



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VILLAVICENCIO

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DISEÑO DE REDES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA

Semillero de investigación SFIC

Director: Fabián Steven Jiménez Martínez

Estudiante coordinador del semillero: Andrés Díaz Ferreira

Resumen

Se desarrolló una estrategia didáctica para la solución de problemas de redes en ingeniería hidráulica específicamente redes de distribución de agua potable, la ejecución de esta estrategia tuvo dos fases, en la primera se estudió los fenómenos físicos relacionados a la mecánica de fluidos, ecuaciones para la comprobación de diseño de redes abiertas, cerradas, en serie y en paralelo. En la segunda fase se depura el código en visual Basic con la respectiva solución de problemas para cada uno de los diseños mencionados anteriormente, cada problema tiene su enunciado y las iteraciones pertinentes para que las pérdidas de carga y los errores de diseño fuesen insignificantes. Este programa puede ser usado tanto por estudiantes como maestros, el fin es posibilitar una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los espacios académicos de física de materiales y mecánica de fluidos.

Abstract

A didactic strategy was developed for the solution of hydraulic engineering network problems specifically drinking water distribution networks, the execution of this strategy had two phases, the first studied the physical phenomena related to fluid mechanics, equations for Design verification of open, closed, serial and parallel networks. In the second phase, the code in Visual Basic is debugged with the respective troubleshooting for each of the designs mentioned above, each problem has its statement and the relevant iterations so that the load losses and design errors are insignificant. This program can be used by both students and teachers, the aim is to enable an improvement in the teaching-learning process in the academic spaces of materials physics and fluid mechanics.

Palabras clave: Red abierta, red cerrada, red en serie, red en paralelo.

Introducción

Actualmente en los espacios académicos universitarios (en el área de la física) se observa el desarrollo de complejas situaciones que un estudiante debe resolver con algunos conceptos básicos que son enseñados durante su proceso de aprendizaje en la educación media y básica primaria, ya sea a nivel únicamente académico o plasmando lo aprendido en la vida cotidiana y para las cuales, dichas soluciones requieren una buena capacidad de observación. Si bien es cierto se debe conocer los conceptos requeridos y el proceso necesario para llevar a cabo, se sabe que en la actualidad muy rara vez este tipo de situaciones se resuelven a simple lógica, ya que existe infinidad de programas que sin esfuerzo alguno solucionan estos problemas.



Esta estrategia como se ha llamado en un inicio, es un software creado con los algoritmos necesarios en el lenguaje de Visual Basic for Applications con el fin de que algunas situaciones ya establecidas pertenecientes a las áreas de ciencias básicas y la física aplicada a la ingeniería civil fueran solucionadas por el mismo sin margen de error.

Marco teórico

En el universo y en la vida cotidiana observamos diferentes interacciones en la naturaleza, las cuales pasamos por alto, hasta el momento en que le damos un sentido o un valor significativo, dicho sentido es dado en la educación superior donde en carreras universitarias y facultades como la ingeniería civil en el campo de redes de distribución de agua potable, para la comprobación de diseños de tuberías en serie, paralelo, abierta y cerradas.

Red de distribución abierta

La principal característica de una red abierta, es que ninguno de sus circuitos es cerrado, se considera la conservación de la masa y la conservación de la energía, las variables conocidas de la red son diámetros de todas las tuberías, rugosidades absolutas de todas las tuberías, coeficientes de pérdidas menores de todos los accesorios de todas las tuberías, características de todas las bombas si las hay, altura topográfica de todos los nodos de la red, altura de nivel de agua de todos los embalses de la red, caudales demandados en todos los nodos de la red, caudales de entrada de la red, las variables son:

