

Laboratorio de Mecánica de Fluidos

Tubo Venturi

RESUMEN

El tubo Vénturi es un dispositivo para medir caudal o perdidas a través de una tubería. El presente trabajo de laboratorio tiene como objetivos fundamentales calcular el coeficiente de descarga del tubo Vénturi, calcular las perdidas totales de carga en el medidor y finalmente comprender el funcionamiento del tubo Vénturi y su aplicación como medidor de flujo. Las expresiones que permitieron cumplir con estos objetivos fueron deducidas a través de la ecuación de Bernouilli; ya que el flujo a través del tubo Vénturi se puede estudiar como una línea de corriente. El procedimiento experimental que se llevo a cabo en esta practica de laboratorio consistió primero en medir el caudal real que pasaba por el tubo Vénturi esto es mediante el *método gravimétrico* y luego tomar nota de las alturas piezométricas de los puntos indicados en el tubo Vénturi, estas dos operaciones se repiten cerrando la válvula gradualmente unas 5 veces. Luego con los datos experimentales se calculó un coeficiente de caudal promedio para el instrumento, adicionalmente se construyo una gráfica de las perdidas entre A-D y otra entre A-L en función del caudal. También se construyo un perfil real y teórico a lo largo de todo el medidor.

Al relacionar Q_r y Q_t , observamos que el valor promedio de C_Q experimental fue de 0,8742 Este resultado es satisfactorio, dado que su valor debe oscilar entre 0,85 y 0,95 en condiciones normales (flujo incompresible y régimen permanente) por lo que un tubo Venturi puede llegar a ser un dispositivo muy confiable para hacer mediciones de variación de fluido con un margen de pérdida muy pequeño, siempre y cuando se utilice de la forma adecuada.

OBJETIVOS

Objetivos Generales.

- Obtener el coeficiente de descarga C_Q del tubo Venturi.

- Obtener las pérdidas de carga totales en el medidor.
- Comprender el funcionamiento del Tubo Venturi, y su aplicación como medidor de flujo.

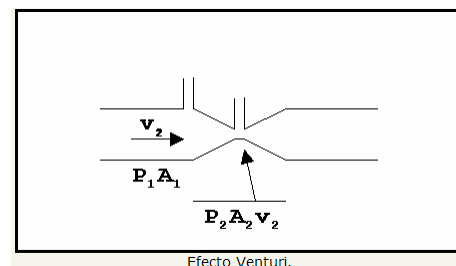
Objetivos Específicos.

- Determinar las pérdidas entre el punto A y el punto D, y entre el punto A y el punto L del tubo Venturi, y además representar dichas pérdidas en una gráfica (Q vs h_f).
- Dibujar el perfil teórico y compararlo con el perfil real, distinguir las diferencias entre uno y otro, y representarlos en una gráfica.

FUNDAMENTO TEORICO

Efecto Venturi:

Consiste en un estrechamiento intercalado en una tubería y diseñado de modo que mediante una disminución gradual de la sección de entrada y un aumento también gradual de la salida se eviten turbulencias.



El teorema de Bernouilli aplicado a la parte ancha y al estrechamiento de la figura es:

$$p_1/\gamma + v_1^2/2g = p_2/\gamma + v_2^2/2g$$

Según la ecuación de continuidad con $v_2 > v_1$, se tiene que p_2 en el estrechamiento ha de ser menor que p_1 . De este modo actúa hacia la derecha una fuerza neta que acelera el fluido cuando entra en el estrechamiento y existe otra fuerza neta hacia la izquierda al abandonarlo. Las presiones p_1 y p_2 se miden adosando tubos verticales como los de la figura. Conociendo estas presiones y las áreas de las

secciones rectas se calculan las velocidades y las masas que fluyen por segundo. Cuando se utiliza con este fin el dispositivo se llama medidor de Vénturi.

Medidor de Vénturi:

El Medidor de Vénturi es un dispositivo utilizado para medir el caudal o gasto a través de una tubería. Este tubo consta de una porción convergente, una garganta y una porción divergente. Además tiene perforados una serie de agujeros, a los cuales se conectan tubos manométricos que van a un distribuidor o múltiple común.

El fluido circulante lleva una determinada velocidad a la entrada del aparato, lo cual va aumentando en la sección cónica, y alcanza su máximo en la garganta cilíndrica. De igual manera, la presión manométrica tiene un valor en la entrada, que luego disminuye a un mínimo en la garganta. El caudal que circula por el tubo, es función de las lecturas manométricas obtenidas. Debido a que la sección cónica aguas abajo (difusor) ofrece una excelente recuperación de la presión, las pérdidas totales de carga resultan muy bajas.

Velocidad teórica: Es la velocidad con que se desplaza el fluido dentro del Medidor Vénturi.

$$Q = V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 \quad \text{Por Ecuación de continuidad}$$

$$H_1 + \frac{V_1^2}{2g} = H_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{Por ecuación de Bernoulli, para una diferencia } Z_1 - Z_2 \text{ y pérdidas de energía nulas. Siendo } H \text{ la altura piezométrica } P/\gamma. \text{ 1 y 2 dos puntos en distintos lugares del Medidor Vénturi sobre su línea axial}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g(H_1 - H_2)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \quad \text{Velocidad en punto 2 teórica en función de alturas piezométricas y de las áreas transversales}$$

Caudal real y Coeficiente de Caudal: Es el flujo de volumen de líquido por unidad de tiempo real, utilizando el método gravimétrico se determina. Conociéndose el caudal teórico mostrado anteriormente se puede determinar el Coeficiente de Caudal.

$Q_R = C_Q \cdot Q_T$ El caudal real es directamente proporcional al caudal teórico. C_Q es coeficiente de caudal

$$Q_R = \frac{V}{t} \quad V \text{ volumen y } t \text{ tiempo.}$$

En el laboratorio se tenía un sistema semejante a una balanza en el cual al tener que tomar el tiempo en el cual se equilibraba la balanza con una pesa mediante la carga con agua de un lado de la balanza se obtenía el caudal real. Con brazos de 3 y 1 unidades de medición.

$$Q_R = \frac{3m_p}{\rho_{H_2O}(t_f - t_0)} \quad \text{Siendo } m_p \text{ la masa de la pesa}$$

El coeficiente de caudal es el cociente de los caudales reales y teóricos.

$$C_Q = \frac{Q_R}{Q_T}$$

Para determinar las pérdidas piezométricas del Medidor Venturi se rescribe la Ecuación de Bernoulli incluyendo los valores de pérdida.

$$H_1 + \frac{V_1^2}{2g} = H_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_{f_{1-2}} \quad h_{f_{1-2}} = (H_1 - H_2) + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Para determinar el perfil teórico, a partir de dos alturas piezométricas conocidas y sus respectivas áreas, incluyendo la del punto 'x' a estudiar:

$$H_x = H_A + \frac{A_D^2}{1 - \left(\frac{A_D}{A_A}\right)^2} \left(\left(\frac{1}{A_A}\right)^2 - \left(\frac{1}{A_x}\right)^2 \right) (H_A - H_D)$$

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Como primer paso se procede a cerrar todas las válvulas y se enciende la bomba.

Se abre la válvula de la bomba y a continuación se abre la válvula de salida del medidor.

Luego se hace entrar a presión una cantidad de aire en el múltiple, de tal manera, que con el

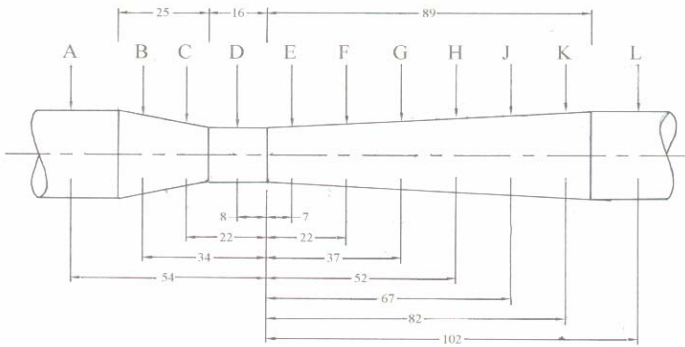
máximo caudal, es decir; con las válvulas totalmente abiertas, las alturas piezométricas A y D estén dentro del rango de la escala indicada detrás de los tubos.

Luego se toman las lecturas de las alturas piezométricas en cada tubo del medidor (con el máximo caudal circulante). Se toma nota de la masa de las pesas utilizadas y el tiempo que tardan en equilibrarse las pesas utilizadas con la masa de agua que circuló.

Procedemos a cerrar la válvula de salida del medidor gradualmente y se toman las mismas lecturas. Repetimos esta operación unas 5 veces hasta tener la válvula casi cerrada.

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Medidor Venturi:



Tomando la zona transversal A como punto CERO de referencia, los desplazamientos son los siguientes:

0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L

Distancias en mm

Cada punto de referencia tenía en su parte superior su respectivo medidor de altura piezométrica.

Estación de trabajo:

Es una mesa de trabajo con un depósito de agua, la cual posee aberturas en su parte superior para introducir mangueras. El agua es transportada por las mangueras gracias a una bomba y el caudal controlado por una válvula.

Mangueras:

Se utilizaron mangueras de material polimérico con el fin de transportar el caudal agua que sale y entra por el medidor Vénturi.

Pesa:

Se utilizó una pesa de 2,5Kg para realizar el análisis gravimétrico.

