

Catálogo de Infraestructura

Polietileno de Alta Densidad





Tigre Perú

Multinacional de origen brasileña que actúa en los segmentos de hidráulica, eléctrica, drenaje, accesorios sanitarios, infraestructura, industria, riego, herramientas para pintura, metales sanitarios, soluciones para agua y efluentes, puertas y ventanas y muchos más.

Su historia está marcada por el compromiso en ofrecer líneas completas, innovadoras y de alta calidad, facilitando la vida de quienes construyen.

En Perú, inicio sus operaciones en 2008, a través de la adquisición de la empresa Plástica. En el 2013 se adquirió la empresa Matusita y en 2015 fue inaugurada la unidad de Lurín (Lima) con capacidad inicial de 4500 TN. Actualmente la más moderna de las unidades fuera de Brasil.

Además, contamos con el laboratorio más moderno de Perú, que puede realizar pruebas hidrostáticas de 165 y 1000 horas a 80°C.

Trabajamos todos los días para que Tigre continúe siempre siendo esta gran aliada en la que las personas pueden contar, desde el inicio al fin de la obra, en todos los tipos de obras.





Un futuro mejor, es nuestra inspiración

➤ SUSTENTABILIDAD

Tigre es mucho más que acciones para la comunidad y la preservación del medio ambiente. La sustitución del hierro y acero de las tuberías hidráulicas por PVC, hace casi 70 años, más que un marco para la construcción civil, fue un avance para la sustentabilidad del planeta.

El oficio de Tigre, con soluciones que conducen de forma eficiente el agua y el desagüe, que pretenden la universalización sanitaria y la reducción del déficit habitacional, es una actividad sostenible por esencia.

Todas sus fábricas en Brasil tienen certificación ISO 14001. La ecoeficiencia se destaca en proyectos de uso racional de energía, constante renovación tecnológica y aprovechamiento de la luz natural.

Referente entre las mejores empresas para trabajar en Brasil, Tigre se caracteriza por su política de valorización de las personas, enfocada en el bienestar, salud y seguridad de los colaboradores.

Las constantes inversiones en programas de capacitación refuerzan el compromiso de Tigre con el desarrollo profesional de la cadena de construcción civil y al mismo tiempo proporcionan la oportunidad de inserción en el mercado de trabajo.

➤ INNOVACIÓN

La innovación está en la esencia de Tigre desde sus orígenes, en 1941. Y se encuentra como uno de los pilares del desarrollo presente en todos los ambientes de la organización. En Tigre el proceso de innovación no comienza solo con el surgimiento de una nueva idea, sino, también, con la identificación de una oportunidad y con la definición de lo que podrá ofrecerse al mercado como la mejor solución.

La visión innovadora de Tigre amplió sus negocios, llevó al grupo a adquirir proyección internacional y se convirtió en referencia en el mercado de la construcción civil.

En su condición de líder de mercado, Tigre busca a través de la proximidad y relación con los profesionales de la construcción, entender y anticiparse a las necesidades del consumidor, desarrollando soluciones innovadoras que contribuyan a perfeccionar los procesos constructivos y mejorar el lugar donde las personas viven.



➤ **TIGRE** la empresa líder brasileña con más de 80 años de experiencia en producción de tuberías y conexiones de la más alta calidad, AHORA EN PERÚ.



Contamos con 24 unidades fabriles: 10 en Brasil, 14 en el exterior y exportamos a más de 40 países alrededor del mundo.

➤ CARTERA DE PRODUCTOS

TIGRE sinónimo de **Calidad, Innovación y Tecnología**. Cada una de nuestras líneas de productos están inspiradas en la necesidad del constructor y han sido creadas para ofrecer soluciones originales y funcionales.

Nuestro compromiso es entregarle la mejor y más alta calidad en cada producto que lleva la marca TIGRE.

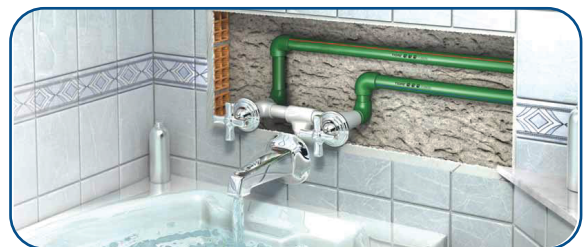
Línea Desagüe y Junta Elástica



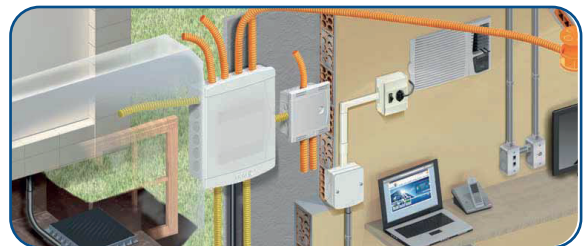
Línea Polietileno



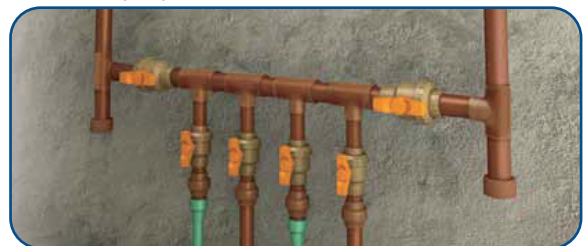
Línea Termofusión



Línea Eléctrica



Línea Polipropileno





Polietileno de Alta Densidad

INTRODUCCIÓN

TIGRE se complace en presentar su línea de tubos de Polietileno de Alta Densidad (HDPE por sus siglas en inglés), ofreciendo a los usuarios la oportunidad de emplear ventajosamente las características de este material.

Los tubos de **HDPE** de **TIGRE** ofrecen alternativas de solución a problemas tradicionales, minimizando costos de mantenimiento e instalación en una gran gama de aplicaciones, en las cuales las condiciones de operación están comprendidas en el rango de presiones y temperaturas para las cuales está diseñado el material.

Las propiedades y aplicaciones de los tubos de **HDPE** de **TIGRE** son ventajosas en conducción de residuos industriales y químicos, en plantas mineras, emisores de aguas servidas que descargan al mar, protección de cables eléctricos y telefónicos, para riego tecnificado y conducción de agua potable, entre otros.

Contamos además con un Departamento de Control de Calidad y Laboratorios encargado de inspeccionar cada una de las etapas de nuestro proceso productivo, basándose en normas técnicas nacionales e internacionales vigentes y que, unido a un estricto Control de Calidad, logramos ofrecer la garantía que todo usuario requiere.

CARACTERÍSTICAS DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

➤ ATOXICIDAD:

Ha sido probado el uso de tubos de HDPE en el transporte de agua potable por todas las normativas internacionales. Dicho material responde a todas las prescripciones higiénicas relacionadas a los acueductos como también a las normativas relacionadas a los materiales que vienen en contacto con alimentos, todo está favorecido por la completa ausencia de sabor y olor del material mismo.

➤ RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:

Mientras que en condiciones normales de uso, los tubos de cemento han logrado resultados aceptables en el campo industrial, los tubos de plástico han sustituido ventajosamente a los tubos de cemento y acero que estaban expuestos a una fuerte erosión; pruebas comparativas han demostrado que existe una marcada diferencia de erosión.

➤ PROPIEDADES ELÉCTRICAS:

El Polietileno es un óptimo aislante por su estructura no polar, característica notable utilizada en diferentes aplicaciones. Además, la elevada resistividad del volumen superficial hace que el material no sufra en lo mínimo por las corrientes parásitas.

➤ RESISTENCIA A LOS SISMOS:

Se ha podido establecer, después de analizar los efectos de terremotos ocurridos en varias partes del mundo, que el tubo de HDPE, aprovechando su propiedad de mayor elasticidad en comparación a los materiales tradicionales como fierro fundido, acero, etc., resulta menos vulnerable para la realización de distribución, agua potable, gaseoductos, alcantarillados civiles e industriales, en zonas clasificadas como sísmicas.





Polietileno de Alta Densidad

Usos de las tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) TIGRE:

Las tuberías de Polietileno de Alta Densidad TIGRE pueden ser usadas de forma ventajosa en:

- Sistemas de abastecimiento de agua potable (redes de aducción, conducción y distribución)
- Redes de saneamiento
- Emisarios submarinos
- Sistemas contra incendio
- Conducción de relaves

- Enchaquetado de fibra óptica
- Sistemas de riego
- Transporte de gas y petróleo
- Canales entubados
- Pases aéreos

Proyectos desarrollados por TIGRE

➤ Obra Pasto Grande Moquegua, captación de agua potable, 4428 metros, se emplearon tubos de 900 mm.



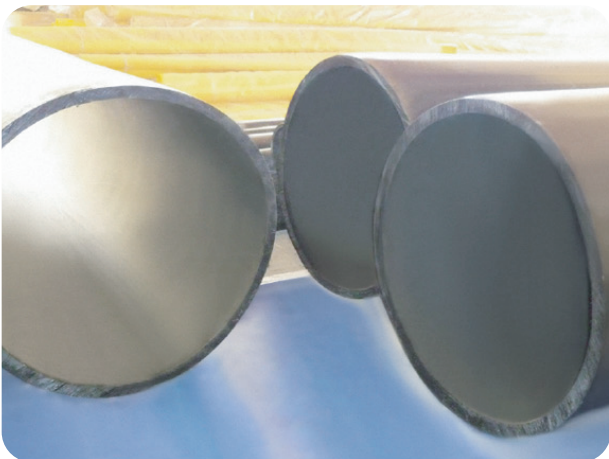


Polietileno de Alta Densidad

> Obra Primavera, línea de alcantarillado tubos 900 mm.



