinta o alguna guía disponible que le permita dibujar la circunferencia de corte que debe ser perpendicular al eje de la tubería.

- Corte con una sierra manual o una caladora eléctrica siguiendo la línea marcada.

- Instale el bisel hembra, pegándolo al borde del tubo, usando limpiador y soldadura PAVCO WAVIN en el borde del corte y en las pestañas del bisel. Presione y deje secar.

Cuando se presenten daños en la tubería durante la manipulación, transporte o instalación, esta tubería no debe ser instalada. Eventualmente, estos daños pueden ser reparados en el campo, previa una detallada inspección para determinar la naturaleza del daño y el método para la reparación, si es posible. En general, puede considerarse factible reparar fisuras de menos de 0,30m de largo o perforaciones de menos de 0,09m de diámetro.

Solicite a fábrica, al Departamento Técnico de PAVCO WAVIN, la asistencia técnica para el procedimiento de instalación del bisel e inspección de reparaciones en obra, así como para el suministro de los materiales necesarios.

10. Conexiones a Cámaras de Inspección

Cámaras Rígidas

Es importante tener en cuenta que estas conexiones deben garantizar la hermeticidad y conservar las condiciones de flexibilidad de la tubería.

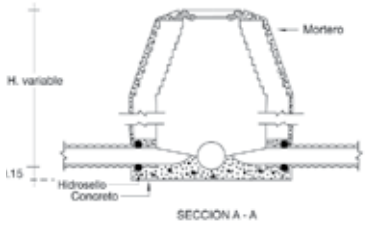
Teniendo en cuenta que el PVC no se adhiere al concreto y asegurando que aún en la zona de empalme con la cámara, la tubería puede deflectarse de acuerdo con lo previsto en el diseño, se recomienda:

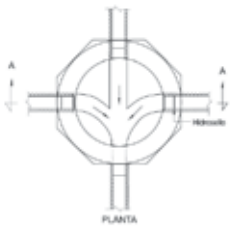
Para NOVAFORT

Coloque el caucho a partir del último valle completo de la tubería teniendo en cuenta que la parte de mayor chaflán vaya colocada hacia el extremo.

Introduzca la tubería en la cámara de inspección,verificando que el caucho quede a la mitad del muro.

Aplique mortero y emboquille.





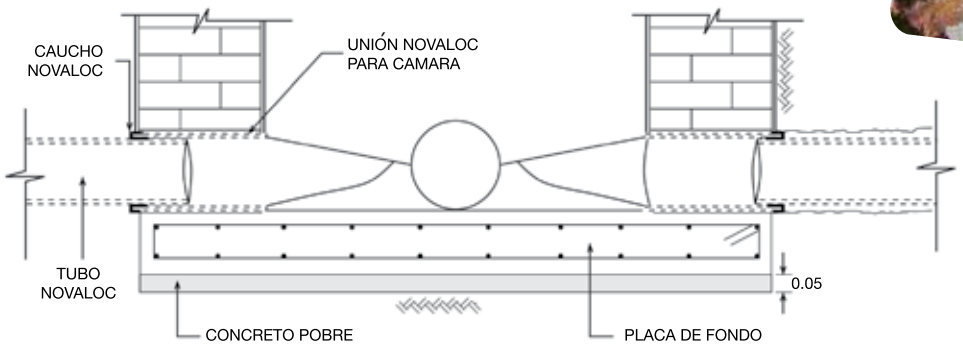
Colocar el caucho en el primer valle de la tubería.
El caucho debe quedar dentro del muro.
Aplicar mortero y emboquillar.

Para NOVALOC

Instalar una unión para cámara en el centro del muro de la misma, acondicionando su superficie exterior con soldadura y arena y aplicando mortero con aditivos impermeabilizantes para sellar los vacíos entre la cara exterior de la unión y la cámara.