H_M =pérdidas mayores debido a la propiedad del material de la tubería

H_{fi} =pérdidas menores debido a la fricción

γ =viscosidad cinemática

V =velocidad del fluido

D =diámetro de la tubería

A =área

K_m y K_s =propiedad del material

Red de distribución cerrada

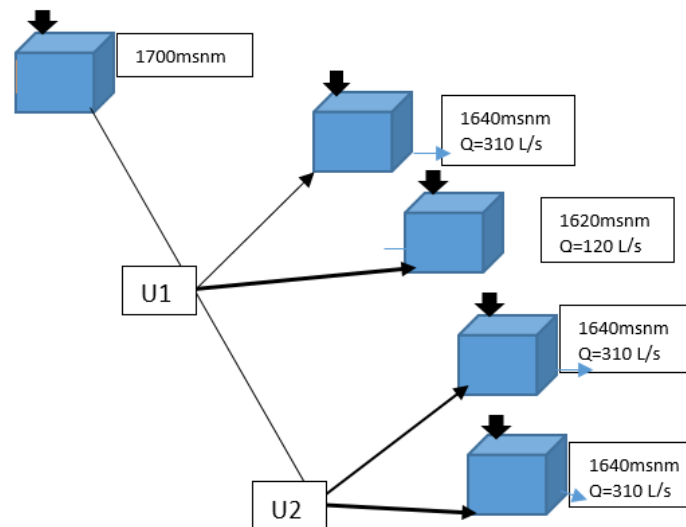
En el esquema general de análisis de redes cerradas se hace uso de la conservación de la masa, conservación de la energía, ecuaciones de caudal para redes cerradas, método de Hardy Cross I y las ecuaciones de resistencia fluida en RDAP.

También se realizó un problema para la comprobación de diseño de una red abierta y cerrada.

Problemas solucionados:

Red abierta

El acueducto veredal de portones consta de 5 tanques como se muestra en la figura. Estos tanques junto con 6 tuberías de longitudes conocidas conforman la red matriz. Luego de realizar los trabajos de topografía preliminares se establecieron las cotas de nivel de agua que debe tener cada uno de los tanques se estableció como DATUM arbitrario 1550 (msnm). Calcule el diámetro que debe tener cada uno de los tubos si los caudales demandados en cada tanque se muestran a continuación: la viscosidad cinemática es $\gamma = 1,14 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$



Datos:

Tubo	L (m)	Km	Ks (m)
1-U1	1300	3,7	0,0003
U1-2	760	2,5	0,0003
U1-3	540	2,2	0,0003
U1-U2	2360	4,5	0,0005
U2-4	1150	4,2	0,0003
U2-5	1350	5,0	0,0005

Solución

Iteración 1

En la iteración 1 se toman los datos de la longitud L , K_m y K_s propiedades del material y la viscosidad, se asumen alturas piezométricas Z_{u1} y Z_{u2} de 120 y 75, y se procede a calcular el caudal de todos los tanques que se va abastecer y el diámetro de diseño para abastecer los tanques, a través del proceso de iteración voy cambiando los diámetros de la tubería. Se calcula el área, la velocidad del fluido en función de h_f pérdida de fricción, la longitud el k_s la viscosidad cinética y la gravedad. En la siguiente columna se calcula el caudal y el H_m que está en función de la velocidad. Los valores de h_f+1 se calcula en términos de las pérdidas menores de fricción, la velocidad el diámetro y la gravedad, cuando son 0, quiere decir que el caudal inicial no es el suficiente para abastecer los tanques 2,3,4 y 5 y que ellos tengan los caudales enunciados por el problema, cuando son distintos de cero se espera que la diferencia de h_f y h_f+1 sea la menor posible.

Se realiza el mismo proceso para todos los tubos que conforman el diseño de la red abierta, y se realizan 4 iteraciones más, con el fin de que las pérdidas de carga y el error sea insignificante.