> Obra Sedapal, conducción de agua potable. Capacidad productiva de tubos de hasta 1200mm de diámetro.





Polietileno de Alta Densidad

Características y propiedades del Polietileno de Alta Densidad

Propiedad	Unidad	PE-100	PE-4710
Densidad	Gr. / Cm ³	0.957-0.961	0.947 - 0.955
Índice de Fluidez (MFR) 190°C/ 5 Kg	Gr. / 10 min	0.40	> 0.15 g/10min
Contenido negro de humo	%	2.0-2.5	≥ 2%
Resistencia a la Tracción	MPa.	23-25	21 - <28
Resistencia a la Flexión	MPa.	23.00	-
Módulo de Flexión	MPa.	-	552 - 1103
Módulo Tensil	MPa.	900	-
Tensión de Diseño (σ)	MPa.	8.0	6.89
Mínimo Esfuerzo Requerido (MRS)	MPa.	>10	-
Base de diseño hidrostático a 23°C	MPa.	-	11.03
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	hr	>500	Mínimo 500
Alargamiento de Rotura	%	>600	> 500
Coefficiente de dilatación lineal	mm/m°C.	0.20	-
Temperatura de fragilidad	°C	<-70	<-76
Dureza Shore D a 20°C escala		61	-

➤ Resistencia a los Productos Químicos

diferentes trabajos con éxito total. La resistencia ha sido evaluada en función del comportamiento de una probeta de HDPE sumergida en el fluido en mención a 20°C y 60°C. La evaluación final está esquematizada de la siguiente manera según la tabla:



Leyenda	Evaluación	Hinchamiento	Pérdida de Carga	Alargamiento a la Rotura
S	SATISFACTORIO	< 3%	< 0.5%	INVARIABLE
L	LIMITADO	3 - 8 %	0.5 - 5 %	DISMINUCIÓN<50%
NS	NO SATISFACTORIO	> 8%	> 5%	DISMINUCIÓN>50%





Polietileno de Alta de Densidad

Tabla de Resistencia Química

SUSTANCIA QUÍMICA	HDPE	
	20° C	60° C
ACETATO DE AMILO	S	S
ACETATO DE BUTILO	S	L
ACETONA	S	S
ÁCIDOS AROMÁTICOS	S	S
ÁCIDOS GRASOS	S	L
ÁCIDO CARBÓNICO	S	S
ÁCIDO CÍTRICO	S	S
ÁCIDO CLORHÍDRICO	S	S
ÁCIDO CRÓMICO	S	NS
ÁCIDO FÓRMICO	S	S
ÁCIDO GLICÓLICO	S	S
ÁCIDO LÁCTICO	S	S
ÁCIDO MALEICO	S	S
ÁCIDO MONOCLORACÉTICO	S	S
ÁCIDO NÍTRICO (25%)	S	S
ÁCIDO NÍTRICO (50-70%)	L	NS
ÁCIDO OXÁLICO	S	S
ÁCIDO SÍLICO	S	S
ÁCIDO SULFHÍDRICO	S	S
ÁCIDO SULFOCRÓMICO	NS	NS
ÁCIDO SULFUROSO	S	S
ÁCIDO ESTEÁRICO	S	L
ÁCIDO TARTÁRICO	S	S
ÁCIDO TRICOLORACÉTICO 50%	S	S
ÁCIDO TRICOLORACÉTICO 100%	S	NS
AGUA DE MAR	S	S
AGUA OXIGENADA 30%	S	S
AGUA OXIGENADA 100%	S	NS
AGUA REGIA	NS	NS
ALCANFOR	S	L
ALCOHOL ALÍLICO	S	S
ALCOHOL BENZÍLICO	S	S
ALCOHOL BUTÍLICO	S	S
ALCOHOL ETÍLICO	S	S
ALCOHOL ISOPROPÍLICO	S	S
ALDEHÍDO ACÉTICO	S	L
ALUMBRE	S	S
AMONIACO	S	S
ANHÍDRIDO ACÉTICO	S	L
ANHÍDRIDO SULFÚRICO	L	L
ANHÍDRIDO SULFUROSO	S	S

SUSTANCIA QUÍMICA	HDPE	
	20° C	60° C
BENCINA	S	L
BENZALDEHIDO	S	S
BENZOATO DE SODIO	S	S
BROMO	NS	NS
CARBONATO DE SODIO	S	S
CETONA	S	S
CICLOHEXANO	S	S
CLOROFORMO	NS	NS
CLORO (LÍQUIDO Y GASEOSO)	NS	NS
CLORURO DE ALUMINIO	S	S
CLORURO DE AMONIO	S	S
CLORURO DE CALCIO	S	S
CLORURO DE MAGNESIO	S	S
DETERGENTES	S	S
DICLOROETANO	L	L
DICLOROETILENO	NS	NS
ÉSTER ALIFÁTICO	S	L
ÉTER	L	L
ÉTER DIETÍLICO	L	L
ÉTER DE PETRÓLEO	S	L
FENOL	S	S
FLÚOR	NS	NS
FORMALDEHÍDO 40%	S	S
FOSFATOS	S	S
GLICERINA	S	S
GLICOL	S	S
HIPOCLORITO DE CALCIO	S	S
HIPOCLORITO DE SODIO	S	S
JARABES	S	S
LEJÍA	S	NS
LEVADURA	S	S
MERCURIO	S	S
METANOL	S	S
NAFTALINA	S	L
NITRATO DE PLATA	S	S
NITRATO DE SODIO	S	S
OZONO	L	NS
PETRÓLEO	S	L
SAL DE COBRE	S	S
SILICATO DE SODIO	S	S
TETRACLORURO DE CARBONO	NS	NS





Polietileno de Alta Densidad

Tubos PEAD bajo la norma NTP ISO 4427, PE100

PE 100 Diámetro Nominal (mm)	SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17	
	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10	
	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3.00	0.16	2.30	0.13	2.00	0.12	-	-	-	-
25	3.50	0.24	3.00	0.21	2.30	0.17	2.00	0.15	-	-
32	4.40	0.39	3.60	0.33	3.00	0.28	2.40	0.23	2.00	0.20
40	5.50	0.61	4.50	0.51	3.70	0.43	3.00	0.36	2.40	0.30
50	6.90	0.94	5.60	0.79	4.60	0.67	3.70	0.55	3.00	0.45
63	8.60	1.48	7.10	1.27	5.80	1.056	4.70	0.88	3.80	0.72
75	10.30	2.11	8.40	1.78	6.80	1.48	5.60	1.24	4.50	1.02
90	12.30	3.03	10.10	2.56	8.20	2.14	6.70	1.78	5.40	1.46
110	15.10	4.53	12.30	3.81	10.00	3.17	8.10	2.63	6.60	2.18
125	17.10	5.83	14.00	4.93	11.40	4.11	9.20	3.39	7.40	2.78
140	19.20	7.31	15.70	6.17	12.70	5.12	10.30	4.25	8.30	3.49
160	21.90	9.52	17.90	8.04	14.60	6.73	11.80	5.55	9.50	4.55
180	24.60	12.06	20.10	10.17	16.40	8.50	13.30	7.04	10.70	5.76
200	27.40	14.91	22.40	12.57	18.20	10.48	14.70	8.64	11.90	7.10
225	30.80	18.85	25.20	15.91	20.50	13.27	16.60	10.97	13.40	9.01
250	34.20	23.27	27.90	19.56	22.70	16.32	18.40	13.51	14.80	11.04
280	38.30	29.18	31.30	24.58	25.40	20.46	20.60	16.93	16.60	13.87
315	43.10	36.93	35.20	31.10	28.60	25.90	23.20	21.45	18.70	17.57
355	48.50	46.83	39.70	39.50	32.20	32.87	26.10	27.20	21.10	22.36
400	54.70	59.48	44.70	52.10	36.30	41.73	29.40	34.49	23.70	28.25
450	61.50	75.24	50.30	63.44	40.90	52.85	33.10	43.69	26.70	35.80
500	-	-	55.80	78.17	45.40	65.21	36.80	53.90	29.70	44.23
560	-	-	62.50	98.08	50.80	81.69	41.20	67.63	33.20	55.41
630	-	-	70.30	124.11	57.20	103.51	46.30	85.48	37.40	70.18
710	-	-	-	-	64.50	131.70	52.20	108.77	42.10	89.18
800	-	-	-	-	-	-	58.80	137.97	47.40	113.09
900	-	-	-	-	-	-	66.20	174.79	53.30	143.05
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	59.30	176.80
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	67.90	243.52

• Para otros diámetros y SDR consultar con Asistencia Técnica.