Ensamblar la tubería dentro de la unión

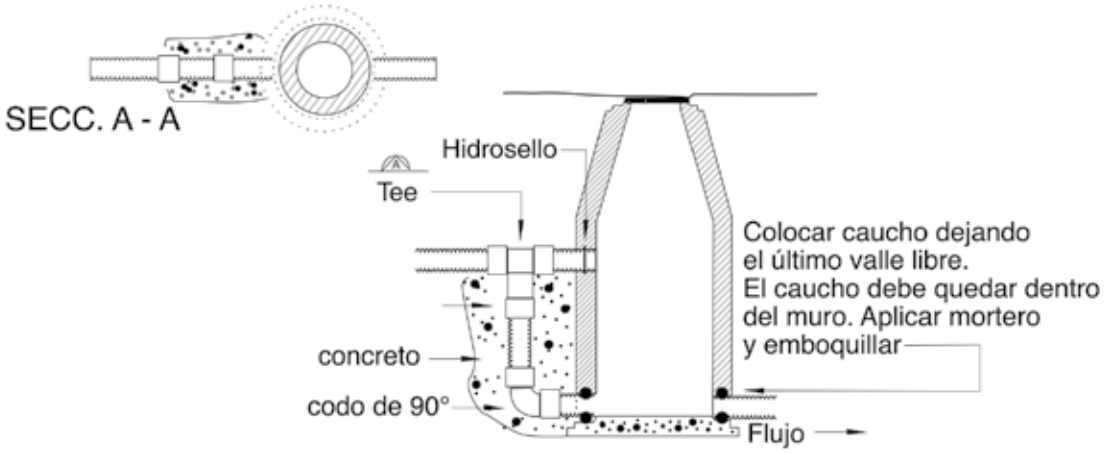
Debe tenerse especial cuidado de hacer una adecuada compactación y encamado en la zona de la tubería entrando a la cámara.



Es importante tener en cuenta que cuando la velocidad de la tubería supera los 5.0 m/s, se recomienda proteger las cañuelas y las paredes del pozo, donde impacte el chorro, con medios tubos NOVAFORT o NOVALOC. Para pegar estas medias tuberías al pozo se debe aplicar arena sobre el tubo pegándola con soldadura (esto es para mayor adherencia) y luego pegar la tubería al pozo con mortero. Esto asegura que la estructura no sufrirá erosión.

Cámaras de Caída

ESQUEMA CÁMARA DE CAÍDA POR FUERA DEL POZO



Cámaras Plásticas Novacam PAVCO WAVIN

Las conexiones a éstas cámaras son herméticas y campana - espigo con hidrosello de caucho para tuberías NOVAFORT. No requiere aditamentos o prácticas adicionales diferentes a ensamble por empuje.

11. Notas Importantes sobre Instalación

Cambios de Dirección

En los sistemas de alcantarillado los cambios de dirección se realizan en general mediante cajas o pozos de inspección.

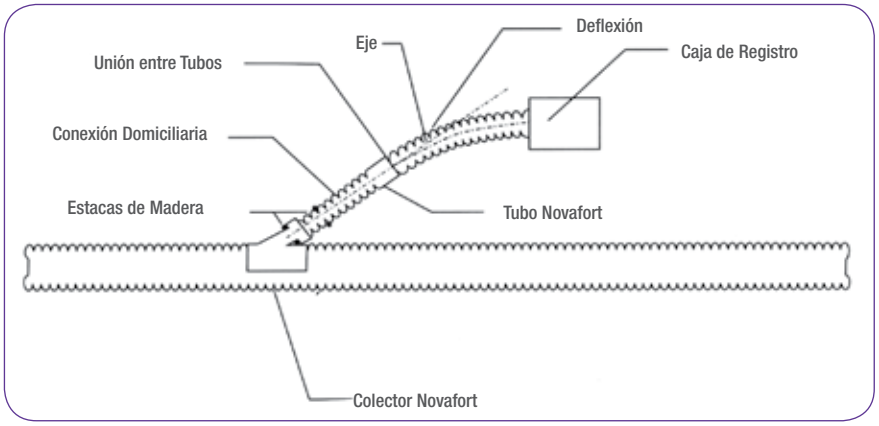
Cuando se instala el espigo dentro de la campana, no se deben producir tensiones sobre ésta, por lo tanto la deflexión debe ser de 0 grados, así la campana podrá absorber de forma natural las deflexiones provocadas por los asentamientos del terreno y por movimientos sísmicos.