TUBO	L	KM	KS	VIS	zu1	120	TANQUE	Q	NIVEL MSNM	COTA R 1550	HF SUP 120	Q DE TUB		
1-U1	1300	3,7	0,0003	1,14E-06	zu2	75	1	-	1700	150	30	1	1,015	
U1-2	760	2,5	0,0003	1,14E-06	Δu1-u2	45	2	0,31	1640	90	30			
U1-3	540	2,2	0,0003	1,14E-06			3	0,12	1620	70	50		0,585	
U1-U2	2360	4,5	0,0005	1,14E-06			4	0,33	1605	55	20			
U2-4	1150	4,2	0,0003	1,14E-06			5	0,255	1588	38	37			
U2-5	1350	5	0,0005	1,14E-06										
		1-U1	Q>1.015							U1-U2	Q>0.585			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
30	0,15	0,0176715	1,6746781	0,029594	0,52889	0		45	0,15	0,0176715	1,4257026	0,0251942	0,4661991	0
30	0,2	0,0314159	2,0131655	0,0632455	0,7642962	0		45	0,2	0,0314159	1,7172429	0,0539488	0,6763585	0
30	0,25	0,0490874	2,3192607	0,1138464	1,0143828	0		45	0,25	0,0490874	1,9812382	0,0972538	0,9002992	0
30	0,3	0,0706858	2,6016532	0,1839	1,2764433	0		45	0,3	0,0706858	2,2250416	0,1572789	1,1355069	0
30	0,35	0,0962113	2,8656615	0,2757089	1,5486472	0		45	0,35	0,0962113	2,4531622	0,2360219	1,3802763	0
30	0,4	0,1256637	3,114834	0,3914216	1,8296691	0		45	0,4	0,1256637	2,6686126	0,3353478	1,63337	0
30	0,45	0,1590431	3,3516842	0,5330623	2,1185021	0		45	0,45	0,1590431	2,8735293	0,4570151	1,8938465	0
30	0,5	0,1963495	3,5780727	0,7025529	2,4143545	0		45	0,5	0,1963495	3,0694957	0,6026941	2,1609641	42,839036
30	0,55	0,2375829	3,7954246	0,9017282	2,716586	0		42,839036	0,5	0,1963495	2,9944612	0,5879611	2,056605	42,943395
30	0,6	0,2827433	4,0048614	1,1323479	3,024668	26,975332		42,943395	0,5	0,1963495	2,9981277	0,588681	2,0616444	42,938356
26,975332	0,6	0,2827433	3,7961223	1,0733283	2,7175848	27,282415		42,938356	0,5	0,1963495	2,9979507	0,5886462	2,061401	42,938599
27,2824152	0,6	0,2827433	3,8178312	1,0794663	2,7487558	27,251244		42,938599	0,5	0,1963495	2,9979593	0,5886479	2,0614128	42,938587
27,2512442	0,6	0,2827433	3,8156332	1,0788449	2,7455917	27,254408		42,938587	0,5	0,1963495	2,9979589	0,5886478	2,0614122	42,938588
27,2544083	0,6	0,2827433	3,8158563	1,078908	2,7459129	27,254087		42,938588	0,5	0,1963495	2,9979589	0,5886478	2,0614123	42,938588
27,2540871	0,6	0,2827433	3,8158337	1,0789016	2,7458803	27,25412		42,938588	0,5	0,1963495	2,9979589	0,5886478	2,0614123	42,938588

													zu1	120
					hf new	45,4425969							zu2	75
		u1-U2	Q>0.585							u2-4	Q>0.330			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
45,44259686	0,2	0,03141593	1,72575118	0,05421607	0,68307732	0		20	0,2	0,03141593	1,74406025	0,05479127	0,65113832	0
45,44259686	0,25	0,04908739	1,99104217	0,09773505	0,9092314	0		20	0,25	0,04908739	2,00974285	0,09865302	0,86463193	0
45,44259686	0,3	0,07068583	2,23604208	0,1580565	1,14676243	0		20	0,3	0,07068583	2,25485934	0,15938661	1,08840167	0
45,44259686	0,35	0,09621128	2,46528214	0,23718794	1,39394864	0		20	0,35	0,09621128	2,48402315	0,23899103	1,32087453	0
45,44259686	0,4	0,12566371	2,68178982	0,33700365	1,64954051	0		20	0,4	0,12566371	2,70031254	0,33933128	1,56091177	0
45,44259686	0,45	0,15904313	2,88771207	0,45927076	1,91258739	0		20	0,45	0,15904313	2,90590812	0,46216472	1,80764875	18,1923513
45,44259686	0,5	0,19634954	3,08463996	0,60566764	2,18234029	43,2602566		18,1923513	0,45	0,15904313	2,77017562	0,4405774	1,64272509	18,3572749
43,26025657	0,5	0,19634954	3,00923298	0,59086151	2,07694568	43,3656512		18,3572749	0,45	0,15904313	2,78283087	0,44259013	1,65776861	18,3422314
43,36565118	0,5	0,19634954	3,01291782	0,59158503	2,08203527	43,3605616		18,3422314	0,45	0,15904313	2,78167888	0,44240691	1,65639639	18,3436036
43,36056159	0,5	0,19634954	3,01273998	0,59155011	2,08178949	43,3608074		18,3436036	0,45	0,15904313	2,78178398	0,44242363	1,65652156	18,3434784
43,36080737	0,5	0,19634954	3,01274857	0,5915518	2,08180136	43,3607955		18,3434784	0,45	0,15904313	2,7817744	0,4424221	1,65651014	18,3434899
43,3607955	0,5	0,19634954	3,01274815	0,59155172	2,08180079	43,3607961		18,3434899	0,45	0,15904313	2,78177527	0,44242224	1,65651118	18,3434888
43,36079607	0,5	0,19634954	3,01274817	0,59155172	2,08180081	43,360796		18,3434888	0,45	0,15904313	2,78177519	0,44242223	1,65651109	18,3434889
43,36079605	0,5	0,19634954	3,01274817	0,59155172	2,08180081	43,360796		18,3434889	0,45	0,15904313	2,7817752	0,44242223	1,65651111	18,3434889
43,36079605	0,5	0,19634954	3,01274817	0,59155172	2,08180081	43,360796		18,3434889	0,45	0,15904313	2,7817752	0,44242223	1,65651109	18,3434889
43,36079605	0,5	0,19634954	3,01274817	0,59155172	2,08180081	43,360796		18,3434889	0,45	0,15904313	2,7817752	0,44242223	1,65651109	18,3434889



