



HOJA TÉCNICA Nº 6 Cálculo de Tuberías (1ª Parte)

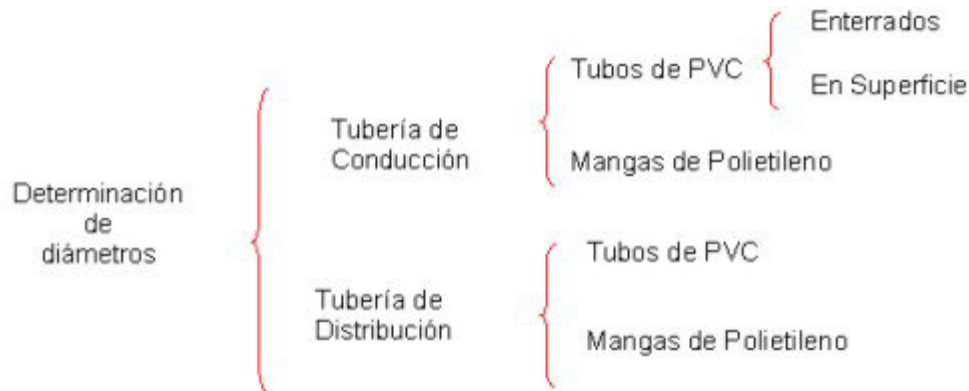
Introducción

Una de las decisiones más importantes cuando se analiza o diseña un sistema de riego, es la definición de los diámetros indicados. La tubería es al sistema, lo que nuestras arterias y venas son a nuestro cuerpo, y su misión es conducir el agua desde un punto a otro con el menor Costo posible.

Cuando hablamos de Costo, debemos definir dos partes muy claramente: La Inversión Inicial y El Costo Operativo. La primera estará dada por el tipo de material a utilizar, duración, diámetro, espesor de pared (clase) y longitud., la segunda estará dada por el costo energético que necesitaré durante toda la vida útil de la instalación, para bombear a través de estos el agua que requiere mi cultivo.

Muchas veces nos encontramos con agricultores, que, por bajar un poco la inversión inicial, se encuentran con un costo excesivo de combustible por el resto de sus días, pagando bastante más, que si hubieran adoptado un diámetro mayor. Y también existe un criterio opuesto donde por no utilizar bomba, el agricultor trabaja exclusivamente por gravedad, y esto resulta en una inversión excesiva en tuberías. Lo importante que el agricultor analice las diferentes alternativas, y es nuestro objetivo con estas hojas técnicas de Tg Argentina, que adquieran las herramientas básicas para tomar dicha decisión.

En los cálculos y determinación de diámetros en un sistema de riego, tenemos dos segmentos bien definidos, la conducción y la tubería de distribución. Cada una con sus características particulares (aunque en esencia son similares), a continuación, muestra un esquema de aplicado para nuestro sistema de Riego por Caudal Discontinuo:



Siguiendo este sencillo esquema, hablaremos de cómo calcular y determinar en las distintas situaciones los diámetros y materiales más convenientes en cada caso. Realizaremos todo el siguiente análisis utilizando tubos de PVC o mangas de Polietileno, visto que son los más utilizados.

Bases de cálculo matemático

Aplicaremos para todos los cálculos la siguiente fórmula de Hazen-Williams, la cual, de acuerdo a nuestra experiencia nos ha demostrado una adaptación muy confiable a la realidad práctica. Sobre la base de esta hemos confeccionado una serie de tablas de doble entrada, donde conociendo el caudal y el diámetro podrá obtener la pérdida de carga expresada en metros de columna de agua



AGUAS Y RIEGOS

FABRICACION Y VENTA MAYORISTA
DE SALTA IP SA



(mca) por cada 100 de tubería lineal. El primero de estos lo encontraremos en la última página de la presente Hoja Técnica.