Polietileno de Alta Densidad

Tubos HDPE bajo la norma NTP ISO 4427, PE100

PE 100	SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41	
	PN 8		PN 6		PN 5		PN 4	
Diámetro Nominal (mm)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2.00	0.25	-	-	-	-	-	-
50	2.40	0.37	2.00	0.31	-	-	-	-
63	3.00	0.58	2.50	0.49	-	-	-	-
75	3.60	0.83	2.90	0.67	-	-	-	-
90	4.30	1.19	3.50	0.98	-	-	-	-
110	5.30	1.78	4.20	1.43	-	-	-	-
125	6.00	2.28	4.80	1.85	-	-	-	-
140	6.70	2.85	5.40	2.33	-	-	-	-
160	7.70	3.74	6.20	3.06	-	-	-	-
180	8.60	4.70	6.90	3.81	-	-	-	-
200	9.60	5.82	7.70	4.72	-	-	-	-
225	10.80	7.350	8.60	5.93	-	-	-	-
250	11.90	9.00	9.60	7.35	-	-	-	-
280	13.40	11.36	10.70	9.17	-	-	-	-
315	15.00	14.27	12.10	11.68	9.70	9.43	7.70	7.55
355	16.90	18.12	13.60	14.76	10.90	11.93	8.70	9.61
400	19.10	23.11	15.30	18.72	12.30	15.19	9.80	12.18
450	21.50	29.22	17.20	23.66	13.80	19.13	11.00	15.35
500	23.90	36.06	19.10	29.19	15.30	23.59	12.30	19.11
560	26.70	45.13	21.40	36.59	17.20	29.69	13.70	23.80
630	30.00	57.01	24.10	46.36	19.30	37.46	15.40	30.11
710	33.90	72.70	27.20	59.03	21.80	47.68	17.40	38.38
800	38.10	92.15	30.60	74.76	24.50	60.40	19.60	48.66
900	42.90	116.59	34.40	94.93	27.60	76.50	22.00	61.38
1000	47.70	144.04	38.20	116.67	30.60	93.80	24.50	76.00
1200	57.20	207.33	45.90	168.04	36.70	135.55	29.40	109.40

• Para otros diámetros y SDR consultar con Asistencia Técnica.





Polietileno de Alta Densidad

Tubos PEAD bajo la norma NTP ISO 8772, PE100

PE 100	SN2		SN4		SN8	
	SDR33		SDR26		SDR21	
	Diámetro Nominal (mm)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)
110	-	-	4.20	1.45	5.30	1.80
125	-	-	4.80	1.87	6.00	2.31
160	4.90	2.46	6.20	3.09	7.70	3.77
200	6.20	3.89	7.70	4.76	9.60	5.86
250	7.70	6.00	9.60	7.40	11.90	9.05
315	9.70	9.49	12.10	11.74	15.00	14.38
355	10.90	12.00	13.60	14.83	16.90	18.63
400	12.30	15.27	15.30	18.80	19.10	23.69
450	13.80	19.22	17.20	24.27	21.50	29.88
500	15.30	23.70	19.10	29.93	23.90	36.79
630	19.30	38.49	24.10	47.57	30.00	58.47
800	24.50	61.87	30.60	76.54	38.10	94.32
1000	30.60	96.49	38.20	119.73	47.70	147.44
1200	36.70	138.77	45.90	172.04	57.20	212.05

• Para otros diámetros y SDR consultar con Asistencia Técnica.





Polietileno de Alta Densidad

Tubos PEAD bajo la norma ASTM D3035 / ASTM F714, PE4710

PE 4710		SDR 7		SDR 9		SDR 9.3		SDR 11		SDR 13.5		SDR 15.5	
Diámetro Nominal (Pulg)	Diámetro Nominal (mm)	PN 23		PN 17.2		PN 16.6		PN 13.8		PN 11		PN 9.5	
		Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)
1/2"	21.34	3.05	0.180	2.36	0.148	2.29	0.145	1.93	0.127	1.57	0.108	1.57	0.108
3/4"	26.7	3.81	0.278	2.97	0.229	2.87	0.223	2.41	0.194	1.98	0.165	1.73	0.148
1"	33.4	4.78	0.434	3.71	0.353	3.58	0.342	3.05	0.300	2.46	0.252	2.13	0.224
1 1/4"	42.2	6.02	0.689	4.67	0.556	4.52	0.54	3.84	0.471	3.12	0.396	2.72	0.352
1 1/2"	48.3	6.88	0.903	5.36	0.730	5.18	0.709	4.39	0.613	3.58	0.515	3.12	0.458
2"	60.3	8.61	1.409	6.71	1.141	6.48	1.107	5.49	0.956	4.47	0.793	3.89	0.702
3"	88.9	12.70	3.061	9.88	2.476	9.55	2.403	8.08	2.074	6.58	1.722	5.74	1.519
4"	114.3	16.33	5.059	12.70	4.090	12.29	3.975	10.39	3.427	8.46	2.847	7.37	2.508
5"	141.3	20.19	7.730	15.70	6.250	15.19	6.075	12.85	5.241	10.46	4.347	9.12	3.833
6"	168.3	24.03	10.962	18.69	8.861	18.08	8.608	15.29	7.447	12.47	6.176	10.85	5.432
8"	219.1	31.29	19.027	24.33	15.016	23.55	14.595	19.91	12.624	16.23	10.465	14.12	9.204
10"	273.1	39.01	28.856	30.33	23.325	29.36	22.681	24.82	19.614	20.22	16.248	17.63	14.315
12"	323.8	46.25	40.585	35.99	32.829	34.82	31.903	29.44	27.593	23.98	22.844	20.90	20.131
14"	355.6	50.80	49.035	39.52	39.656	38.23	38.531	32.33	33.272	26.34	27.598	22.94	24.298
16"	406.4	58.06	64.043	45.16	51.782	43.69	50.311	36.96	43.470	30.10	36.048	26.21	31.738
18"	457.2	65.30	81.047	50.80	65.538	49.15	63.677	41.55	54.981	33.86	45.620	29.49	40.165
20"	508.0	-	-	56.44	80.907	54.64	78.652	46.18	67.895	37.62	56.324	32.77	49.602
22"	558.8	-	-	62.08	97.880	60.10	95.165	50.80	82.156	41.40	68.182	36.04	59.997
24"	609.6	-	-	67.74	116.518	65.56	113.962	55.42	97.776	45.16	81.120	39.32	71.413
26"	660.4	-	-	-	-	-	-	60.05	114.771	48.92	95.232	42.60	83.786
28"	711.2	-	-	-	-	-	-	64.64	133.053	52.68	110.441	45.87	97.158
30"	762.0	-	-	-	-	-	-	69.27	152.765	56.44	126.775	49.15	111.541
32"	812.8	-	-	-	-	-	-	-	-	60.20	144.236	52.45	126.962
34"	863.6	-	-	-	-	-	-	-	-	63.98	162.870	55.73	143.332
36"	914.4	-	-	-	-	-	-	-	-	67.74	182.586	59.00	160.670
42"	1066.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.83	218.680

ASTM D-3035

ASTM D-3035 / ASTM F714

ASTM F714

- Para tubos de las normas ASTM D-3035 y ASTM F714 se debe consultar la disponibilidad de producción





Polietileno de Alta Densidad

Tubos PEAD bajo la norma ASTM D3035 / ASTM F714, PE4710

PE 4710		SDR 17		SDR 21		SDR 26		SDR 32.5		SDR 41	
Diámetro Nominal (Pulg)	Diámetro Nominal (mm)	PN 8.6		PN 6.9		PN 5.5		PN 4.3		PN 3.4	
		Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Espesor (mm)	Peso Teórico (Kg/m)
1/2"	21.34	1.57	0.108	1.57	0.108	1.57	0.108	1.57	0.108	-	-
3/4"	26.7	1.57	0.135	1.57	0.135	1.57	0.135	1.57	0.135	-	-
1"	33.4	1.96	0.207	1.60	0.171	1.57	0.168	1.57	0.168	-	-
1 1/4"	42.2	2.49	0.324	2.01	0.265	1.63	0.217	1.57	0.209	-	-
1 1/2"	48.3	2.84	0.419	2.29	0.342	1.85	0.279	1.57	0.238	-	-
2"	60.3	3.56	0.646	2.87	0.527	2.31	0.429	1.85	0.346	-	-
3"	88.9	5.23	1.393	4.24	1.143	3.43	0.933	2.74	0.752	2.16	0.596
4"	114.3	6.73	2.305	5.44	1.885	4.39	1.536	3.51	1.238	2.79	0.990
5"	141.3	8.31	3.518	6.73	2.883	5.44	2.353	4.34	1.892	3.45	1.514
6"	168.3	9.91	4.996	8.00	4.082	6.48	3.338	5.18	2.690	4.11	2.148
8"	219.1	12.88	8.455	10.44	6.934	8.43	5.653	6.73	4.550	5.33	3.627
10"	273.1	16.05	13.132	13.00	10.763	10.49	8.768	8.41	7.085	6.65	5.640
12"	323.8	19.05	18.485	15.42	15.141	12.45	12.342	9.96	9.953	7.87	7.917
14"	355.6	20.93	22.300	16.94	18.264	13.67	14.881	10.95	12.015	8.66	9.565
16"	406.4	23.90	29.103	19.35	23.843	15.62	19.432	12.50	15.675	9.91	12.509
18"	457.2	26.90	36.850	21.77	30.178	17.58	24.604	14.07	19.849	11.15	15.833
20"	508.0	29.87	45.467	24.18	37.244	19.53	30.371	15.62	24.485	12.40	19.564
22"	558.8	32.87	55.035	26.62	45.100	21.49	36.760	16.94	29.222	13.64	23.673
24"	609.6	35.86	65.500	29.03	53.656	23.44	43.741	18.75	35.269	14.86	28.136
26"	660.4	38.84	76.856	31.45	62.972	25.40	51.348	20.32	41.407	16.10	33.024
28"	711.2	41.83	89.139	33.86	73.014	27.36	59.555	21.89	48.047	17.35	38.325
30"	762.0	44.83	102.354	36.30	83.864	29.31	68.371	23.44	55.123	18.59	43.997
32"	812.8	47.80	116.413	38.71	95.396	31.27	77.795	25.02	62.746	19.81	50.011
34"	863.6	50.80	131.450	41.12	107.669	33.22	87.827	26.57	70.798	21.06	56.489
36"	914.4	53.80	147.400	43.54	120.712	35.18	98.468	28.14	79.405	22.30	63.333
42"	1066.8	62.76	200.608	50.80	164.313	41.02	133.960	32.82	108.025	26.01	86.182