		U1-2	Q>0.310			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
30	0,15	0,0176715	2,1987136	0,0388545	0,6159966	0
30	0,2	0,0314159	2,6415343	0,0829862	0,8891059	0
30	0,25	0,0490874	3,0419532	0,1493215	1,1790875	0
30	0,3	0,0706858	3,4113505	0,2411342	1,4828379	0
30	0,35	0,0962113	3,7566901	0,3614359	1,7982569	28,201743
28,201743	0,35	0,0962113	3,6414837	0,3503518	1,6896539	28,310346
28,310346	0,35	0,0962113	3,6485438	0,351031	1,696212	28,303788
28,303788	0,35	0,0962113	3,6481178	0,3509901	1,695816	28,304184
28,304184	0,35	0,0962113	3,6481436	0,3509925	1,6958399	28,30416
28,30416	0,35	0,0962113	3,648142	0,3509924	1,6958384	28,304162
28,304162	0,35	0,0962113	3,6481421	0,3509924	1,6958385	28,304161
		U1-3	Q>0.12			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
50	0,15	0,0176715	3,3825123	0,0597739	1,2829285	0
50	0,2	0,0314159	4,0608798	0,1275763	1,8491151	48,150885
48,150885	0,2	0,0314159	3,9845405	0,125178	1,7802466	48,219753
48,219753	0,2	0,0314159	3,9874097	0,1252682	1,7828113	48,217189
48,217189	0,2	0,0314159	3,9873028	0,1252648	1,7827158	48,217284
48,217284	0,2	0,0314159	3,9873068	0,1252649	1,7827194	48,217281
		ΔZ	0,4425969			
		zu1	120.4426			

				ΔZ	-5,9202559	
		u2-5	Q>0.255	zu1	69,079744	
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
37	0,2	0,0314159	2,0622305	0,0647869	1,0837907	0
37	0,25	0,0490874	2,3787592	0,1167671	1,4420222	0
37	0,3	0,0706858	2,6710736	0,1888071	1,8182045	0
37	0,35	0,0962113	2,9445821	0,283302	2,2096238	34,790376
34,790376	0,35	0,0962113	2,8547714	0,2746612	2,0768909	34,923109
34,923109	0,35	0,0962113	2,8602455	0,2751879	2,0848635	34,915137
34,915137	0,35	0,0962113	2,859917	0,2751563	2,0843846	34,915615
34,915615	0,35	0,0962113	2,8599367	0,2751582	2,0844134	34,915587
34,915587	0,35	0,0962113	2,8599355	0,275158	2,0844116	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588
34,915588	0,35	0,0962113	2,8599356	0,2751581	2,0844117	34,915588