La deflexión en la campana debe ser de 0 grados en colectores y conexiones domiciliarias. Cuando se requieran cambios de dirección menores de 6 grados en las conexiones domiciliarias, éstos se pueden lograr aplicando flexión sobre el tubo y aislando la campana.
La deflexión considerada es con respecto al eje del tubo.

Instalación a la Intemperie

Cuando la tubería instalada va a quedar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente ni tener base thinner ya que esta sustancia no se comporta bien con el PVC.
- Debe tener un componente reflectivo, como aluminio o similar.
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un " primer". Una de las formas de preparar la superficie es lijando suavemente en seco, limpiando con limpiador PAVCO WAVIN antes de aplicar la pintura.



Condiciones de Suelo Inestable:

Si el suelo natural es de muy mala calidad y el fondo de la zanja no es estable y no permite garantizar la estabilidad de la tubería, deben diseñarse sistemas de estabilización que garanticen la sostenibilidad del sistema. Debe consultarse la opinión de un especialista en suelos y diseñar las estructuras adecuadas para la estabilización del fondo de apoyo de la tubería.

Presencia de Nivel Freático:

Cuando hay nivel freático presente, el encamado y al menos hasta 1/2Dext (o hasta la altura del nivel freático), debe usarse material granular, Clase I o II, con el grado de densidad relativa que exija el diseño y envuelto en geotextil no tejido.

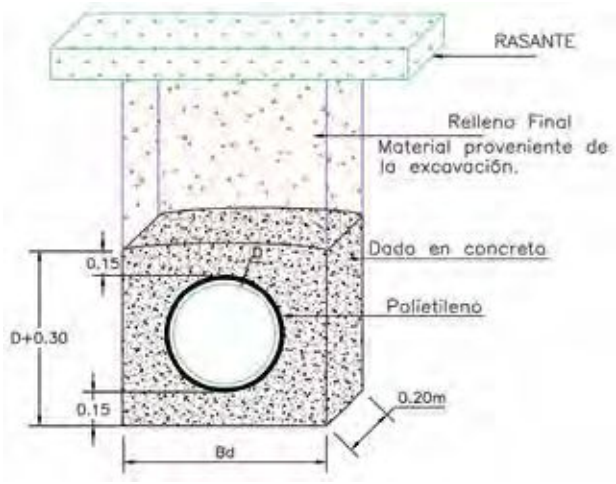
Instalación Superficial con Carga Viva Presente:

Cuando la profundidad de instalación es menor a 0,90m a la clave, debe usarse para el encamado, alrededor de la tubería y hasta la rasante de la carpeta de la vía, material granular, clase I o II, con densidad relativa mayor al 70%.
La profundidad mínima de instalación es de 0,40m de la clave de la tubería a la rasante.

Instalación en Pendientes Altas:

Debe instalarse cimentación con material granular e instalar un dado de contención en cada unión como se indica a continuación.

Se habla de pendientes altas para pendientes mayores al 15% pero debe ser definida por el consultor de acuerdo con las condiciones específicas de cada proyecto.



Instalación con Velocidades Altas:

Aplica lo indicado para pendientes altas y se recomienda usar Cámaras de Inspección NOVACAM de PAVCO WAVIN como complemento, ya que garantizan resistencia a la abrasión como las tuberías Novaloc y Novafort.
Cuando no sea posible usar estas cámaras, se recomienda forrar las cañuelas de las cámaras rígidas con tubería partida a la mitad. Ver Conexiones a Cámaras de Inspección.

Condiciones Extremas para el Material:

- El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a la que puede transportar agua es de 60°C.
- No aplique solventes ni someta la tubería al contacto con estos.
- No someta la tubería al contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".
- Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

12. Inspecciones y Pruebas en Campo antes de Puesta en Servicio

El ingeniero a cargo debe definir las inspecciones y pruebas a realizarse al sistema después de instalado.