Tuberías de Conducción de PVC Enterradas

Se denomina así al sistema de ductos que tienen por objetivo trasladar el agua para riego desde la/s fuente/s hasta el o los puntos de toma del equipo de riego. Esta conducción puede ser una sola línea, o bien puede corresponder a un esquema más complejo (red) de un sistema de distribución. Todas las recomendaciones volcadas en la presente hoja, responden a las Normas de Instalación de tuberías Plásticas para Sistemas de Riego de Baja Presión, definidas por la IrrigationWaterConveyance, en sus capítulos 430-EE-1 al 8, de mayo de 1983. Traducción de las mismas se incluirán en nuestras Hojas Técnicas futuras.

Para los sistemas de riego por Caudal Discontinuo siempre hablamos de baja presión.

Entendiendo en esto un límite superior práctico de 1,5 kg/cm² como máximo. Debemos prestarle mucha atención a la velocidad de agua en la cañería, siendo su valor máximo recomendable el de 2 m/seg.

Criterios de diseño

Si bien enunciarnos los valores máximos, estos no son estos los recomendables, sino los límites. Cada situación en particular tendrá su rango de aplicación y estará en manos del proyectista definir los óptimos para cada caso. A modo de ejemplo podemos indicar los siguientes criterios:

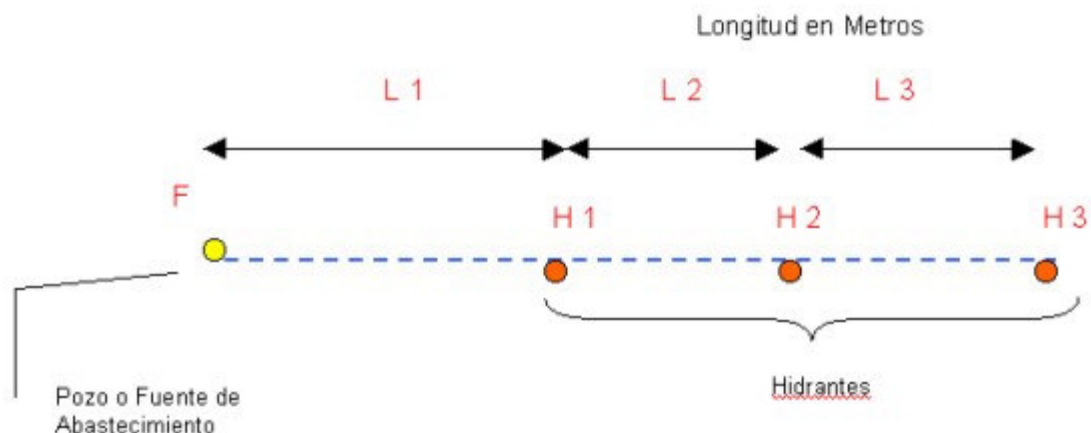
- Los valores de presión interna son óptimos dentro de un rango de 4 a 8 mca.
- La caída de presión entre extremos no debería superar el 50% de la presión de trabajo.
- Para aguas sin sólidos en suspensión el rango de velocidad es de 0,8 a 1,2 m/s.
- Para aguas sucias se recomienda velocidades de 1,2 a 1,5 m/seg.

Planteo del Problema

Tomemos un ejemplo sencillo, pero muy común. Un agricultor necesita trasladar el agua por medio de una tubería enterrada para alimentar su campo en tres puntos (hidrantes). Supongamos que nunca va a usar dos hidrantes simultáneamente, sino que en forma secuencial.

Y supongamos también, que el pozo está en la parte más alta del terreno, y este tiene una pendiente del 1% en el sentido de la tubería.

Esquema:



La cuestión a definir será:

1. ¿Cuál es mi Pérdida de Carga Total?
2. ¿Cómo juega la pendiente en esto?

Tel/Whats App: +54 9 11 54886459 - ARGENTINA
www.tgdeargentina.com.ar



AGUAS Y RIEGOS

FABRICACION Y VENTA MAYORISTA
DE SALTA IP SA



Dando estas dos respuestas, determino cual será la potencia requerida en el bombeo, y lo más importante, podré buscar distintas alternativas en el diámetro y relacionarlo con la potencia requerida.

Pongamos números al esquema planteado, para hacer una práctica:

Caudal (Q) = 180 m³/h

L1 = 450 m

L2 = 300 m

L3 = 300 m

La máxima longitud es la suma de las tres Lt = 1050 m.