CÁLCULOS Y RESULTADOS

Áreas transversales del tubo Vénturi:

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156
Diámetro (mm)	26	23,2	18,4	16	16,8	18,47	20,16	21,84	23,53	25,24	26
Área (mm ²)	530,93	422,73	265,90	201,06	221,67	267,93	319,21	374,62	434,84	500,34	530,93

Por el método de carga:

1 vuelta a Válvula:

$$V_D = \sqrt{\frac{2.9800 \text{ mm/s}^2 \cdot (H_A - H_D)}{1 - \left(\frac{A_D}{A_A}\right)^2}}$$

$$V_D = \sqrt{\frac{2g \cdot (H_A - H_D)}{1 - \left(\frac{A_D}{A_A}\right)^2}}$$

$$V_D = \sqrt{\frac{2.9800 \text{ mm/s}^2 \cdot (96 \text{ mm} - 26,5 \text{ mm})}{1 - \left(\frac{201,06 \text{ mm}^2}{530,93 \text{ mm}^2}\right)^2}}$$

$$V_D = 1261,06 \text{ mm/s}$$

$$Q_{TEO} = V_D \cdot A_D = 1261,06 \text{ mm/s} \cdot 201,06 \text{ mm}^2 = 253550,45 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$Q_R = \frac{3m_p}{\rho_{H_2O} (t_f - t_0)}$$

$$Q_R = \frac{3 \cdot 2,5 \text{ Kg}}{1000 \text{ N/m}^3 (60,7 \text{ s} - 27,6 \text{ s})}$$

$$Q_R = 226586,10 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$C_Q = \frac{Q_R}{Q_{TEO}} = \frac{226586,10 \text{ mm}^3/\text{s}}{253550,45 \text{ mm}^3/\text{s}} = 0,89$$

$$V_{D-REAL} = \frac{226586,10 \text{ mm}^3/\text{s}}{201,06 \text{ mm}^2} = 1126,95 \text{ mm/s}$$

Para el perfil teórico: determinemos H_B

$$H_B = H_A + \frac{A_D^2}{1 - \left(\frac{A_D}{A_A}\right)^2} \left(\left(\frac{1}{A_A}\right)^2 - \left(\frac{1}{A_B}\right)^2 \right) (H_A - H_D)$$

$$H_B = 96 \text{ mm} + \frac{(201,06 \text{ mm}^2)^2}{1 - \left(\frac{201,06 \text{ mm}^2}{530,93 \text{ mm}^2}\right)^2} \left(\left(\frac{1}{530,93 \text{ mm}^2}\right)^2 - \left(\frac{1}{422,73 \text{ mm}^2}\right)^2 \right) (96 \text{ mm} - 26,5 \text{ mm})$$

$$H_B = 89,28 \text{ mm}$$

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0	98	94	71	28	34	54	70	77	81	86	87	27,6
2,5	94	90	67	25	30	50	65	73	78	83	85	60,7
PROMEDIO	96	92	69	26,5	32	52	67,5	75	79,5	84,5	86	

V_D (mm/s)	1261,05646	teórica
Q (mm ³ /s)	253550,446	teórica

Q (mm ³ /s)	226586,103	real
C _Q	0,89365294	
V _d (mm/s)	1126,94682	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	426,77	536	852,13	1126,95	1022,17	845,69	709,84	604,84	521,07	452,86	426,77
Perfil teórico (mm)	96	89,28	61,25	26,50	40,89	61,95	75,45	84,26	90,29	94,54	96

hf-a-d (mm)	13,9962169
hf-d-l (mm)	-
hf-a-l (mm)	10

2 vueltas a Válvula:

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0	96	92	68	25	31	52	68	74	79	84	87	29,6
2,5	95	91		27	32	53	66			84	85	59,26
PROMEDIO	95,5	91,5	68	26	31,5	52,5	67	74	79	84	86	

V _D (mm/s)	1261,05646	teórica
Q (mm ³ /s)	253550,446	teórica
Q (mm ³ /s)	252865,813	real
C _Q	0,99729981	
V _D (mm/s)	1257,65138	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	476,27	598,17	950,97	1257,65	1140,73	943,78	792,17	674,99	581,51	505,38	476,27
Perfil teórico (mm)	95,5	88,78	60,75	26	40,39	61,45	74,95	83,76	89,79	94,03	95,5

hf-a-d (mm)	0,37481931
hf-d-l (mm)	9,12518069
hf-a-l (mm)	9,5

3 vueltas a Válvula:

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0	98	94	72	31	36	56	71	78	83	87	89	28,31
2,5	99			32	38							63,02
PROMEDIO	98,5	94	72	31,5	37	56	71	78	83	87	89	

Vd (mm/s)	1238,16787	teórica
Q (mm ³ /s)	248948,422	teórica
Q (mm ³ /s)	216076,059	real
Cq	0,86795512	
Vd (mm/s)	1074,67415	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	406,98	511,14	812,61	1074,67	974,76	806,46	676,91	576,78	496,90	431,86	406,98
Perfil teórico (mm)	98,5	92,02	65,00	31,50	45,37	65,67	78,68	87,19	93,00	97,09	98,50

hf-a-d (mm)	16,5258115
hf-d-l (mm)	-
hf-a-l (mm)	9,5

4 vueltas a Válvula:

distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0	111	109	86	47	52	70	84	92	97	100	103	29,02
2,5	112	107	87	48	53			91	96		102	65,92
PROMEDIO	111,5	108	86,5	47,5	52,5	70	84	91,5	96,5	100	102,5	

Vd (mm/s)	1210,13025	teórica
Q (mm ³ /s)	243311,123	teórica
Q (mm ³ /s)	203252,033	Real
Cq	0,83535857	
Vd (mm/s)	1010,89268	Real

	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	l
Velocidades reales (mm/s)	382,82	480,81	764,38	1010,89	916,91	758,60	636,74	542,55	467,41	406,22	382,82
Perfil teórico (mm)	111,50	105,31	79,50	47,50	60,75	80,14	92,57	100,69	106,24	110,15	111,50

hf-a-d (mm)	19,3392676
hf-d-l (mm)	-10,3392676
hf-a-l (mm)	9

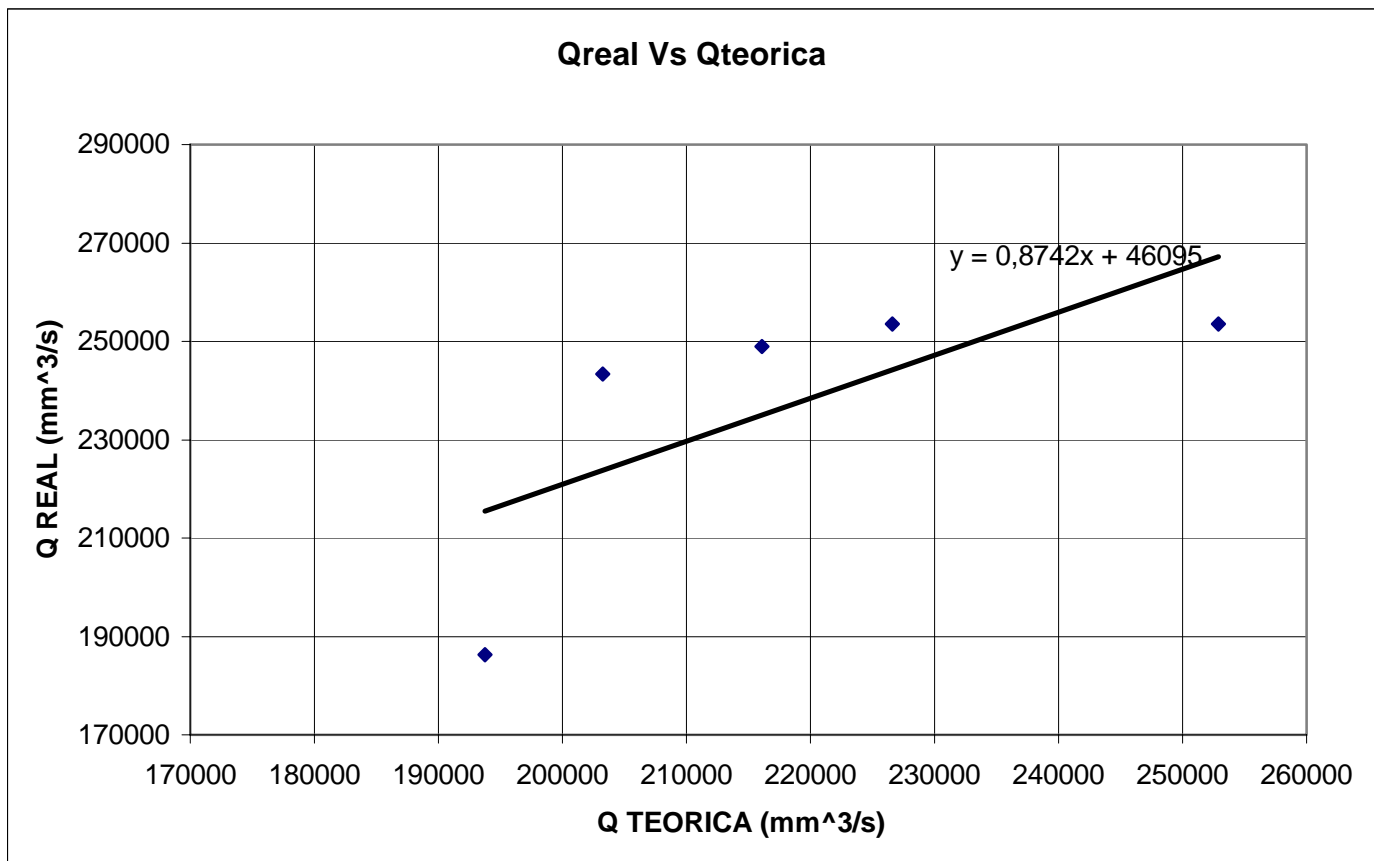
5 vueltas a Válvula

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0	181	179	166	143	146	156	167	171	174	178	180	45,37
2,5	182		168	145	147	155	166			176	178	84,08
PROMEDIO	181,5	179	167	144	146,5	155,5	166,5	171	174	177	179	