Algunas de las inspecciones recomendables se describen a continuación:

- Limpieza
- Inspección Visual
- Verificación de alineamientos y ausencia de obstrucción
- Prueba de Estanqueidad

Puede hacerse prueba con aire a baja presión, prueba de infiltración o exfiltración. Es recomendable, efectuar la prueba con aire a baja presión de acuerdo con la norma ASTM F 1417. La prueba de infilración es aceptable siempre que el nivel freático esté por encima del lomo de la tubería a probar. La prueba de exfiltración, es aceptable siempre que el nivel freático esté por debajo del nivel de instalación de la tubería a ser probada. En las tablas siguientes se indican rangos de infiltración y exfiltración garantizados para sistemas instalados con Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO WAVIN, así como lo estipulado en el RAS 2000 como una guía. (TABLAS Nº4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Pruebas con Agua

TABLA Nº4.1

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO CON TUBERÍA PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVAFORT

Diámetro Nominal mm	Diámetro Interior mm	Longitud Tramo m	Tiempo de Prueba hr	Volumen Permitido l/mm/m/hr	Volumen Permitido por Diámetro l/m/hr	Total Volumen Permitido l
110	99	100	4	0.00019	0.019	8
160	145	100	4	0.00019	0.028	11
200	182	100	4	0.00019	0.035	14
250	227	100	4	0.00019	0.044	17
315	284	100	4	0.00019	0.054	22
400	362	100	4	0.00019	0.069	28
450	407	100	4	0.00019	0.078	31
500	452	100	4	0.00019	0.087	35

TABLA Nº4.2

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO RAS 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVAFORT

Diámetro Nominal pulg	Diámetro Interior mm	Longitud Tramo m	Tiempo de Prueba hr	Volumen Permitido l/mm/m/hr	Volumen Permitido por Diámetro l/m/hr	Total Volumen Permitido l
110	99	100	4	0.00042	0.041	17
160	145	100	4	0.00042	0.060	24
200	182	100	4	0.00042	0.076	30
250	227	100	4	0.00042	0.095	38
315	284	100	4	0.00042	0.118	47
400	362	100	4	0.00042	0.151	60
450	407	100	4	0.00042	0.170	68
500	452	100	4	0.00042	0.188	75

TABLA Nº4.3

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO CON TUBERÍA PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVAFORT – NOVALOC

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595.12	100	4	0.00019	0.114	46
27	671.01	100	4	0.00019	0.129	51
30	747.01	100	4	0.00019	0.143	57
33	823.09	100	4	0.00019	0.158	63
36	899.03	100	4	0.00019	0.172	69
39	974.98	100	4	0.00019	0.187	75
42	1050.93	100	4	0.00019	0.201	81
45	1127.00	100	4	0.00019	0.214	86
48	1202.94	100	4	0.00019	0.229	91
51	1295.00	100	4	0.00019	0.246	98
54	1355.09	100	4	0.00019	0.257	103
60	1507.24	100	4	0.00019	0.286	115

TABLA Nº4.4

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO RAS 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVAFORT – NOVALOC

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595.12	100	4	0.00042	0.248	99
27	671.01	100	4	0.00042	0.280	112
30	747.01	100	4	0.00042	0.311	125
33	823.09	100	4	0.00042	0.343	137
36	899.03	100	4	0.00042	0.375	150
39	974.98	100	4	0.00042	0.406	162
42	1050.93	100	4	0.00042	0.438	175
45	1127.00	100	4	0.00042	0.473	189
48	1202.94	100	4	0.00042	0.505	202
51	1295.00	100	4	0.00042	0.544	218
54	1355.09	100	4	0.00042	0.569	228
60	1507.24	100	4	0.00042	0.633	253