ASTM D-3035

ASTM D-3035 / ASTM F714

ASTM F714

- Para tubos de las normas ASTM D-3035 y ASTM F714 se debe consultar la disponibilidad de producción



Consideraciones de diseño para tuberías de PEAD

Ecuaciones para el diseño hidráulico de tuberías

Un flujo a través de tuberías se puede catalogar bajo presión o como un sistema de escurrimiento en superficie libre (sin presión). En ambos casos, las tuberías de polietileno de alta densidad presentan considerables ventajas respecto sobre los materiales tradicionales debido a que poseen una superficie lisa que les proporciona un excelente desempeño hidráulico. Todo esto, sumado a su alta resistencia a la corrosión y al bajo efecto de incrustación que poseen, se traduce en algunos casos en menores diámetros de diseño.

Flujos bajo presión

En el caso de las tuberías que deban trabajar bajo presión, su diseño estará determinado básicamente por las pérdidas de carga que se producen a lo largo de ésta.

La pérdida friccional puede estimarse usando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- J:** Pérdida friccional por unidad de longitud (m/m)
- f:** coeficiente o factor de fricción
- D:** diámetro interno de la tubería (m)
- v:** velocidad media (m/s)
- g:** aceleración de gravedad (m2/s)

El régimen de escurrimiento en una tubería está determinado por el número de Reynolds, definido como:

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

- Re:** número de Reynolds
- D:** diámetro interno de la tubería(m)
- v:** velocidad media (m/s)
- ν :** viscosidad cinemática del fluido (m2/s)
(para agua $\nu = 1,01 \times 10^{-6}$ m2/s)

El régimen de escurrimiento es laminar si $Re \leq 2.000$ y turbulento si $Re \geq 2.000$. En el caso de régimen laminar:

$$f = \frac{64}{Re}$$

En el caso de régimen turbulento, el factor de fricción queda determinado tanto por el número de Reynolds como por la rugosidad relativa y puede estimarse a través de la fórmula de Colebrook y White, que se muestra a continuación:

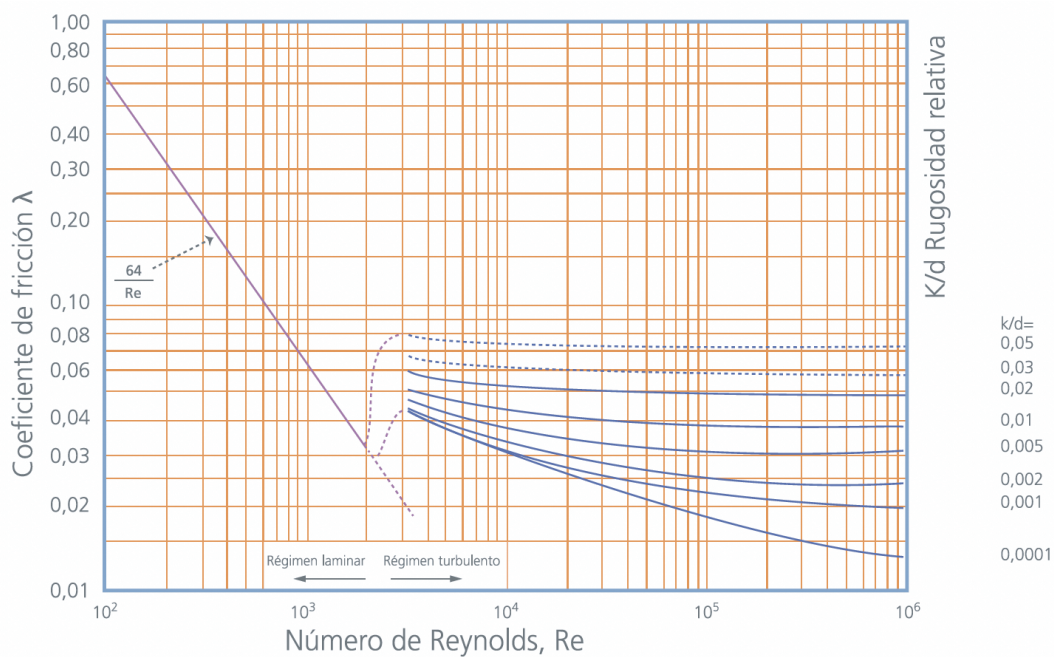
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3,7 D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

k_s : rugosidad absoluta (m)

La relación funcional entre el factor de fricción, f , y los parámetros Re y k_s/D en tuberías se representa gráficamente en el ábaco de Moody, el cual se muestra a continuación.

Ábaco de Moody



Rugosidad absoluta (ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías

Material	K _S (mm)
Vidrio	0,0003
PVC, CPVC, HDPE	0,0015
Acero	0,046
Hierro Forjado	0,06
Hierro Dúctil	0,25
Concreto	0,3 - 3,0

Debido a que la fórmula de Colebrook y White requiere para el cálculo del factor de fricción, *f*, de un proceso iterativo, como una manera de simplificar los cálculos es posible utilizar la fórmula de Hazen-Williams, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$J = 10,665 \left(\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,869}} \right)$$

Donde:

J: pérdida por fricción por unidad de longitud(m/m)

Q: caudal (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad (para PEAD C=150)

El uso de la ecuación de Hazen-Williams tiene que estar limitado a ciertas características del fluido y del flujo. Estos límites son los siguientes:

- > El fluido debe ser agua a temperatura normal.
- > El diámetro de la tubería debe ser superior o igual a 50 mm.
- > La velocidad en las tuberías no debe exceder los 3 m/s.

Para ambas fórmulas, el cálculo de la pérdida de carga estará dado por la siguiente ecuación:

$$H = J \cdot L$$

Donde:

H: pérdida de carga total (m)

J: pérdida friccional por unidad de longitud (m/m)

L: longitud del tramo de tubería (m)

De manera de hacer el diseño más conservador, se recomienda calcular las pérdidas por ambos métodos y elegir el resultado mayor.

Evaluación de Pérdidas de Cargas Singulares

La ecuación para el cálculo de pérdidas de carga singulares causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma:

$$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_m: pérdida de carga debida a la singularidad (m)

k_m: coeficiente de pérdida de carga del accesorio

v: velocidad media del flujo en la tubería (m/s)

g: aceleración de gravedad (m²/s)

De acuerdo a esto, la pérdida de carga total del sistema estará dada por la siguiente expresión:

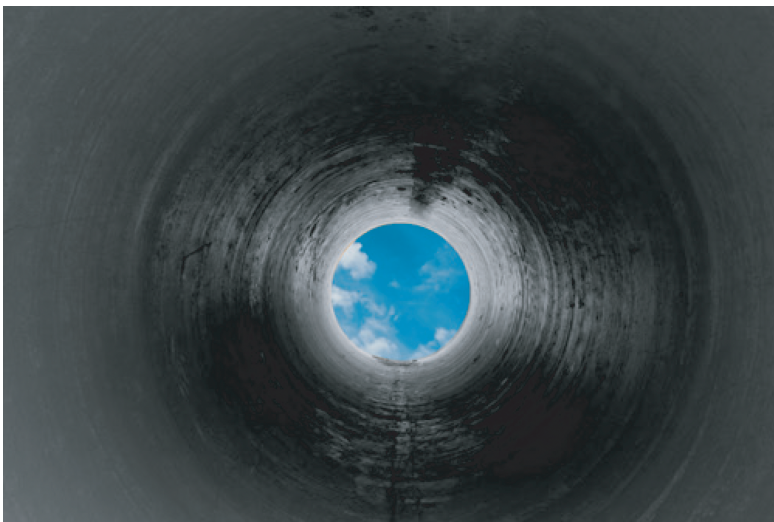
$$H_T = H + \sum h_m$$

Donde:

H_T: pérdida de carga total del sistema (m)

H: pérdida de carga del tramo de tubería (m)

∑ h_m: sumatoria de las pérdidas singulares en cada accesorio (m)



La siguiente tabla muestra un resumen de coeficientes de pérdidas de carga para accesorios de uso frecuente en sistemas de tuberías.