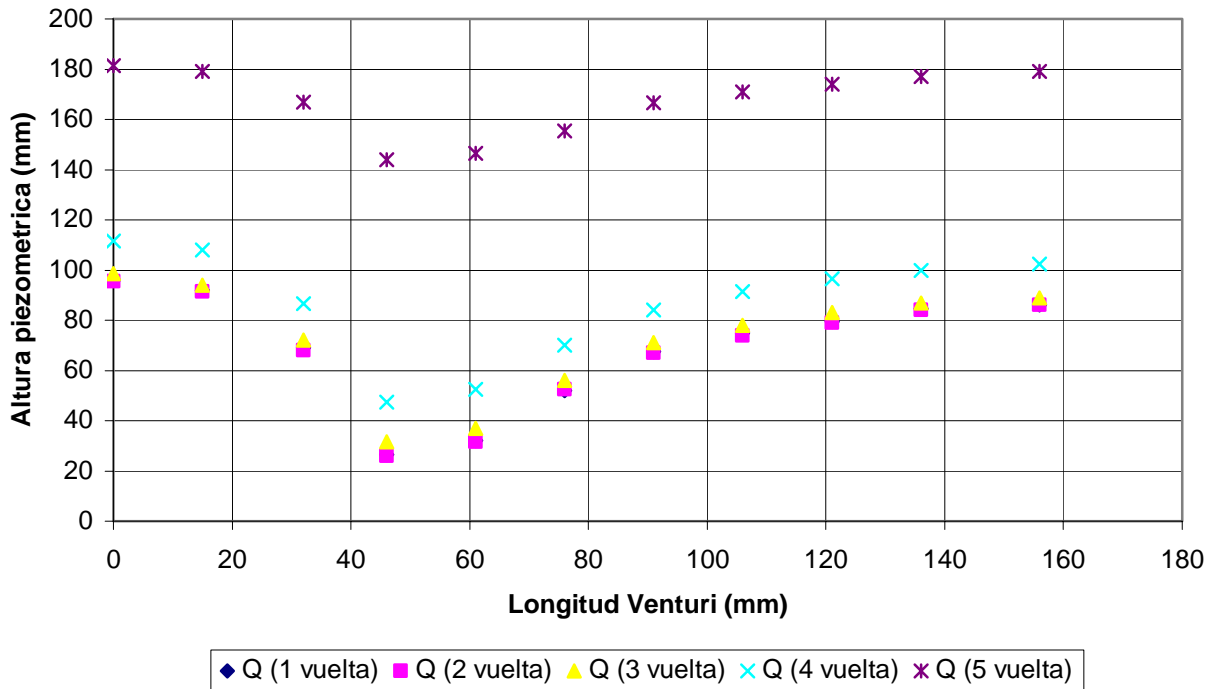
Vd (mm/s)	926,313011	teórica
Q (mm ³ /s)	186246,282	teórica
Q (mm ³ /s)	193748,385	Real
Cq	1,04028056	
Vd (mm/s)	963,625414	Real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	364,92	458,32	728,64	963,63	874,04	723,13	606,97	517,18	445,56	387,23	364,92
Perfil teórico (mm)	181,50	177,87	162,75	144,00	151,76	163,13	170,41	175,17	178,42	180,71	181,50

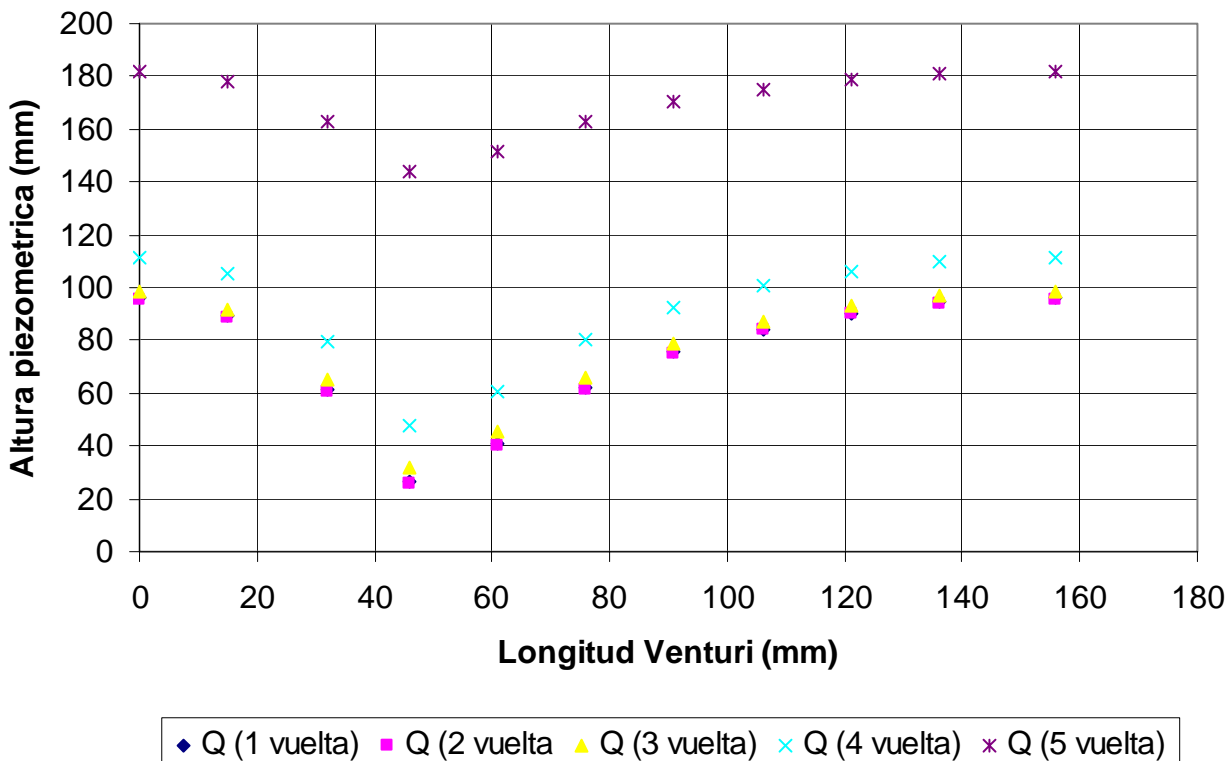
hf-a-d (mm)	-3,08188635
hf-d-l (mm)	5,58188635
hf-d-l (mm)	2,5

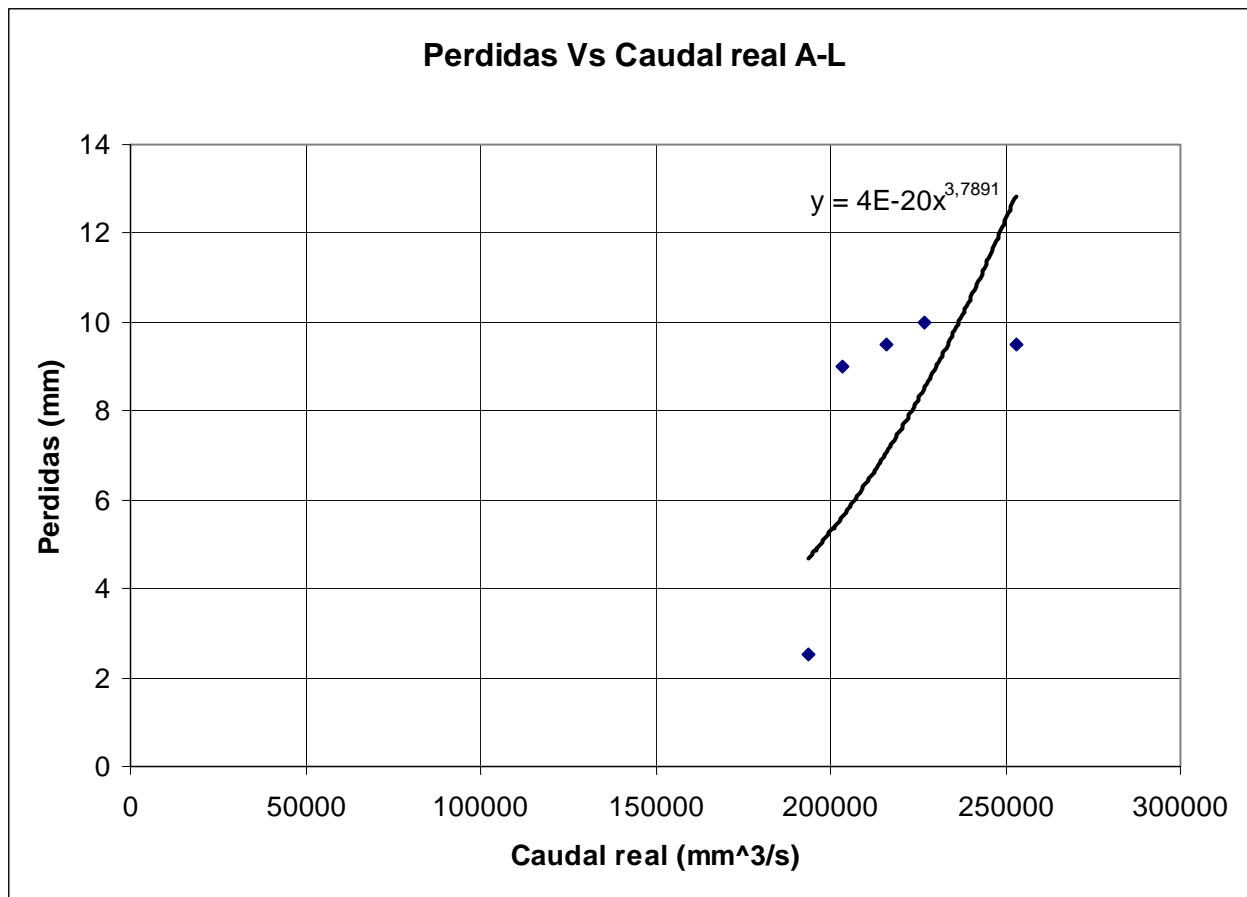


Altura piezometrica real Vs Longitud Vénturi



Altura piezometrica teorica Vs Longitud Vénturi





Por el método de descarga:

1 vuelta a Válvula:

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0												25,32
2,5	225	219	190	137	141	169	179	194	198	201	204	72,05

Vd (mm/s)	1419,0035	teorica
Q (mm ³ /s)	285307,582	teorica
Q (mm ³ /s)	160496,469	real
Cq	0,56253839	
Vd (mm/s)	798,24395	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	302,29	379,66	603,59	798,24	724,03	599,02	502,80	428,42	369,09	320,77	302,29
Perfil teórico (mm)	225,00	216,49	181,00	137,00	155,21	181,88	198,97	210,14	217,77	223,14	225,00

hf-a-d (mm)	60,15
hf-d-l (mm)	-39,15
hf-a-l (mm)	21

2 vueltas a Válvula

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0												24,23
2,5	190	181	139	77	82	119	132	143	149	155	159	70,37

Vd (mm/s)	1607,98263	teorica
Q (mm ³ /s)	323304,09	teorica
Q (mm ³ /s)	162548,765	real
Cq	0,50277361	
Vd (mm/s)	808,451231	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	306,16	384,52	611,31	808,45	733,29	606,68	509,23	433,90	373,81	324,87	306,16
Perfil teórico (mm)	190,00	179,08	133,49	77,00	100,39	134,63	156,58	170,92	180,72	187,62	190,00

hf-a-d (mm)	84,44
hf-d-l (mm)	-53,44
hf-a-l (mm)	31

3 vueltas a Válvula

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0												18,23
2,5	165	156	115	39	49	90	110	123	129	135	138	51,41

Vd (mm/s)	1697,9598	teorica
Q (mm ³ /s)	341395,073	teorica
Q (mm ³ /s)	226039,783	real
Cq	0,66210617	
Vd (mm/s)	1124,22965	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	425,74	534,71	850,08	1124,23	1019,71	843,65	708,13	603,38	519,82	451,77	425,74
Perfil teórico (mm)	165,00	152,82	101,99	39,00	65,08	103,26	127,74	143,72	154,65	162,34	165,00

hf-a-d (mm)	70,76
hf-d-l (mm)	-43,76
hf-a-l (mm)	27

4 vueltas a Válvula

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0												18,15
2,5	157	148	107	35	42	73	101	114	120	125	128	49,9

Vd (mm/s)	1670,79069	teorica
Q (mm ³ /s)	335932,4	teorica
Q (mm ³ /s)	236220,472	real
Cq	0,70317859	
Vd (mm/s)	1174,86425	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	444,92	558,79	888,37	1174,86	1065,64	881,65	740,03	630,55	543,23	472,12	444,92
Perfil teórico (mm)	157,00	145,21	95,99	35,00	60,25	97,22	120,92	136,40	146,98	154,43	157,00

hf-a-d (mm)	61,68
hf-d-l (mm)	-32,68
hf-a-l (mm)	29

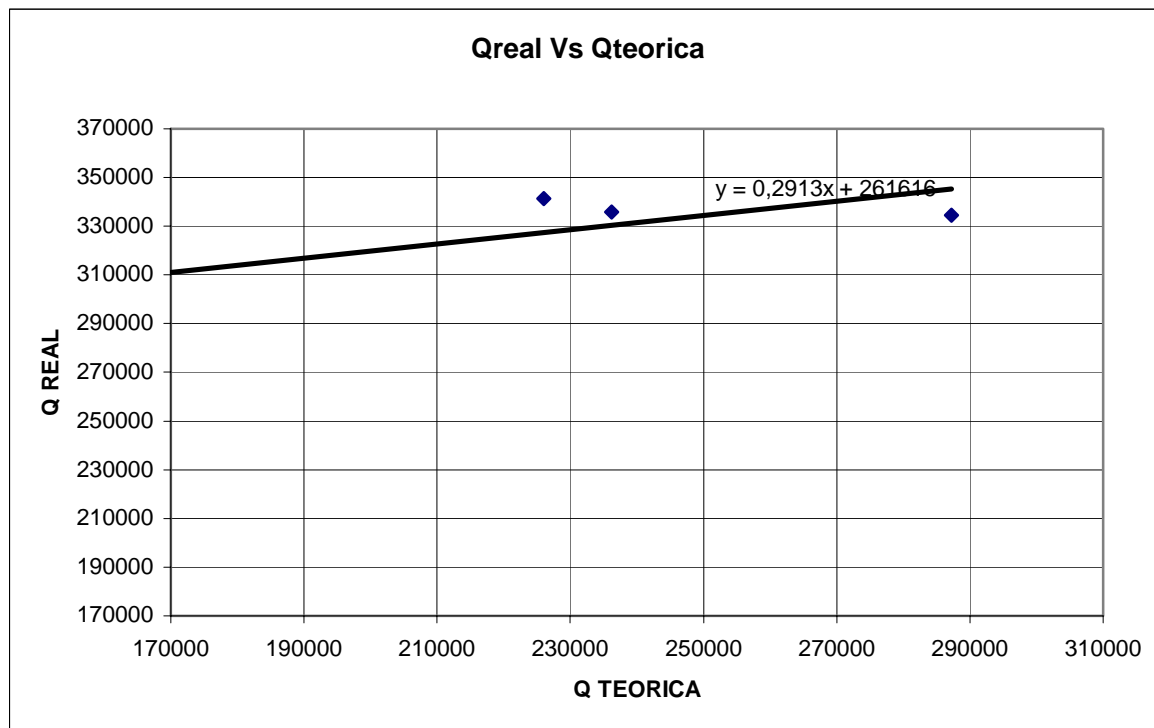
5 vueltas a Válvula

Distancia (mm)	0	15	32	46	61	76	91	106	121	136	156	
	Alturas piezometricas (mm)											
Masa (Kg)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Tiempo (s)
0												16,24
2,5	154	145	105	33	39	70	99	110	118	123	126	42,35

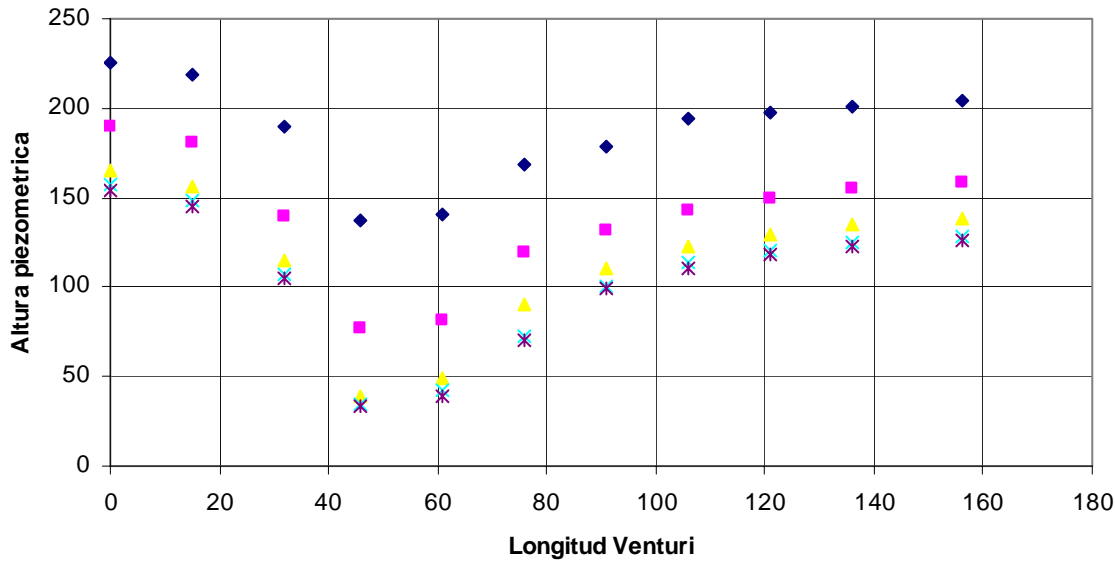
Vd (mm/s)	1663,92909	teorica
Q (mm ³ /s)	334552,795	teorica
Q (mm ³ /s)	287246,266	real
Cq	0,85859772	
Vd (mm/s)	1428,64572	real