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar

Pruebas con Aire ASTM F1417

Tramo		Diámetro Nominal	Diámetro Interior Promedio		Longitud del Tramo de Prueba		K	Área Interna		Escape, Q	Tramo Mínimo Permitido Pérdida 1psi		Total Escape	Total Escape Máximo	Tiempo Mínimo
de	a	mm, pulg	mm	pulg	m	pies	pulg-pie	m^2	$pies^2$	$pies^3/min/pie^2$	sg	min	$pies^3$	$pies^3$	sg
		200	182.52	7.19	100.00	327.87	1.0	57.34	616.40	0.0015	407	6.79	6.27	0.9375	407
		250	227.39	8.95	100.00	327.87	1.2	71.44	767.93	0.0015	624	10.40	11.98	0.9375	507
		315	285.12	11.23	100.00	327.87	1.5	89.57	962.89	0.0015	981	16.35	23.61	0.9375	636
		400	362.36	14.27	100.00	327.87	2.0	113.84	1223.74	0.0015	1,584	26.41	48.47	0.9375	808
		450	407.03	16.02	100.00	327.87	2.2	127.87	1374.60	0.0015	1,999	33.32	68.70	0.9375	1,213
		500	451.93	17.79	100.00	327.87	2.4	141.98	1526.23	0.0015	2,464	41.07	94.03	0.9375	1,008
		24	596.91	23.50	100.00	327.87	3.2	187.52	2015.85	0.0015	4,299	71.65	216.67	0.9375	1,332
		27	673.76	26.53	100.00	327.87	3.6	211.67	2275.39	0.0015	5,478	91.29	311.59	0.9375	1,503
		30	748.92	29.49	100.00	327.87	4.1	235.28	2529.21	0.0015	6,768	112.80	427.93	0.9375	1,671
		33	825.63	32.51	100.00	327.87	4.5	259.38	2788.28	0.0015	8,225	137.09	573.35	0.9375	1,842
		36	901.75	35.50	100.00	327.87	4.9	283.29	3045.34	0.0015	9,812	163.53	747.00	0.9375	2,012
		39	977.28	38.48	100.00	327.87	5.3	307.02	3300.42	0.0015	11,524	192.07	950.87	0.9375	
		42	1054.69	41.52	100.00	327.87	5.7	331.34	3561.85	0.0015	13,422	223.70	1,195.20	0.9375	
		45	1130.39	44.50	100.00	327.87	6.1	355.12	3817.50	0.0015	15,418	256.97	1,471.46	0.9375	
		48	1206.80	47.51	100.00	327.87	6.5	379.13	4075.50	0.0015	17,573	292.88	1,790.48	0.9375	
		51	1301.17	51.23	100.00	327.87	7.0	408.77	4394.24	0.0015	20,429	340.48	2,244.23	0.9375	
		54	1358.11	53.47	100.00	327.87	7.3	426.66	4586.54	0.0015	22,256	370.93	2,551.93	0.9375	
		60	1512.64	59.55	100.00	327.87	8.2	475.21	5108.41	0.0015	27,609	460.14	3,525.91	0.9375	

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar

El tiempo mínimo de duración antes de descargarse 1 psi es lo que debe controlarse.

Medición de la Deflexión

La medición de la deflexión en campo debe hacerse tan pronto se haya instalado y tapado el primer tubo, de tal forma que pueda verificarse la efectividad de la cimentación, corregir, si es necesario, y mantener las deflexiones por debajo de los valores máximos permitidos.

La medida debe hacerse, midiendo el diámetro interior en dirección vertical, antes de aplicarle la carga a la tubería instalada, y después de aplicarle la carga a la tubería instalada, relleno final y/o carga viva, se mide de nuevo en la misma dirección vertical. La diferencia entre las medidas inicial y final, corresponde a un porcentaje del diámetro interior inicial y no debe ser mayor al 7.5%.

En la siguiente tabla y como guía, se indican los valores del diámetro interior mínimo después de deflectarse el 7.5% del diámetro interior mínimo, de acuerdo a la Norma de fabricación.

Diámetro Nominal	Diámetro Interior Mínimo	Máxima Deflexión	Diámetro Interior Mínimo Deflectado
mm	mm	%	mm
NOVAFORT PAVCO WAVIN S8 PAVCO WAVIN			
110	99		92
160	145		134
200	182		168
250	227		210
315	284	7.5	263
355	327		302
400	362		335
450	407		376
500	452		418
NOVAFORT PAVCO WAVIN S4 PAVCO WAVIN			
200	185		171
250	231		214
315	291		269
355	328		303
400	370		342
24	595	7.5	550
27	670		620
30	747		691
33	852		788
36	900		833
39	975		902
42	1051		972
NOVALOC PAVCO WAVIN			
45	1127		1042
48	1203		1113
51	1295		1198
54	1355	7.5	1253
60	1507		1394