Coeficientes para pérdidas en accesorios

Accesorio	K_m
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula en ángulo, completamente abierta	5
Válvula de registro, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Válvula de compuerta, con 3/4 de apertura	1,0 - 1,15
Válvula de compuerta, con 1/2 apertura	5,6
Válvula de compuerta, con 1/4 de apertura	24
Codo de radio corto ($r/d = \pm 1$)	0,9
Codo de radio mediano	0,75 - 0,8
Codo de gran radio ($r/d = \pm 1,5$)	0,6
Codo de 45°	0,4 - 0,42
Retorno (curva en U)	2,2
Tee en sentido recto	0,3
Tee a través de la salida vertical	1,8
Unión	0,3
Vee de 45° en sentido recto	0,3
Vee de 45° en salida lateral	0,8
Entrada recta a tope	0,5
Entrada con boca acampanada	0,1
Entrada con tubo reentrando	0,9
Salida	1

Golpe de Ariete

Normalmente los sistemas hidráulicos en presión presentan características de régimen permanente, es decir, que la velocidad, presión y sección de escurrimiento, aunque pudiendo variar de un punto a otro, no varían en el tiempo. Sin embargo, existen situaciones debidas a violentas perturbaciones introducidas en el sistema, en las cuales la velocidad y presión pueden variar de manera significativa. Este fenómeno se denomina golpe de ariete.

La necesidad de evaluar este fenómeno va ligada de manera inherente, al hecho de que los cambios de régimen, más o menos bruscos que se producen, generan niveles de presiones muy superiores a los correspondientes a los regímenes permanentes y, en consecuencia, las conducciones deben estar preparadas para poderlos soportar.

Dentro de las causas más comunes que dan origen a la aparición de este fenómeno, podemos destacar:

- > Apertura o cierre brusco de válvulas.
- > Partida o detención de sistemas de bombeo.

Para evaluar la máxima variación de presión que se puede presentar en un sistema, se puede utilizar la expresión de Pulso de Joukowski, dada por la siguiente expresión:

$$\Delta h = -a \cdot \frac{\Delta v}{g}$$

Donde:

Δh : variación de presión (m)

a: velocidad de la onda de presión (m/s)

Δv : vfinal – vinicial (m/s)

g: aceleración de gravedad (m/s²)

Para calcular la velocidad de la onda de presión, a, se utiliza la siguiente expresión:

$$a = \sqrt{\frac{1421}{1 + \left(\frac{k \cdot d}{E \cdot e}\right)}}$$

Donde:

a: velocidad de la onda de presión (m/s)

k: módulo de compresión del fluido (para agua = 2,06x10⁴ kg/cm²)

d: diámetro interno de la tubería (cm)

E: módulo de elasticidad del PEAD (kg/cm²)

e: espesor de la tubería (cm)

Flujos sin Presión (Acueductos)

Para el diseño de tuberías con flujos sin presión (acueductos), se utiliza la fórmula de Manning, la cual está dada por la siguiente ecuación:

$$Q = A \cdot R_h^{2/3} \frac{\sqrt{i}}{\eta}$$

Donde:

Q: caudal (m³/s)

A: área de escurrimiento (m²)

R_h: radio hidráulico (m); R_h=A/P

P: perímetro mojado (m)

i: pendiente (m/m)

η: coeficiente de Manning (para PEAD = 0,009)

Cuando se tiene escurrimiento a sección llena, R = D/4 (D = diámetro interno). En caso de tener escurrimiento a sección parcial, se deben utilizar las siguientes relaciones:

$$A = \frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen}\theta) \cdot D^2$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot D$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta} \right) \cdot D$$

Pruebas hidráulicas de campo

Para la realización de las pruebas hidráulicas en campo “para instalaciones realizadas con tubería de Polietileno de Alta Densidad”, se deben tener en cuenta las siguientes definiciones

- Pt: Es la presión de trabajo del sistema, y corresponde a la presión hidrostática a la cual la tubería estará sometida durante su vida útil. También se conoce como presión de diseño o presión de servicio.
- Pn: Es la presión nominal para la cual fueron fabricadas las tuberías o los accesorios de un sistema.
- Pp: Es la presión de prueba con la cual se va a probar un tramo.

El objetivo de realizar un ensayo de presión en campo es el de verificar la instalación de la tubería y que no existan filtraciones en las uniones, de ninguna manera es verificar la resistencia de la tubería la cual ya está verificada a través de ensayos en laboratorio de fábrica.

El control de calidad que supone la realización de la prueba de presión debe realizarse una vez que se cumplan las siguientes condiciones:

- La tubería haya sido instalada y no haya sido puesta en servicio.
- Todos los anclajes deben haber sido instalados tanto en cambios de dirección, derivaciones como en finales de línea. En el caso de anclajes de hormigón los mismos deben haber sido instalados por lo menos siete días antes de la realización de la prueba.
- Deben estar instaladas las válvulas de purga de aire (en los puntos altos y finales de línea), válvulas de sobrepresión y los accesorios requeridos en el sistema.
- La prueba debe iniciarse una vez que todo el aire atrapado haya sido liberado. Para esto el sistema debe ser llenado con agua desde el punto más bajo.
- El agua debe estar a una temperatura ni inferior a 5°C ni mayor a 20°C, para temperaturas mayores hacer la consulta a área técnica.
- Las pruebas se deben realizar en tramos no mayores a 500m a no ser que exista algún impedimento o necesidad justificada ante la supervisión de realizar en tramos mayores (los tramos a evaluarse deberán ser acordados entre contratista y supervisión).
- Se debe contar con la bomba capaz de elevar la presión en la tubería, cercana al valor de la presión de prueba manómetros, cronómetro y los elementos de conexión entre la bomba y la tubería. Los manómetros deben ser calibrados.
- Se instalará 1 manómetro para lecturas de la prueba en la elevación más baja, si se instalase en otro punto se deben realizar las correcciones matemáticas de la diferencia de cabeza hidrostática.

Una vez que se cumplan las condiciones para la realización de la prueba hidrostática se procede al llenado de la tubería. Se debe verificar la ausencia de aire dentro de la tubería lo cual se evidencia por la salida de agua por las purgas y el cierre automático de las ventosas.

Presión de Prueba (Pp). La Presión de prueba (Pp) máxima no debe exceder de 1,5 veces la presión de trabajo (Pt) del sistema. Accesorios y dispositivos con una presión nominal menor a la prueba de presión, no deberán estar presentes o deberán aislarse de la sección de prueba. Tiempo de la prueba. Cuando la presión máxima de prueba se encuentre entre la presión de trabajo (Pt) y 1,5 veces la presión de trabajo o en 1,5 veces la presión de trabajo (Pt), no puede cambiarse a 1.5 veces la presión real de trabajo o 1.25 veces la PN (la que sea mayor)

Tiempo de la prueba. Cuando la presión máxima de prueba se encuentre entre la presión de trabajo (Pt) y 1,5 veces la presión de trabajo o en 1,5 veces la presión de trabajo (Pt), el tiempo total de la prueba incluyendo el tiempo requerido para llenar el sistema, presurizar, estabilizar, mantener la presión de prueba (Pp) y despresurizar no debe exceder las 8 horas. En general se recomienda que una vez estabilizado el sistema al valor de la presión de prueba (Pp), el tiempo con la tubería presurizada a ese valor debe ser de 60 minutos.

La despresurización del sistema debe realizarse en forma paulatina a una velocidad controlada. La despresurización repentina puede causar golpe de ariete.

Si fuese necesario repetir la prueba, es necesario esperar mínimo 8 horas desde que el sistema ha sido despresurizado, para volver a realizarla.

Por ningún motivo se debe intentar reparar cualquier falla encontrada, con el sistema presurizado.

(basado en ASTM F2164)

Proyecto Estructural

Las tuberías de PEAD presentan el comportamiento estructural de tubos flexibles.

Los tubos flexibles enterrados deben su capacidad de soportar cargas a un mecanismo de interacción entre el tubo y el suelo de relleno que lo rodea. Sobre la acción de cargas verticales aplicadas por el suelo sobre él.

Las solicitudes que normalmente actúan sobre el sistema suelo-tubería, son aquellas debidas a cargas permanentes (peso de la tierra sobre el tubo, presión hidrostática por eventual presencia de nivel freático) y aquellas debidas a las cargas accidentales (acción del tráfico de máquinas durante la obra, tráfico normal de vehículos y de otras eventuales sobrecargas).

El análisis del sistema suelo-tubería frente a esas solicitudes, normalmente es efectuada teniéndose en cuenta 3 estados límites que deben ser evitados:

- Deformación diametral excesiva
- Inestabilidad elástica (revestimiento de la pared)
- Compresión límite de la pared

Cargas Permanentes

La principal carga que actúa permanentemente sobre un tubo enterrado es aquella relativa al peso del suelo situado sobre la tubería. El método recomendado para el cálculo de las cargas permanentes sobre tubos flexibles es el de carga prismática, la carga correspondiente al peso del prisma vertical de tierra situado directamente sobre la tubería.

$$p = \gamma \cdot H$$

Donde:

p: carga vertical debida a la presión del suelo en profundidad H (N/m²)

c: peso específico aparente del suelo (N/m³)

H: altura del recubrimiento sobre la clave del tubo (m)

Adoptar la carga prismática equivale a despreciar la fricción entre el suelo de recubrimiento y las paredes laterales de la excavación, pues en esas condiciones, la tubería queda sujeta a todo el peso del suelo de relleno que la rodea, trabajando así a favor de la seguridad.