Iteración 2



TUBO	L	KM	KS	VIS	zu1	120,4426	TANQUE	Q	NIVEL MSNM COTA R 1550	HF SUP 120	Q DE TUB			
1-U1	1300	3,7	0,0003	1,14E-06	zu2	69,079744	1	-	1700	150	29,557403	1	1,015	
U1-2	760	2,5	0,0003	1,14E-06	Δu1-u2	51,362853	2	0,31	1640	90	30,442597			
U1-3	540	2,2	0,0003	1,14E-06			3	0,12	1620	70	50,442597		0,585	
U1-U2	2360	4,5	0,0005	1,14E-06			4	0,33	1605	55	14,079744			
U2-4	1150	4,2	0,0003	1,14E-06			5	0,255	1588	38	31,079744			
U2-5	1350	5	0,0005	1,14E-06										
		1-U1	Q>1.015							U1-U2	Q>0.585			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
29,557403	0,15	0,0176715	1,6620785	0,0293714	0,5209617	0		51,362853	0,15	0,0176715	1,5243262	0,0269371	0,532929	0
29,557403	0,2	0,0314159	1,9980565	0,0627708	0,752867	0		51,362853	0,2	0,0314159	1,8358092	0,0576736	0,7729806	0
29,557403	0,25	0,0490874	2,301883	0,1129934	0,9992387	0		51,362853	0,25	0,0490874	2,1178603	0,1039602	1,0287459	0
29,557403	0,3	0,0706858	2,5821829	0,1825238	1,2574095	0		51,362853	0,3	0,0706858	2,378337	0,1681147	1,2973594	0
29,557403	0,35	0,0962113	2,8442351	0,2736475	1,5255755	0		51,362853	0,35	0,0962113	2,6220575	0,2522715	1,5768774	0
29,557403	0,4	0,1256637	3,0915617	0,3884971	1,8024306	0		51,362853	0,4	0,1256637	2,8522406	0,3584231	1,8658891	0
29,557403	0,45	0,1590431	3,3266573	0,529082	2,0869827	0		51,362853	0,45	0,1590431	3,0711693	0,4884484	2,1633212	0
29,557403	0,5	0,1963495	3,5513688	0,6973096	2,3784513	0		51,362853	0,5	0,1963495	3,2805351	0,6441316	2,4683281	48,894525
29,557403	0,55	0,2375829	3,7671108	0,8950013	2,6762058	0		48,894525	0,5	0,1963495	3,2003102	0,6283794	2,3490792	49,013774
29,557403	0,6	0,2827433	3,9749963	1,1239037	2,9797249	26,577678		49,013774	0,5	0,1963495	3,2042319	0,6291495	2,3548399	49,008013
26,577678	0,6	0,2827433	3,7678262	1,0653278	2,6772223	26,880181		49,008013	0,5	0,1963495	3,2040425	0,6291123	2,3545616	49,008291
26,880181	0,6	0,2827433	3,7893706	1,0714193	2,7079266	26,849477		49,008291	0,5	0,1963495	3,2040517	0,6291141	2,3545751	49,008278
26,849477	0,6	0,2827433	3,7871894	1,0708026	2,70481	26,852593		49,008278	0,5	0,1963495	3,2040512	0,629114	2,3545744	49,008278
26,852593	0,6	0,2827433	3,7874108	1,0708652	2,7051263	26,852277		49,008278	0,5	0,1963495	3,2040513	0,629114	2,3545744	49,008278
26,852277	0,6	0,2827433	3,7873884	1,0708588	2,7050942	26,852309		49,008278	0,5	0,1963495	3,2040513	0,629114	2,3545744	49,008278

		U1-2	Q>0.310			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
30,442597	0,15	0,0176715	2,215078	0,0391437	0,6252001	0
30,442597	0,2	0,0314159	2,6611558	0,0836027	0,9023637	0
30,442597	0,25	0,0490874	3,0645195	0,1504292	1,1966462	0
30,442597	0,3	0,0706858	3,4366331	0,2429213	1,5048989	0
30,442597	0,35	0,0962113	3,7845118	0,3641127	1,8249911	28,617606
28,617606	0,35	0,0962113	3,6684451	0,3529458	1,7147668	28,72783
28,72783	0,35	0,0962113	3,6755584	0,3536302	1,7214232	28,721174
28,721174	0,35	0,0962113	3,6751292	0,3535889	1,7210212	28,721576
28,721576	0,35	0,0962113	3,6751551	0,3535914	1,7210455	28,721551
28,721551	0,35	0,0962113	3,6751536	0,3535912	1,721044	28,721553
28,721553	0,35	0,0962113	3,6751537	0,3535912	1,7210441	28,721553