NOVAFORT
Marcación Externa

Marca y uso	PAVCO WAVIN Novafort Alcantarillado
País de origen y fabricante	PAVCO WAVIN
Norma de fabricación	Por ejemplo NTC 3722-1 ó ASFM 794 NTC 5055 Resolución 1166
Diámetro nominal	Por Ejemplo 110mm 4”
Rigidez	Por ejemplo 8 kN/m^2 (PS:57 psi) ó 4KN/m^2 (28 psi)
Código de Trazabilidad	Planta (1 digito) año (2 digitos) mes (2 digitos) día (2 digitos) turno (2 digitos) No. Máquina (2 digitos)
Lote RT:	Por ejemplo 001

NOVALOC
Marcación Externa

Marca y uso	PAVCO WAVIN Novaloc Alcantarillado
País de origen y fabricante	PAVCO WAVIN
Norma de fabricación	NTC 5070 Resolución 1166
Diámetro nominal	Por Ejemplo 45” (1180 mm)
Rigidez	Por ejemplo PS 10 psi (1.33 KN/m^2)
Código de Trazabilidad	Planta (1 digito) año (2 digitos) mes (2 digitos) día (2 digitos) turno (2 digitos) Perfil (4 digitos)
Lote RT:	Por ejemplo 001

Resolución No. 1166 de Julio 20 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Tubos y Accesorios para acueducto, alcantarillado, uso sanitario y aguas lluvias marca Pavco (Biaxial Pavco, Aquaflex, Novafort, Novaloc, Acuaflex Pavco).

Tubos de PVC perfilados, de pared doble corrugada, para uso en alcantarillado marca Novafort

NTC 5055 : 2006

Tubos y accesorios PVC fabricados con perfil cerrado para uso en alcantarillado marca Novafort

NTC 5070 : 2006

Tubos de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado

NTC 3722-3 : 2012

ESTE MANUAL TÉCNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO
POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE PAVCO.

LABORATORIO HOMOLOGADO
Mediante resolución N° 984 del 12 de Mayo de 1998 y las que la complementan,
La Superintendencia de Industria y Comercio acreditó los laboratorios
de la División de Tubosistemas de PAVCO S.A. como
LABORATORIOS DE ENSAYOS EN TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.
HAGA DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESPERDICIOS.

Edición
Marzo de 2020
reemplaza la de mayo de 2019

PAVCO wavin

Certificado No. SC 036 - 1

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polietileno, accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; Cámaras y cajas de inspección de polietileno. Servicio de Rehabilitación de tuberías existentes

NTC ISO 9001 : 2015

Certificado No. SA 057 -1

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polietileno de accesorios de PVC y CPVC y polipropileno, cementos solventes de PVC y CPVC; Cámaras y cajas de inspección de polietileno y Rehabilitación de tuberías existentes

NTC ISO 14001 : 2015

Certificado No. OS 033 - 1

Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y polipropileno de cementos solventes de PVC y CPVC; Cámaras y cajas de inspección de polietileno y Rehabilitación de tuberías existentes

NTC OHSAS 18001 : 2007

BOGOTÁ
Autopista sur Nº. 71-75 Bogotá D.C.
Conmutador: (57 1) 782 5000
Ext. 1101
Fax:(57 1) 782 5020

BARRANQUILLA
Conmutador: (57 5) 375 8100
Servicliente: 312 332 0041

CALI - YUMBO
Calle 10 Nº. 31A - 153
Zona Industrial Arroyohondo
Conmutador: (57 2) 442 3444
Fax: (57 2) 666 4118, Yumbo

EJE CAFETERO
Carrera 17 Nº. 5 - 58
Oficina 304, Pereira
Servicliente: 312 332 0025

MEDELLÍN - BELLO
Medellin Itagui
CALLE 27# 41-80
Centro Logístico Entrada Norte
Conmutador: (57 4) 325 6660

BUCARAMANGA
Calle 30 Nº. 22 - 129
Oficina 1802, Floridablanca
Servicliente: 314 330 2331

Estamos cerca de nuestros clientes
01 8000 912 286

Diagramado por SADE Diseño y Producción.

Síguenos en:

PavcoWavin.co @PavcoWavinCo @pavcowavin.co Pavco Wavin Colombia PAVCO WAVIN COLOMBIA

www.pavcowavin.com.co