Considérese la carga prismática así obtenida como una tensión uniformemente distribuida en el ancho de la zanja, en la altura del plano horizontal tangente a la clave del tubo.

Cargas Móviles

Las principales cargas móviles actuantes sobre la tubería son aquellas dependientes del tráfico de equipamientos pesados durante la etapa de construcción de la vía y posteriormente las cargas relativas a los vehículos comerciales pesados pasando sobre ella.

Para determinar la máxima tensión vertical actuante en el plano tangente a la clave del tubo debido a una carga situada en la superficie, se acostumbra utilizar la expresión de Boussinesq, definida para un terreno semiinfinito, continuo, homogéneo y elástico.

$$q = \frac{3 \cdot Q \cdot H^3}{2 \cdot \pi \cdot r^5}$$

Donde:

q: carga vertical actuante sobre el tubo debida a las

cargas móviles (kg/m²)

Q: carga puntual actuante sobre la superficie (kg)

H: altura de recubrimiento de la tubería (m)

r: distancia entre la clave del tubo y el punto de aplicación de la carga (m)

La expresión arriba expuesta fue deducida y validada para la condición ideal de una carga puntual actuando en la superficie. Como en la realidad la carga se distribuye por una cierta área en la superficie del terreno, sería necesario efectuar la integración de la expresión expuesta

para obtener la presión ejercida sobre el tubo. Este trabajo fue efectuado por Newmark, generando tablas que facilitan el cálculo preciso. Sin embargo la diferencia obtenida normalmente no justifica el incremento del trabajo desarrollado.

En el caso más desfavorable en que la carga puntual se sitúa exactamente en la vertical que pasa por el eje de la tubería, la tensión vertical actuante en el plano horizontal tangente a la clave de la tubería será:

$$q = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot H^5}$$

La carga puntual a ser considerada en el proyecto deberá ser aquella correspondiente a las ruedas del semi-eje trasero del vehículo de mayor peso que circule por la vía.

La máxima carga móvil será aquella relativa al tráfico de un vehículo comercial pesado de doble rodamiento, para el cual se puede adoptar una carga de rueda de 50KN en el semi-eje trasero.

Teniendo en cuenta que hay vehículos circulando con cargas sobre lo legal, es conveniente utilizar para efectos del proyecto, un coeficiente de aumento de la carga de 1,2.

1,2. Además de eso, para considerar el efecto dinámico del tráfico, se recomienda utilizar un coeficiente de impacto de 1,5.

Se puede verificar así que la carga permanente crece linealmente con la altura de recubrimiento de tierra sobre la tubería (H), a medida que la carga accidental disminuye cuadráticamente con esta altura. La carga total actuante sobre la clave del tubo asumirá valores mínimos para profundidades del orden de 1,50 m.

Verificación de la deformación diametral

La deformación diametral en tuberías flexibles enterradas ha sido tradicionalmente calculada por la fórmula de Spangler, modificada por Watkins, que pasó a ser denominada como la fórmula de Iowa- modificada:

$$\frac{\Delta\gamma}{D} = \frac{K \cdot (p+q)}{8 \cdot R + 0,061 \cdot E}$$

Donde:

$\Delta\gamma$: deformación diametral (m)

D: diámetro de la tubería (m)

K: constante de asentamiento (adimensional)

p: carga permanente (N/m²)

q: carga móvil (N/m²)

R_A: rigidez anular de la tubería (N/m²)

E': módulo de reacción del suelo de relleno (N/m²)

K varía entre 0,083 y 0,110. Normalmente se adopta el valor K = 0,1

$$R_A = \frac{E \cdot I}{D^3}$$

E: módulo de elasticidad del material (N/m²)

I: módulo de inercia de la pared del tubo (m³)

D: diámetro medio de la tubería (m)

Módulo de Reacción del Suelo E'

El módulo de reacción del suelo E', es el parámetro más importante en el cálculo de la deformación diametral y debe ser adoptado en función del tipo de suelo escogido y de su grado de compactación.

La tabla que se muestra a continuación, está basada en resultados obtenidos de un convenio entre Tigre y la Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, y provee de valor al módulo de reacción del suelo, de acuerdo con la condición de compactación del material para los tipos de suelos recomendados.

Tipo de suelo	Clasificación USCS	E' (Mpa)		
		Compactación Buena GC 90%	Compactación moderada 80% GC 90%	Sin Compactación
Material granular sin finos (menos de 12%)	GW GP SW SP	14	7	1,4
Material granular con finos (entre 12% y 25%)	GM GC SM SC	7	2,8	0,7

GC= Grado de compactación (Proctor normal)

1 MPa = 10 N/m²

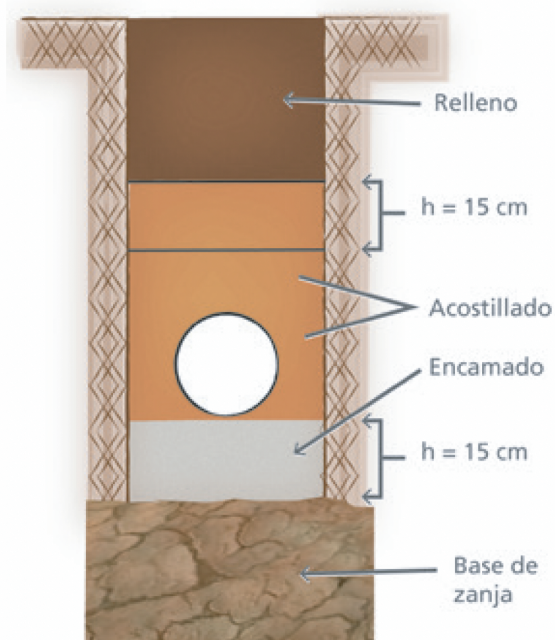
La deformación diametral relativa $\Delta\gamma/D$, obtenida por la fórmula de Iowa-modificada, debe ser inferior a la deformación máxima admitida, generalmente de 7,5%. Recordemos que este valor límite tiene origen a la deformación diametral a partir del cual puede ocurrir reversión de curvatura de la tubería (30%) dividida por un coeficiente de seguridad igual a 4.

Consideraciones para la instalación de la tubería PEAD

Instalación de tubería enterrada

Dadas las características de la tubería Tigre PEAD, es muy importante tener en cuenta la base (encamado) y el material de relleno sean los adecuados, además de los procesos de compactación.

- 1 La base de la instalación debe ser lo suficientemente estable y el fondo de la zanja donde se apoyará la tubería deberá ser plano y libre de elementos cortantes. Para esto se debe preparar un encamado de arena fina o material seleccionado, de tal manera que la tubería no entre en contacto con elementos cortantes o puntiagudos que puedan dañarlo.
- 2 Cuando la base de la zanja presenta arcilla saturada, fango o lodo, sin condiciones mecánicas mínimas para el asentamiento del tubo, se debe disponer una base de cascajo (gravilla) bien asentada. Encima de la base de cascajo se debe colocar una cama de 15 cm de arena fina o material seleccionado igual al punto 1.
- 3 Una vez realizado el encamado, se extiende la tubería y se coloca el material de relleno lateral o acostillado. Este material puede ser el que se extrajo de la zanja, pero al igual que en el punto 1, el mismo debe ser seleccionado (cernido) evitando los elementos grandes o cortantes que puedan dañar el tubo. Este relleno debe estar compactado cada 10 cm en los laterales de la tubería hasta cubrir la corona y por lo menos 15 cm más. La compactación debe realizarse de forma manual.
- 4 El resto de la zanja puede ser relleno con material de la excavación y compactado cada 20 a 25 cm, utilizando saltarín. Se recomienda realizar la compactación de la zanja con tubo lleno y a presión, dejando las uniones libres para las pruebas hidráulicas.



Recomendaciones para el almacenamiento

Instalación de tubería enterrada

Para mantener el producto en buenas condiciones y libre de daños se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- Almacenar los productos en sus embalajes, en lo posible en áreas cubiertas para protegerlos de la intemperie, de preferencia en superficies planas exentas de piedras y elementos puntiagudos que puedan dañar la superficie de la tubería.
- Proteger los tubos durante el transporte del contacto con otros materiales.
- Almacenar los productos de acuerdo a las alturas máximas y espaciamiento máximo de soporte permitidos.

Evite:

- Apoyar los productos directamente sobre el suelo en el momento del almacenamiento.
- Arrastrar los productos sobre el suelo.
- Lanzar los materiales al piso durante la descarga.
- Desamarrar las bobinas de una sola vez.
- Amarrar los rollos con alambres para el transporte o manipuleo.