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Velocidades reales (mm/s)	541,03	679,50	1080,26	1428,65	1295,82	1072,09	899,88	766,76	660,57	574,10	541,03
Perfil teórico (mm)	154,00	142,30	93,49	33,00	58,04	94,71	118,21	133,57	144,06	151,45	154,00

hf-a-d (mm)	31,80
hf-d-l (mm)	-3,80
hf-a-l (mm)	28

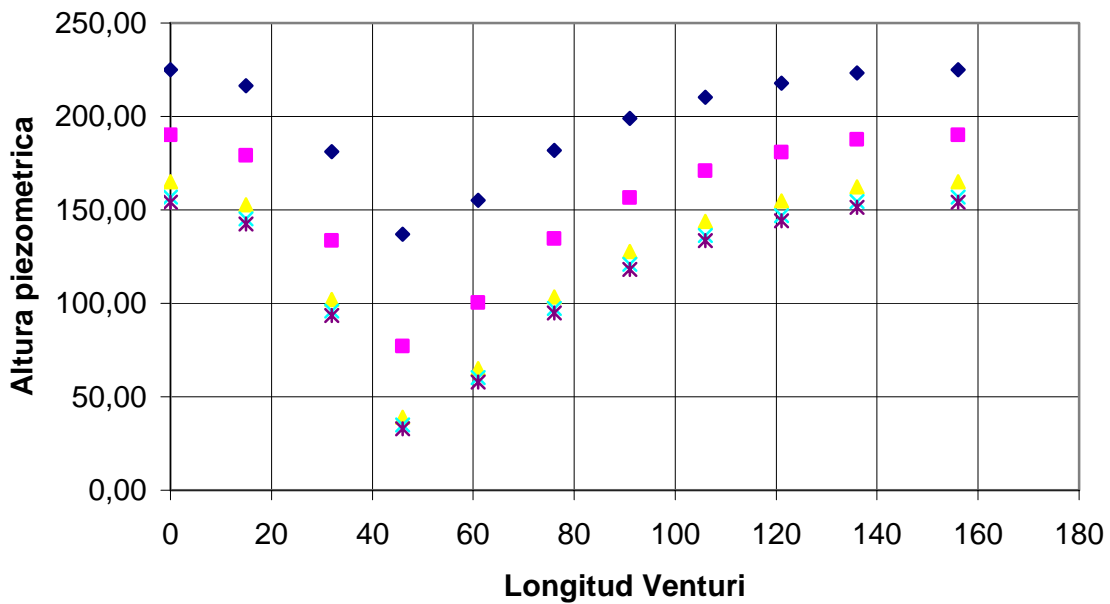


Altura piezometrica real Vs Longitud Vénturi

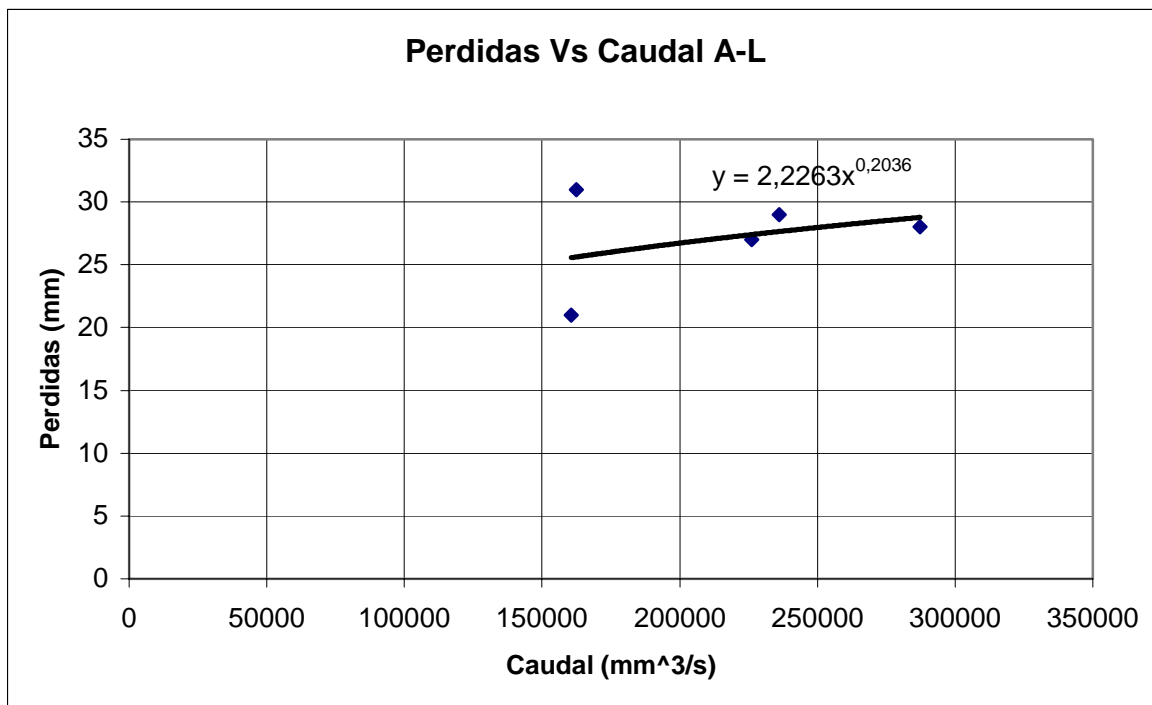


◆ Q (1 vuelta) ■ Q (2 vuelta) ▲ Q (3 vuelta) × Q (4 vuelta) ✖ Q (5 vuelta)

Altura piezometrica teorica Vs Longitud Vénturi



◆ Q (1 vuelta) ■ Q (2 vuelta) ▲ Q (3 vuelta) × Q (4 vuelta) ✖ Q (5 vuelta)



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se calculo el coeficiente de caudal C_Q utilizando el método de carga, obteniéndose un valor aproximado de 0,8742; estando este dentro de los valores permisibles (0,85-0,95), lo que nos garantiza que el Medidor Vénturi ofrece eficiencia en la medición del caudal. A diferencia del método de descarga, en el cual el valor C_Q característico del medidor Ventura posee un valor cercano a 0,2913.

Se comprobó que en la comparación del perfil teórico con el perfil real a medida que aumenta el caudal, se produce el aumento de la diferencia entre los perfiles reales y teóricos. Igualmente este fenómeno se produce tanto en el método de carga y descarga, presentándose un mayor crecimiento en el método de carga, que en el método de descarga.

Se realizo una grafica de perdidas en función de la carga y se observo que a medida que aumenta el caudal, aumentan las perdidas. En el caso del método de carga se obtuvo una función de la forma $y=kx^n$, cuyo valor n se encuentra alrededor de 3,78; mientras que en el método de descarga se obtuvo una función de la misma forma con un valor de n de 0,21.

CONCLUSIONES

El Medidor Venturi ofrece una alta eficiencia en la medición del caudal, esto debido a que el valor obtenido del coeficiente de caudal C_Q es aproximadamente 0,8742 en el método de carga y 0,22 en el método de descarga. Se concluye que es preferible realizar el método de carga para realizar la medición del caudal. Es importante mencionar que la gradualidad de la divergencia del tubo Venturi es determinante para disminuir las pérdidas y hacer mas eficiente el medidor.

A medida que aumenta el caudal dentro del Medidor Venturi, aumenta la distancia de las longitudes de las alturas piezometricas, lo que nos hace concluir que las perdidas en el Medidor Venturi, son proporcionales directamente al caudal. Esto se produce tanto en el método de carga como en el método de descarga.

Cuando se realiza el estudio en el método de carga mediante la grafica de Perdidas en función del caudal $P=f(Q)$, se produce una tendencia parabólica positiva, exceptuando el valor de caudal de mayor magnitud en donde obtenemos una variación de la tendencia, pues el valor de perdida es menor. Esto es producido debido a un fallo usado en el sistema de medición. Esto también se refleja en la grafica (Caudal Real Vs Caudal Teórico), en donde se observa una variación semejante en esos términos, afectando así el valor del coeficiente de caudal.

En cambio, cuando se realiza el estudio con el método de descarga mediante la grafica de Perdidas en función del caudal $P=f(Q)$, se produce una tendencia creciente, pero no parabólica, como se obtuvo en el método de carga.

RECOMENDACIONES

1. Disponer de una mayor cantidad de tiempo para realizar mas mediciones con las mismas condiciones planteadas para obtener valores mucho mas precisos y poder comprobar la efectividad del medidor.

FUENTES CONSULTADAS

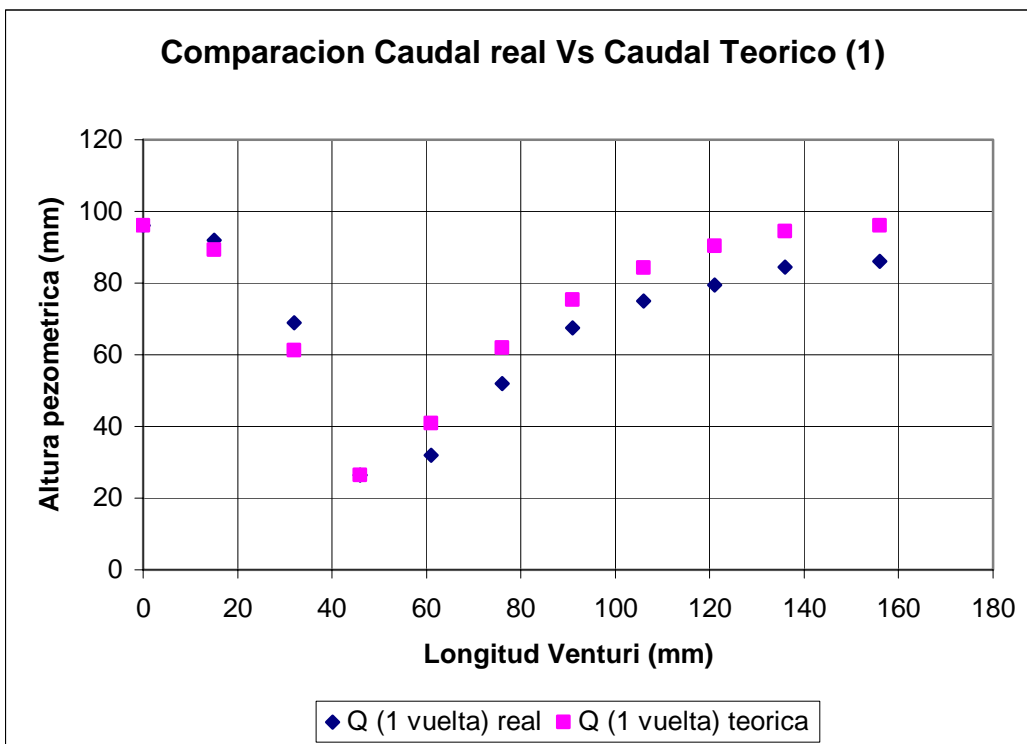
STREETER, Victor; WYLIE, E. Benjamín; BEDFORD, Keith W. Mecánica de Fluidos. Mc Graw Hill. Novena Edicion. 2000.