		U1-3	Q>0.12			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
50,442597	0,15	0,0176715	3,3975773	0,0600401	1,2943817	0
50,442597	0,2	0,0314159	4,0789418	0,1281437	1,8656007	48,576996
48,576996	0,2	0,0314159	4,0022603	0,1257347	1,7961158	48,646481
48,646481	0,2	0,0314159	4,0051424	0,1258253	1,7987036	48,643893
48,643893	0,2	0,0314159	4,0050351	0,1258219	1,7986072	48,64399
48,64399	0,2	0,0314159	4,0050391	0,125822	1,7986108	48,643986

		ΔZ	-1,2036807			
		zu1	119,23892			



															zu1	120,4426
					hf new	50,159172									zu2	69,079744
		u1-U2	Q>0.585							u2-4	Q>0.330					
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		
50,159172	0,2	0,0314159	1,8139681	0,0569875	0,7546973	0		14,079744	0,2	0,0314159	1,4590274	0,0458367	0,4556981	0		
50,159172	0,25	0,0490874	2,0926933	0,1027248	1,0044416	0		14,079744	0,25	0,0490874	1,681886	0,0825594	0,6055408	0		
50,159172	0,3	0,0706858	2,3500987	0,1661187	1,2667349	0		14,079744	0,3	0,0706858	1,8875034	0,1334198	0,7626509	0		
50,159172	0,35	0,0962113	2,5909456	0,2492782	1,5396787	0		14,079744	0,35	0,0962113	2,0797452	0,2000949	0,9259138	0		
50,159172	0,4	0,1256637	2,8184149	0,3541725	1,821895	0		14,079744	0,4	0,1256637	2,2611914	0,2841497	1,0945231	0		
50,159172	0,45	0,1590431	3,0347625	0,4826581	2,1123356	0		14,079744	0,45	0,1590431	2,4336697	0,3870584	1,2678666	12,811877		
50,159172	0,5	0,1963495	3,24166	0,6364985	2,4101743	47,748998		12,811877	0,45	0,1590431	2,3202346	0,3690174	1,1524288	12,927315		
47,748998	0,5	0,1963495	3,1623912	0,6209341	2,2937427	47,865429		12,927315	0,45	0,1590431	2,3307883	0,3706959	1,1629363	12,916808		
47,865429	0,5	0,1963495	3,1662659	0,6216949	2,299367	47,859805		12,916808	0,45	0,1590431	2,3298296	0,3705434	1,1619798	12,917764		
47,859805	0,5	0,1963495	3,1660789	0,6216581	2,2990953	47,860077		12,917764	0,45	0,1590431	2,3299169	0,3705573	1,1620669	12,917677		
47,860077	0,5	0,1963495	3,1660879	0,6216599	2,2991084	47,860064		12,917677	0,45	0,1590431	2,3299089	0,370556	1,162059	12,917685		
47,860064	0,5	0,1963495	3,1660875	0,6216598	2,2991078	47,860064		12,917685	0,45	0,1590431	2,3299096	0,3705561	1,1620597	12,917684		
47,860064	0,5	0,1963495	3,1660875	0,6216598	2,2991078	47,860064		12,917684	0,45	0,1590431	2,3299096	0,3705561	1,1620596	12,917684		
47,860064	0,5	0,1963495	3,1660875	0,6216598	2,2991078	47,860064		12,917684	0,45	0,1590431	2,3299096	0,3705561	1,1620596	12,917684		
47,860064	0,5	0,1963495	3,1660875	0,6216598	2,2991078	47,860064		12,917684	0,45	0,1590431	2,3299096	0,3705561	1,1620596	12,917684		
47,860064	0,5	0,1963495	3,1660875	0,6216598	2,2991078	47,860064		12,917684	0,45	0,1590431	2,3299096	0,3705561	1,1620596	12,917684		