Entrando en la tabla de la página 4, con un caudal de 180, hasta la columna de diámetro 200 mm, verificamos que la pérdida cada 100 m será de 1.34 mca. Por lo tanto, la pérdida total:

Pérdida Total (Pt) = (Lt/100) x 1.34 mca = (1050/100) x 1.34 mca = 14.07 mca.

Esto significa que necesitaríamos una presión de 14.07 mca (1.4 kg/cm²) para trasladar todo ese caudal por un tubo de 200 mm. Pero ahora afectaremos este valor con la pendiente (m), que habíamos indicado a favor de la tubería y del 1% en magnitud. Como esta va a favor, nos significará una ayuda, por lo tanto, el valor resultante deberá ser restado a los 14.07 mca.

Pendiente del terreno (m) = 1%

Desnivel Total del Terreno (Mt) = Lt x 1% = 1050 m x 1/100 = 10.5 m

Tel/Whats App: +54 9 11 54886459 - ARGENTINA
www.tgdeargentina.com.ar



AGUAS Y RIEGOS

FABRICACION Y VENTA MAYORISTA
DE SALTA IP SA



Perdidas de Carga en mca cada 100 de tubería de PVC

Diámetros de Tubos de PVC clase 2,5 expresada en mm

Caudal m3/h	160		200		250		315		355		400		Caudal L/seg
	Perd.	m/seg.	Perd.	m/seg.	Perd.	m/seg.	Perd.	m/seg.	Perd.	m/seg.	Perd.	m/seg.	
40	0.25	0.6											11.1
50	0.38	0.7	0.13	0.5									13.9
60	0.53	0.9	0.18	0.6									16.7
70	0.70	1.0	0.24	0.7									19.4
80	0.90	1.2	0.31	0.8	0.10	0.5							22.2
90	1.11	1.3	0.38	0.9	0.12	0.5							25.0
100	1.34	1.5	0.46	1.0	0.14	0.6							27.8
110	1.60	1.6	0.55	1.1	0.17	0.7							30.6
120	1.87	1.7	0.64	1.2	0.20	0.7	0.07	0.5					33.3
130	2.17	1.9	0.74	1.2	0.23	0.8	0.08	0.5					36.1
140	2.48	2.0	0.85	1.3	0.27	0.8	0.09	0.5					38.9
150	2.81	2.2	0.96	1.4	0.30	0.9	0.10	0.6					41.7
160			1.08	1.5	0.34	1.0	0.11	0.6	0.06	0.5			44.4
170			1.21	1.6	0.38	1.0	0.12	0.6	0.07	0.5			47.2
180			1.34	1.7	0.42	1.1	0.14	0.7	0.08	0.5			50.0
190			1.48	1.8	0.46	1.1	0.15	0.7	0.09	0.6			52.8
200			1.63	1.9	0.51	1.2	0.17	0.8	0.09	0.6	0.05	0.5	55.6
210			1.78	2.0	0.55	1.2	0.18	0.8	0.10	0.6	0.06	0.5	58.3
220					0.60	1.3	0.20	0.8	0.11	0.7	0.06	0.5	61.1
230					0.65	1.4	0.21	0.9	0.12	0.7	0.07	0.5	63.9
240					0.71	1.4	0.23	0.9	0.13	0.7	0.07	0.6	66.7
250					0.76	1.5	0.25	0.9	0.14	0.7	0.08	0.6	69.4
260					0.82	1.5	0.27	1.0	0.15	0.8	0.09	0.6	72.2
270					0.88	1.6	0.29	1.0	0.16	0.8	0.09	0.6	75.0
280					0.94	1.7	0.31	1.1	0.17	0.8	0.10	0.7	77.8
290					1.00	1.7	0.33	1.1	0.19	0.9	0.10	0.7	80.6
300					1.06	1.8	0.35	1.1	0.20	0.9	0.11	0.7	83.3
310					1.13	1.8	0.37	1.2	0.21	0.9	0.12	0.7	86.1
320					1.19	1.9	0.39	1.2	0.22	1.0	0.13	0.8	88.9
330					1.26	2.0	0.41	1.2	0.23	1.0	0.13	0.8	91.7
340					1.33	2.0	0.44	1.3	0.25	1.0	0.14	0.8	94.4