ZARATE, Jaime. Guía de laboratorio de Fluidos, IUPEG 1989

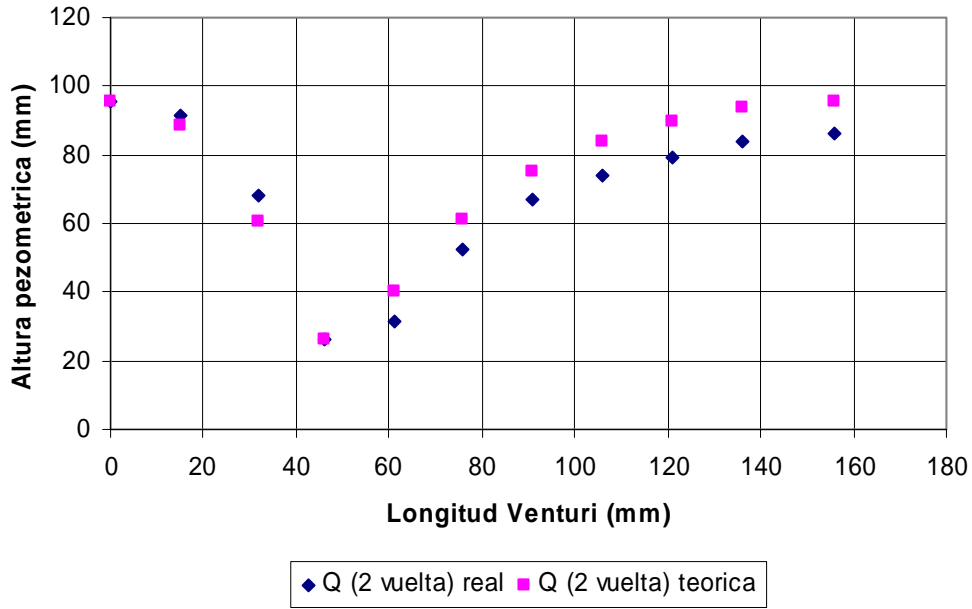
Enciclopedia Universal MICRONET 2000. Madrid

APÉNDICES

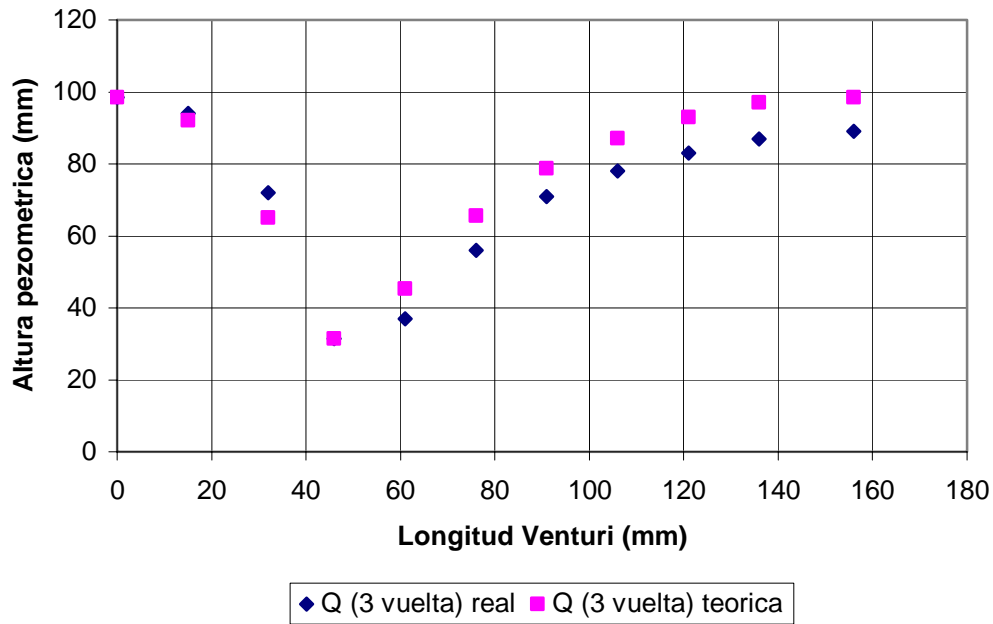
Para el método de carga



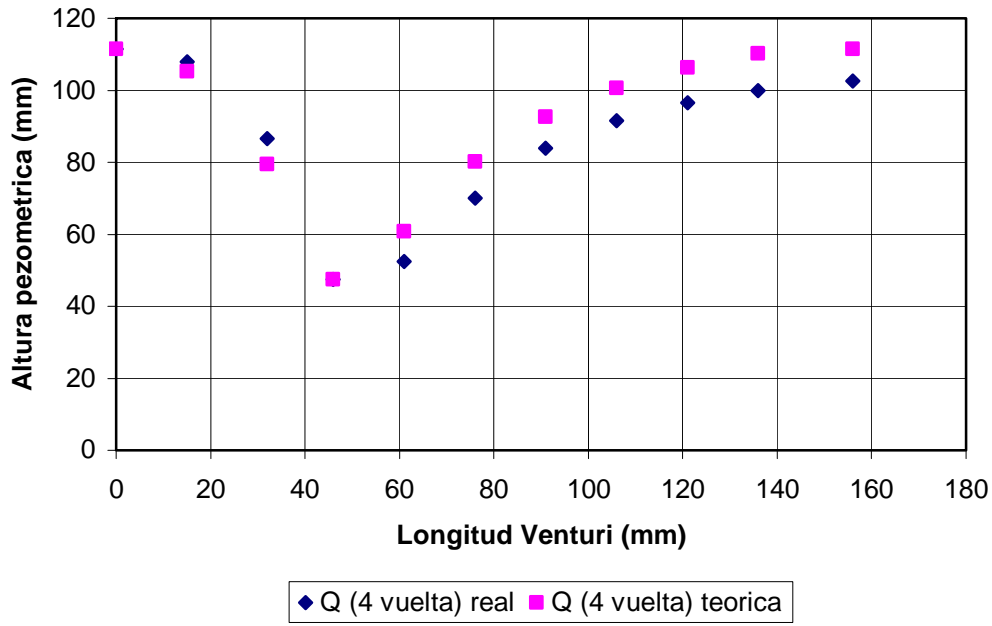
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (2)



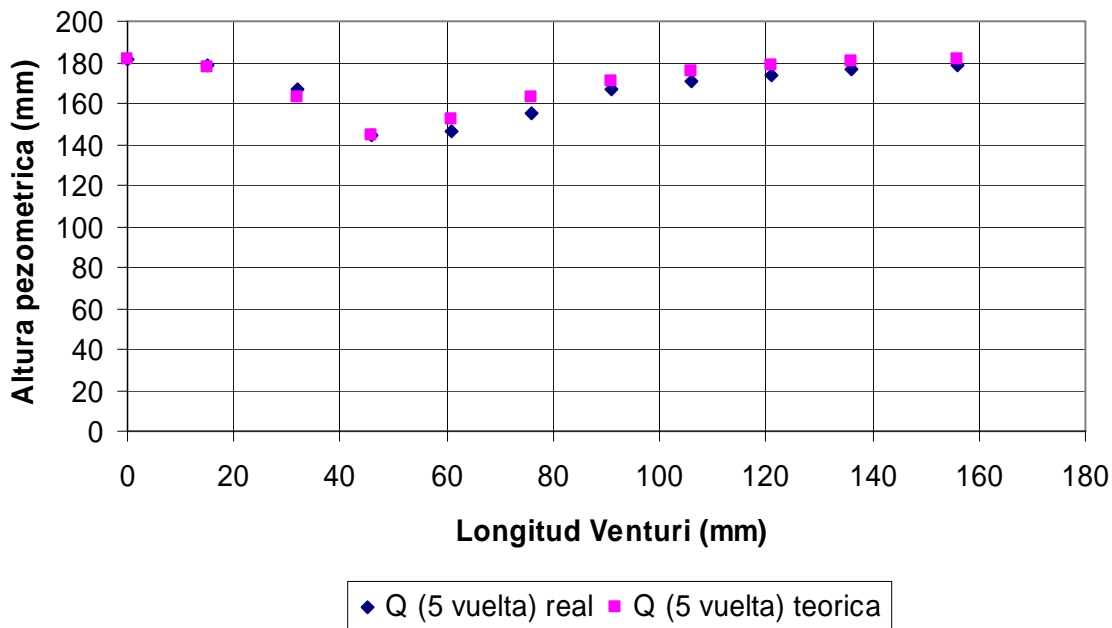
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (3)