RECOMENDACIONES GENERALES

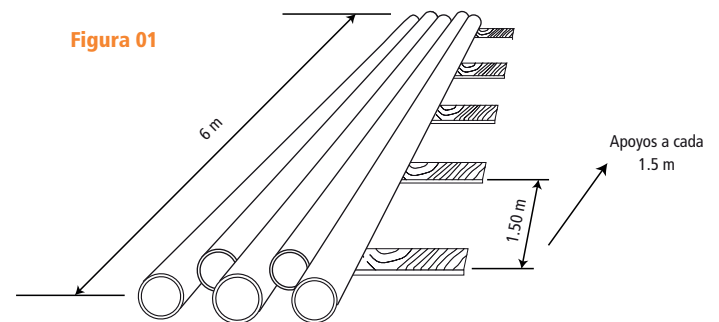
1 ALMACENAMIENTO

Para un correcto almacenamiento se deben tomar las siguientes consideraciones:

- El lugar escogido debe estar nivelado, plano y libre de piedras.
- Los tubos deben ser apilados en posición horizontal y librando de todo contacto para evitar deformaciones.
- En el almacenaje temporal los tubos deben ser apilados cerca al lugar de su utilización. El terreno destinado al almacenamiento debe ser de fácil acceso y libre de acciones de agentes que puedan causar cualquier daño a los tubos.
- Los tubos deben apilarse de manera ordenada clasificándolas de acuerdo a su longitud, medida, presión, tipo de junta o color según lo considere el supervisor de obra, esto para brindar mayor facilidad de manejo e identificación.
- Se debe colocar apoyos cada 1.5 metros a lo largo de la primera cama de los tubos, como se observa en la Figura 01.



Figura 02



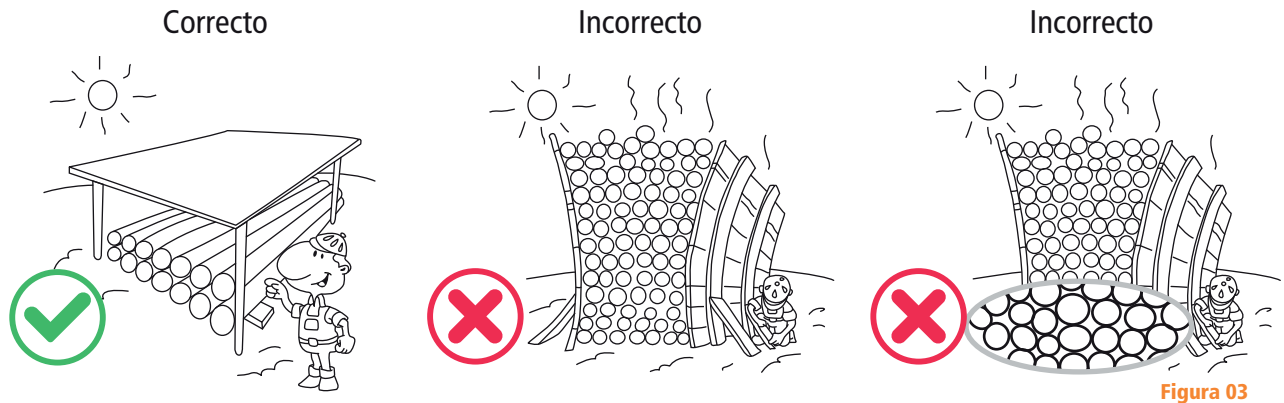
- Para evitar desbordes se deberán colocar soportes laterales a lo largo del tubo (Figura 02). Caso contrario se debe apilar sobre paredes laterales.
- Se debe buscar un local con sombra, libre de la acción directa o de la exposición continua del sol. En los casos que no haya posibilidad, se debe proteger el material estibado con una cobertura formada por una estructura de simple desmontaje, dando una altura de ventilación de como mínimo 0.30 m, recordando que el apilamiento en obra de los tubos no debe sobrepasar una altura de 1,50 metros, no existiendo un tiempo de almacenamiento máximo. Los tubos de HDPE por tener mejor comportamiento ante los rayos UV podrían ser almacenarse de manera expuesta. Sin embargo se debe tener en cuenta que por su facilidad para contraerse y expandirse por los cambios de temperatura los tubos deberán ser protegidos bajo sombra.





Polietileno de Alta Densidad

➤ En la Figura 03 se observa la forma correcta e incorrecta de almacenar las tuberías.





2 TRANSPORTE

- Se debe limpiar la superficie en contacto con los tubos.
- Se recomienda no utilizar vehículos que tengan un espacio menor al 100% de la longitud de los tubos.
- Se debe verificar que lo establecido en la guía de despacho sea lo que físicamente se encuentra en el transporte antes de salir, para evitar posibles pérdidas, extravíos o daños.
- Se observa en la tabla 04 la cantidad de tubos que se tendría que transportar por camión con su peso aproximado, para diámetro en pulgadas y milímetros respectivamente.



Figura 09





Polietileno de Alta Densidad

2.1 CARGA

La carga se realiza en las instalaciones de la fábrica con el cuidado necesario para que los tubos y accesorios conserven sus propiedades.

- En el acomodado de los tubos es recomendable que se tenga especial cuidado con las uniones. La presión sobre las uniones de la carga formada por las camas superiores, puede provocar el ovalamiento de las mismas.
- Estas maderas deben ser colocadas en posición transversal a los tubos y espaciadas a 1.50 m. entre sí.
- Si se requiere el uso de montacargas u otros equipos auxiliares de carga, se debe proteger la superficie que tenga contacto con los tubos.
- La planificación de la carga debe considerar que los tubos de clase mayor deben ir en las primeras camas.
- Si se tiene que cargar tubos de diferentes diámetros se podrá realizar de manera telescópica, como se observa en la (figura 11).

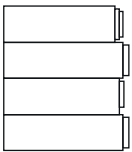


Figura 10

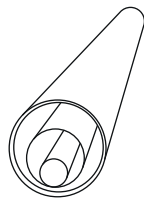
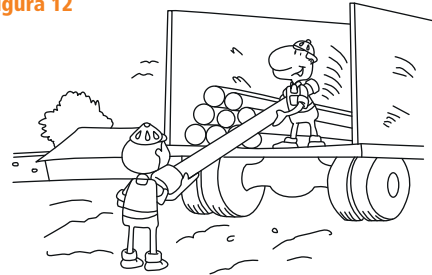


Figura 11

- Se debe tener cuidado al realizar las maniobras de carga evitando que los tubos se caigan o se golpeen.

Figura 12



2.2 DESCARGA

- Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para descargar los tubos.
- Verificar la carga con la guía de despacho, cualquier error deberá reportarse de inmediato al transportista o distribuidor.
- Si existiera artículos dañados se anotará en la guía de despacho, se notificará al transportista y se debe proceder a hacer el reclamo correspondiente.
- Todos los materiales que estén dañados no deberán ser utilizados bajo ninguna circunstancia.
- No descargue los tubos del camión rodándolos ni tirándolos.
- Los tubos nunca deben ser lanzados desde lo alto de la carrocería del camión hasta el suelo (Figura 13), es recomendable que la descarga sea hecha con cuidado y de preferencia en forma manual.



Figura 13





Polietileno de Alta Densidad

Tipos de Uniones Termofusión



Paso 1: Los equipos comúnmente utilizados en las soldaduras por termofusión, están constituidos por 3 elementos: unidad de fuerza (compuesta de una unidad hidráulica y un alineador), cuchilla de corte y placa calentadora.



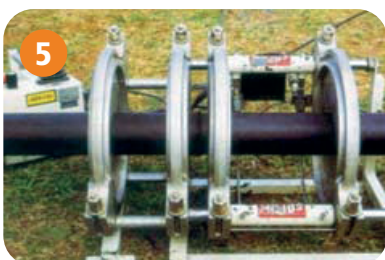
Paso 2: A partir de la tabla entregada por el fabricante, verifique la presión de soldadura requerida y súmela a la presión inicial para desplazamiento (inercia de la máquina más el peso propio del tubo a ser desplazado).



Paso 3: Verificar el perfecto alineamiento de los tubos.



Paso 4: Usar la cuchilla de corte para rectificar las superficies a ser unidas.



Paso 5: Cuando la temperatura de la placa calentadora estuviera en el valor recomendado por el fabricante, posicíonela manteniendo la presión de soldadura hasta la formación de un cordón inicial entre la placa y el tubo (la tabla suministrada por el fabricante de la máquina indicará la dimensión del cordón).





Polietileno de Alta Densidad

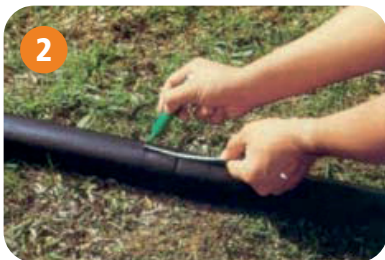


Paso 6: Formado el cordón, retire la presión de soldadura y mantenga la placa en contacto con los tubos por el tiempo recomendado por el fabricante del equipamiento.

Tipos de Uniones Electrofusión



Paso 1: Mida la longitud de la conexión sin retirarla del embalaje.



Paso 2: Marque con un lápiz, en cada uno de los tubos, la mitad del valor medido.



Paso 3: Manual

Raspe toda el área de contacto entre los tubos y las conexiones con un raspador manual o mecánico (considerar las fotos 3, 3.1 y 4 para este mismo paso).