Tel/Whats App: +54 9 11 54886459 - ARGENTINA
www.tgdeargentina.com.ar



AGUAS Y RIEGOS

FABRICACION Y VENTA MAYORISTA
DE SALTA IP SA



Entonces, si la tubería hubiera estado en un plano horizontal, hubiéramos necesitado 14.07 mca de presión, pero como tenemos una pendiente a favor, la resultante será:

$$\text{Presión Residual (Pr)} = \text{Perdida Total (Pt)} - \text{Desnivel del Terreno (Mt)} = \\ = 14.07 \text{ mca} - 10.5 \text{ mca} = 3.57 \text{ mca}$$

Esto quiere decir que con solo un desnivel de 3.57 m de altura, podremos trasladar todo ese volumen de agua.

Verificamos que la velocidad (indicado en la columna sombreada) es de 1,7 m/seg, y está dentro de los parámetros aceptables. Invitamos al lector a hacer diferentes ejemplos, a modo de practica y podrán notar como varia las presiones requeridas en distintas situaciones, de diámetros y pendientes a favor o en contra.

Es muy recomendable, en este tipo de sistemas de riego con baja presión, cuando se bombea, instalar a la salida de la planta de bombeo un venteo, con una altura de 4 a 6 metros. Este prolongará la vida útil de la tubería enterradas, protegiéndola de sobre presiones.

A nuestra derecha vemos una instalación en California, EEUU de un venteo a un costado de la planta de bombeo. Esta está constituida por un tubo de PVC abierto en el extremo superior y una descarga que este caso es a una zanja.



Tel/Whats App: +54 9 11 54886459 - ARGENTINA
www.tgdeargentina.com.ar



AGUAS Y RIEGOS

FABRICACION Y VENTA MAYORISTA
DE SALTA IP SA



350							0.46	1.3	0.26	1.0	0.15	0.8	97.2
360							0.49	1.4	0.28	1.1	0.16	0.8	100.0
370							0.51	1.4	0.29	1.1	0.16	0.9	102.8
380							0.54	1.4	0.30	1.1	0.17	0.9	105.6
390							0.56	1.5	0.32	1.2	0.18	0.9	108.3
400							0.59	1.5	0.33	1.2	0.19	0.9	111.1
410							0.61	1.5	0.35	1.2	0.20	1.0	113.9
420							0.64	1.6	0.36	1.2	0.21	1.0	116.7
430							0.67	1.6	0.38	1.3	0.21	1.0	119.4
440							0.70	1.7	0.40	1.3	0.22	1.0	122.2
450							0.73	1.7	0.41	1.3	0.23	1.1	125.0
460							0.76	1.7	0.43	1.4	0.24	1.1	127.8
470							0.79	1.8	0.45	1.4	0.25	1.1	130.6
480							0.82	1.8	0.46	1.4	0.26	1.1	133.3
490							0.85	1.8	0.48	1.5	0.27	1.2	136.1
500							0.88	1.9	0.50	1.5	0.28	1.2	138.9
510							0.91	1.9	0.52	1.5	0.29	1.2	141.7
520							0.95	2.0	0.54	1.5	0.30	1.2	144.4
530							0.98	2.0	0.56	1.6	0.31	1.2	147.2
540							1.01	2.0	0.58	1.6	0.33	1.3	150.0
550							1.05	2.1	0.60	1.6	0.34	1.3	152.8
600							1.23	2.3	0.70	1.8	0.39	1.4	166.7
610							1.27	2.3	0.72	1.8	0.41	1.4	169.4
620							1.30	2.3	0.74	1.8	0.42	1.5	172.2
630							1.34	2.4	0.76	1.9	0.43	1.5	175.0
640							1.38	2.4	0.78	1.9	0.44	1.5	177.8

Tel/Whats App: +54 9 11 54886459 - ARGENTINA
www.tgdeargentina.com.ar