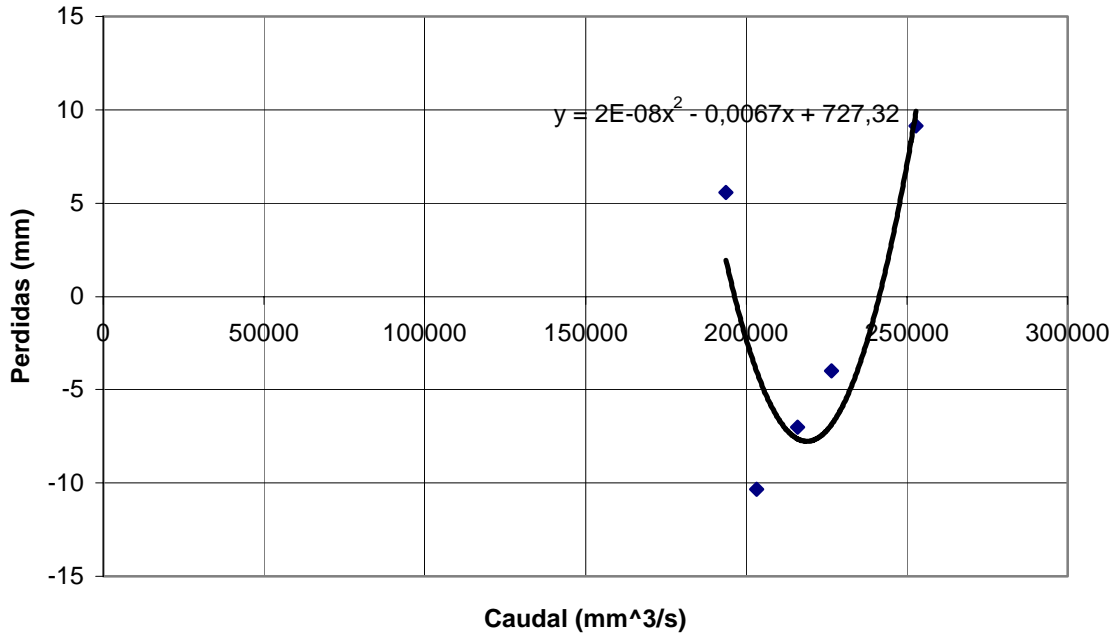
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (4)



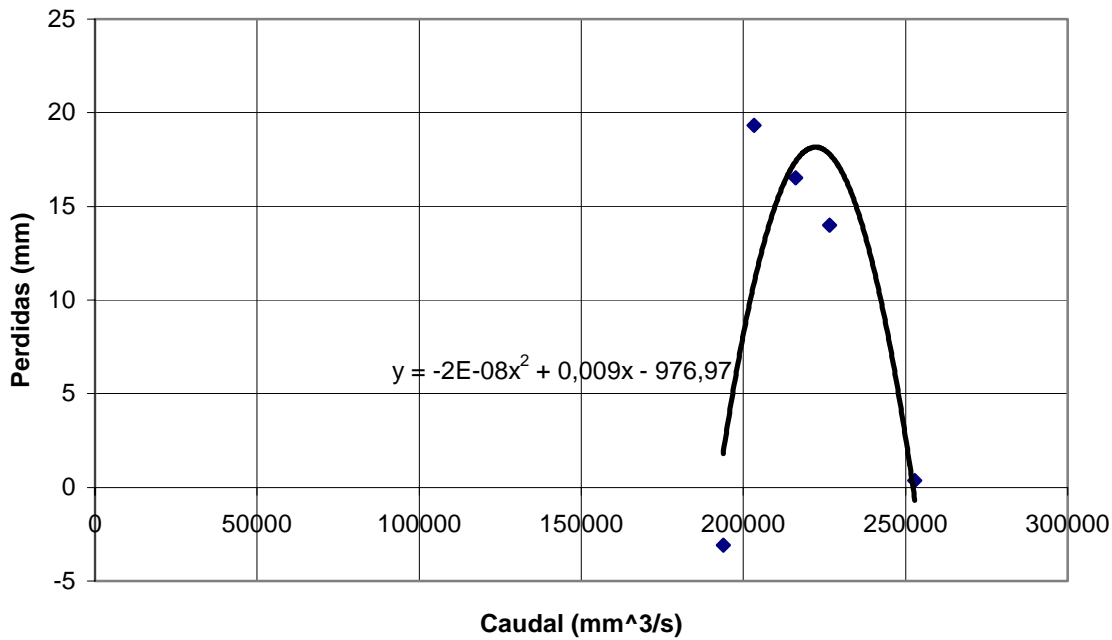
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (5)



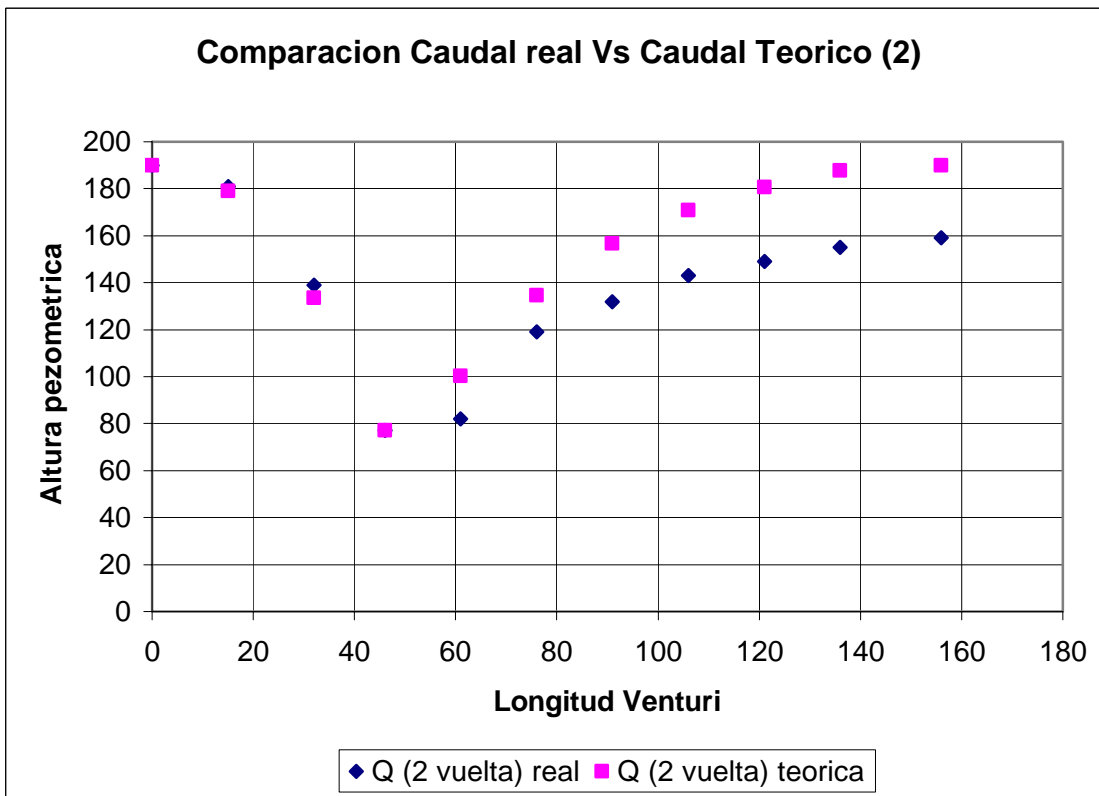
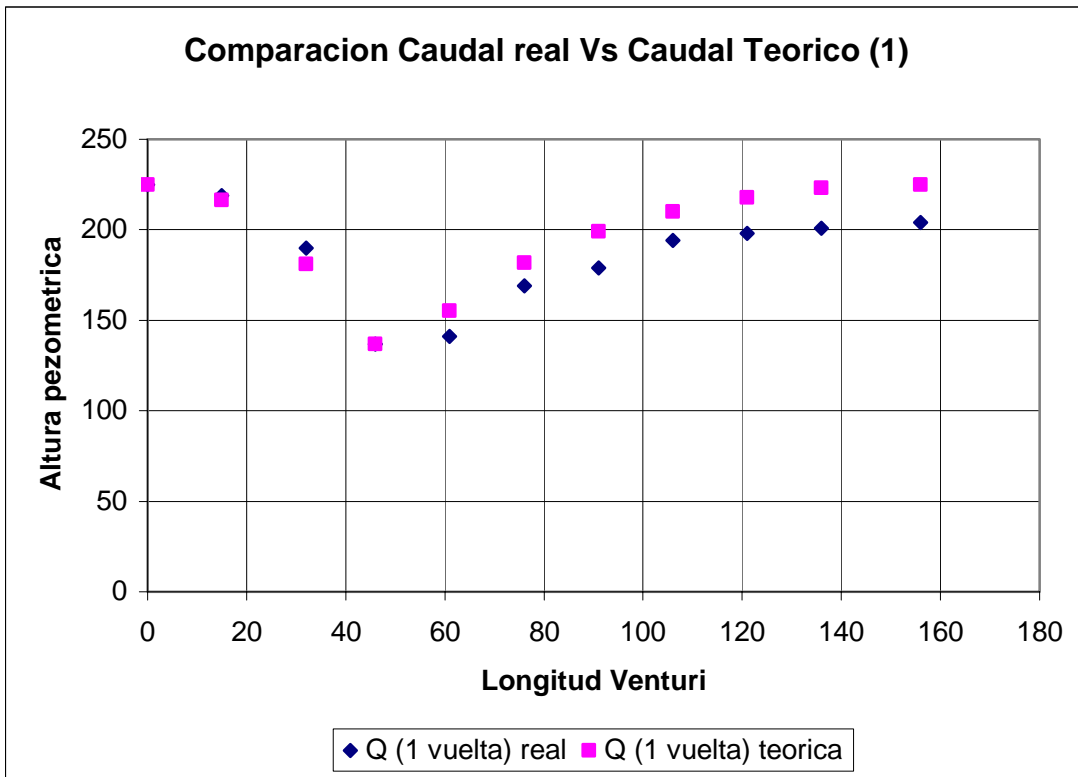
Perdidas D-L