Paso 3.1: Mecánico

Raspe toda el área de contacto entre los tubos y las conexiones con un raspador manual o mecánico (considerar las fotos 3, 3.1 y 4 para este mismo paso).



Polietileno de Alta Densidad



Paso 4:

Limpie con solución a base de acetona la región raspada de los tubos. A partir de este instante, evite tocar la región a ser soldada.



Paso 5: Retire la conexión del embalaje, tomando la precaución de no tocar la región interna de la pieza donde se ubica la resistencia eléctrica. Encaje la unión, observando la marcación efectuada, que indicará la profundidad de la bolsa hasta donde debe llegar la inserción de la conexión.

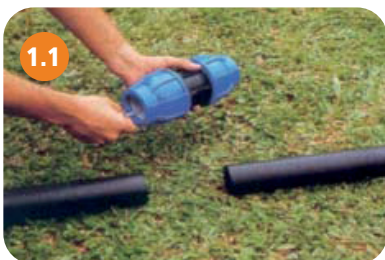


Paso 6: Instale el alineador, conecte los cables de la máquina a los bornes de la conexión y pase el lector óptico sobre el código de barra. Ejecute la soldadura y aguarde el tiempo de enfriamiento recomendado por el fabricante. No retire el alineador durante el tiempo de enfriamiento y evite mover el conjunto durante este proceso.

Tipos de Uniones Juntas de Compresión



Paso 1: Con la rosca de las extremidades apretadas, mida la profundidad de la campana de conexión.



Paso 1.1: Con la rosca de las extremidades apretadas, mida la profundidad de la campana de conexión.





Polietileno de Alta Densidad



Paso 2: Marque con un lápiz en los tubos el valor medido.



Paso 3: Desajuste la rosca de la extremidad, no hay necesidad de soltarla completamente.



Paso 4: Encaje el tubo en la bolsa de conexión.



Paso 5: Ajuste manualmente las roscas de las extremidades.

Tigre en el mundo



Perú

Calle 2 Mza. A Lote. 01
Lotización Industrial El Lúcumo - Lurín
Correo: contacto.pe@tigre.com
Telefono: (01) 610 6833
www.tigre.pe

 Brasil

 Bolivia

 Estados Unidos

 Paraguay

 Argentina

 Uruguay

Tigre S.A. se reserva el derecho a modificar sin previo aviso las características técnicas, pesos y dimensiones presentado en este catálogo, respetando los valores previstos en las normas citadas. TIGRE S.A no se responsabiliza por daños personales o materiales que ocurriesen por el uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en este catálogo. Para mayor información comuníquese con el Departamento de Asistencia Técnica. Edición, 2026.



ANEXO 1

SEDAPAL categoría A

Código	Descripción	Código	Descripción
10190447	TBPE100/16 20x2IDAE1M A	10190204	TB HDPE ISO 8772 160MM SDR33 SN2 NAR
10062733	TBPE100/16 25X2,3IDACE1M A	10190209	TB HDPE ISO 8772 200MM SDR33 SN2 NAR
10061862	TBPE100/16 32X3IDC1M A	10190212	TB HDPE ISO 8772 250MM SDR33 SN2 NAR
10062116	TBPE100/16 40X3,7IDACE1M A	10190217	TB HDPE ISO 8772 315MM SDR33 SN2 NAR
10062828	TBPE100/16 50X4,6IDACE1M A	10190221	TB HDPE ISO 8772 355MM SDR33 SN2 NAR
10064107	TBPE100/16 63X5,8NIDSACE1M A	10190229	TB HDPE ISO 8772 400MM SDR33 SN2 NAR
10066068	TBPE100/16 75X6,8IDACE1M A	10190181	TB HDPE ISO 8772 450MM SDR33 SN2 NAR
10061356	TBPE100/16 90X8,2NIDSACE1M A	10190235	TB HDPE ISO 8772 500MM SDR33 SN2 NAR
10064750	TBPE100/16 110X10NIDSACE1M A	10190239	TB HDPE ISO 8772 630MM SDR33 SN2 NAR
10063334	TBPE100/16 125X11,4NIDSACE1M A	100002521	TBPE100 ISO88772 8000MM SDR26 1M NAR
10062422	TBPE100/16 140X12,7IDACE1M A	10190171	TB HDPE ISO 8772 1000MM SDR33 SN2 NAR
10065694	TBPE100/16 160X14,6NIDSACE1M A	100002523	TBPE100 ISO88772 1200MM SDR33 1M NAR
10061674	TBPE100/16 180X16,4NIDSACE1M A	-	TB HDPE PE100 ISO8772 110MM SDR26 NAR
10065878	TBPE100/16 200X18,2NIDSACE1M A	100002511	TBPE100 ISO88772 125MM SDR26 1M NAR
10064062	TBPE100/16 225X20,5NIDSACE1M A	100002295	TBPE100 ISO88772 160MM SDR26 1M NAR
10065243	TBPE100/16 250X22,7IDACE1M A	10188319	TB HDPE PE100 ISO 8772 200MM SDR26 NAR
10063411	TBPE100/16 280X25,4IDACE1M A	10188324	TB HDPE PE100 ISO 8772 250MM SDR26 NAR
10062772	TBPE100/16 315X28,6IDACE1M A	10188339	TB HDPE PE100 ISO 8772 315MM SDR 26 NAR
10063658	TBPE100/16 355X32,2IDACE1M A	10188348	TB HDPE PE100 ISO 8772 355MM SDR 26 NAR
10063929	TBPE100/16 400X36,3IDACE1M A	10190187	TB HDPE ISO 8772 400MM SDR26 SN4 NAR
10060862	TBPE100/16 450X40,9IDACE1M A	10190190	TB HDPE ISO 8772 450MM SDR26 SN4 NAR
10064696	TBPE100/16 500X45,4IDACE1M A	10190192	TB HDPE ISO 8772 500MM SDR26 SN4 NAR
10060809	TBPE100/16 560X50,8IDACE1M A	10190197	TB HDPE ISO 8772 630MM SDR26 SN4 NAR
10061341	TBPE100/16 630X57,2IDACE1M A	10188299	TB HDPE PE100 ISO8772 800MM SDR26 NAR
10064137	TBPE100/16 710X64,5IDAE1M A	10188298	TB HDPE PE100 ISO8772 1000MM SDR26 NAR
10190457	TBPE100/10 32x2IDAE1M A	100002528	TBPE100 ISO88772 1200MM SDR26 1M NAR
10061889	TBPE100/10 40X2,4IDACE1M A	1000002529	TBPE100 ISO88772 110MM SDR21 1M NAR
10062808	TBPE100/10 50X3IDACE1M A	1000002530	TBPE100 ISO88772 125MM SDR21 1M NAR
10063691	TBPE100/10 63X3,8IDACE1M A	1000002533	TBPE100 ISO88772 160MM SDR21 1M NAR
10066216	TBPE100/10 75X4,5NIDSACE1M A	1000002534	TBPE100 ISO88772 200MM SDR21 1M NAR
10190401	TBPE100/10 90X5,4NIDSACE1M A	1000002535	TBPE100 ISO88772 250MM SDR21 1M NAR
10190410	TBPE100/10 110X6,6NIDSACE1M A	1000002537	TBPE100 ISO88772 315MM SDR21 1M NAR
10062875	TBPE100/10 125X7,4IDACE1M A	1000002538	TBPE100 ISO88772 355MM SDR21 1M NAR
10061629	TBPE100/10 140X8,3NIDSACE1M A	1000002540	TBPE100 ISO88772 400MM SDR21 1M NAR
10190428	TBPE100/10 160X9,5NIDSACE1M A	1000002541	TBPE100 ISO88772 450MM SDR21 1M NAR
10061436	TBPE100/10 180X10,7NIDSACE1M A	1000002543	TBPE100 ISO88772 500MM SDR21 1M NAR
10195608	TBPE100/10 200X11,9NIDSACE1M A	1000002549	TBPE100 ISO88772 630MM SDR21 1M NAR
10195616	TBPE100/10 225X13,4NIDSACE1M A	1000002550	TBPE100 ISO88772 800MM SDR21 1M NAR
10195624	TBPE100/10 250X14,8IDACE1M A	1000002551	TBPE100 ISO88772 1000MM SDR21 1M NAR
10195632	TBPE100/10 280X16,6NIDSACE1M A	1000002552	TBPE100 ISO88772 1200MM SDR21 1M NAR
10195640	TBPE100/10 315X18,7NIDSACE1M A		
10062992	TBPE100/10 355X21,1NIDSACE1M A		
10195659	TBPE100/10 400X23,7IDACE1M A		
10195667	TBPE100/10 450X26,7IDACE1M A		
10195675	TBPE100/10 500X29,7IDACE1M A		
10195683	TBPE100/10 560X33,2IDACE1M A		
10061120	TBPE100/10 630X37,4IDACE1M A		
10063705	TBPE100/10 710X42,1IDACE1M A		





Calle 2 Mza. A Lote. 01
Lotización Industrial El Lúcumo - Lurín
Correo: contacto.pe@tigre.com
Telefono: (01) 610 6833

 tigre.pe /  [@matusitatigre](https://www.instagram.com/matusitatigre)