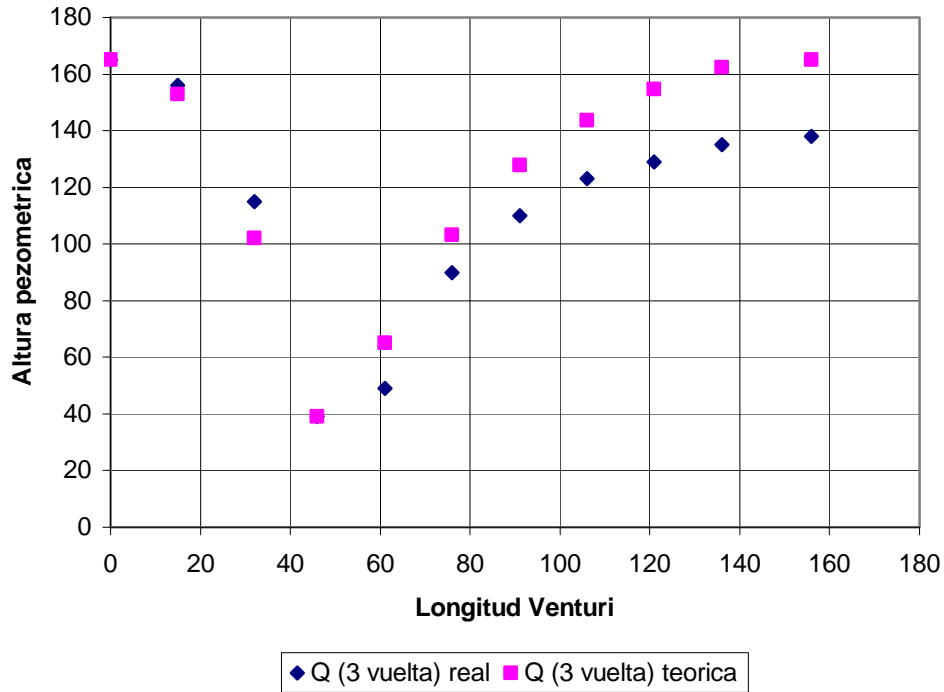
Perdidas A-D



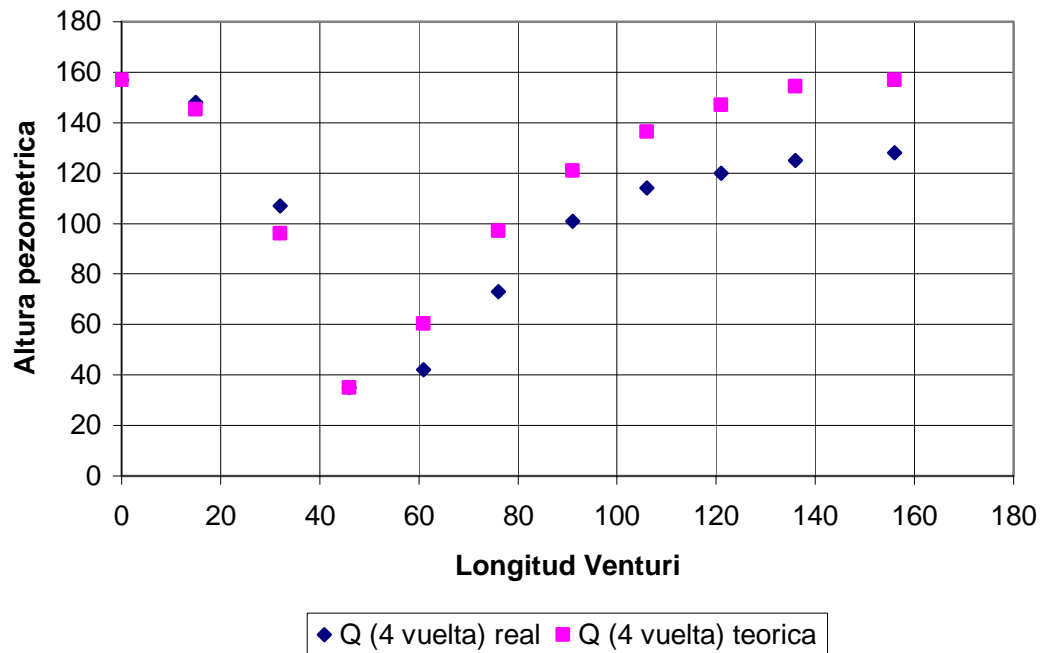
Para el método de descarga



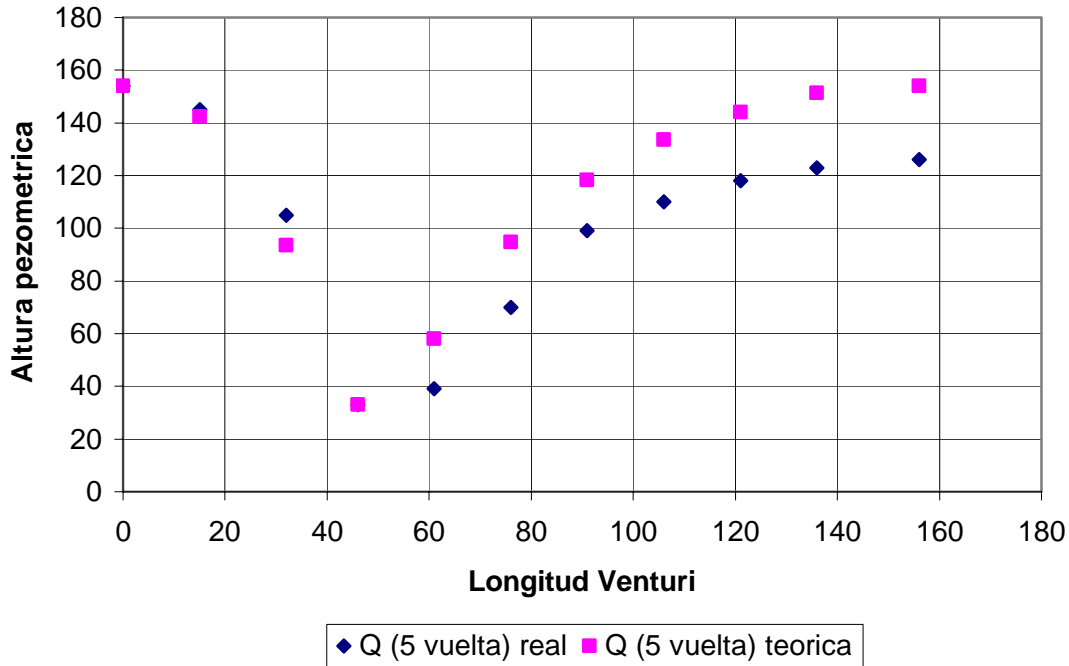
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (3)



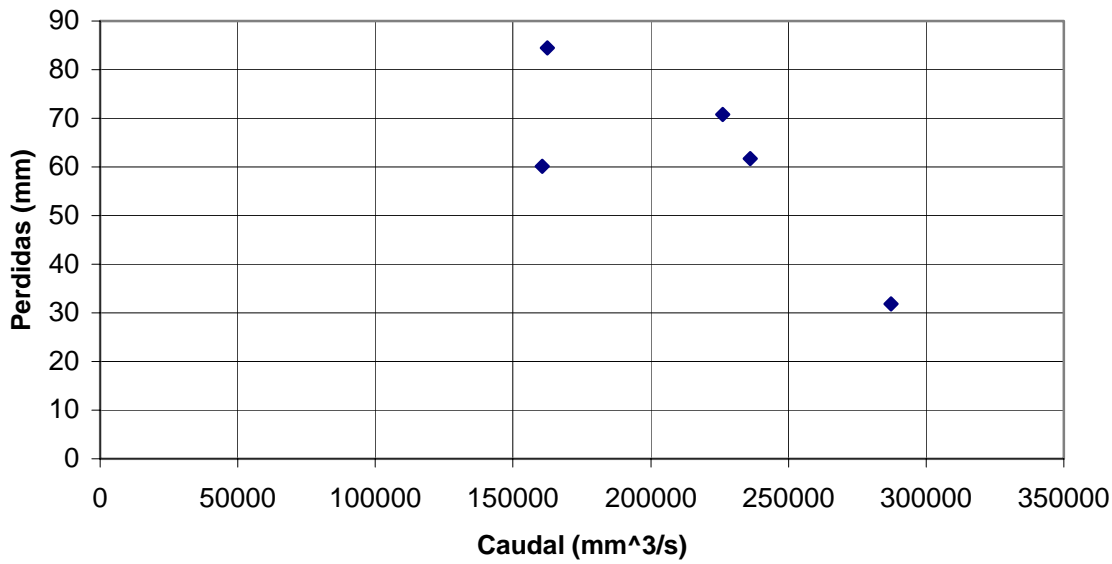
Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (4)



Comparacion Caudal real Vs Caudal Teorico (5)



Perdidas Vs Caudal A-D



Perdidas Vs Caudal D-L