				ΔZ	-4,1919332		
		u2-5	Q>0.255	zu1	64,887811		
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1	
31,079744	0,2	0,0314159	1,8886156	0,0593326	0,908988	0	
31,079744	0,25	0,0490874	2,178708	0,1069471	1,209676	0	
31,079744	0,3	0,0706858	2,4466103	0,1729407	1,5254593	0	
31,079744	0,35	0,0962113	2,6972782	0,2595086	1,8540545	29,22569	
31,079744	0,4	0,1256637	2,9340227	0,3687002	2,1938046	28,885939	
28,885939	0,4	0,1256637	2,8279463	0,3553702	2,0380429	29,041701	
29,041701	0,4	0,1256637	2,8356078	0,356333	2,0491008	29,030643	
29,030643	0,4	0,1256637	2,8350646	0,3562647	2,0483158	29,031428	
29,031428	0,4	0,1256637	2,8351032	0,3562696	2,0483715	29,031373	
29,031373	0,4	0,1256637	2,8351004	0,3562692	2,0483676	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483679	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483678	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483678	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483678	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483678	29,031376	
29,031376	0,4	0,1256637	2,8351006	0,3562692	2,0483678	29,031376	

Iteración 3



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VILLAVICENCIO

TUBO	L	KM	KS	VIS	zu1	119,238916	TANQUE	Q	NIVEL MSNM COTA R 1550	HF SUP 120	Q DE TUB			
1-U1	1300	3,7	0,0003	1,14E-06	zu2	64,8878109	1	-	1700	150	30,7610838	1	1,015	
U1-2	760	2,5	0,0003	1,14E-06	Δu1-u2	54,3511053	2	0,31	1640	90	29,2389162			
U1-3	540	2,2	0,0003	1,14E-06			3	0,12	1620	70	49,2389162		0,585	
U1-U2	2360	4,5	0,0005	1,14E-06			4	0,33	1605	55	9,88781091			
U2-4	1150	4,2	0,0003	1,14E-06			5	0,255	1588	38	26,8878109			
U2-5	1350	5	0,0005	1,14E-06										
		1-U1	Q>1.015							U1-U2	Q>0.585			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
30,7610838	0,15	0,01767146	1,69612925	0,02997308	0,54252607	0		54,3511053	0,15	0,01767146	1,56852986	0,02771821	0,56428576	0
30,7610838	0,2	0,03141593	2,03888895	0,06405359	0,78395271	0		54,3511053	0,2	0,03141593	1,88895075	0,05934314	0,81837957	0
30,7610838	0,25	0,04908739	2,34884646	0,11529873	1,04042787	0		54,3511053	0,25	0,04908739	2,17909417	0,10696604	1,08909436	0
30,7610838	0,3	0,07068583	2,63480144	0,18624314	1,30917742	0		54,3511053	0,3	0,07068583	2,44704359	0,17297132	1,37339962	0
30,7610838	0,35	0,09621128	2,90213995	0,27921858	1,58832519	0		54,3511053	0,35	0,09621128	2,69775558	0,2595545	1,66923972	0
30,7610838	0,4	0,12566371	3,15445526	0,39640054	1,87651252	0		54,3511053	0,4	0,12566371	2,93454168	0,36876538	1,97512267	0
30,7610838	0,45	0,15904313	3,39429258	0,53983891	2,17270753	0		54,3511053	0,45	0,15904313	3,15975025	0,50253656	2,28991322	0
30,7610838	0,5	0,19634954	3,62353609	0,71147965	2,47609843	0		54,3511053	0,5	0,19634954	3,37512156	0,66270357	2,61271687	51,7383884
30,7610838	0,55	0,23758294	3,84362896	0,91318069	2,78602902	0		51,7383884	0,5	0,19634954	3,2925703	0,64649467	2,48647229	51,864633
30,7610838	0,6	0,28274334	4,05570678	1,14672408	3,10195732	27,6591265		51,864633	0,5	0,19634954	3,29660639	0,64728715	2,49257194	51,8585333
27,6591265	0,6	0,28274334	3,84429629	1,08694917	2,78699651	27,9740873		51,8585333	0,5	0,19634954	3,29641149	0,64724888	2,49227723	51,858828
27,9740873	0,6	0,28274334	3,86628528	1,09316641	2,81897038	27,9421135		51,858828	0,5	0,19634954	3,29642091	0,64725073	2,49229147	51,8588138

U1-2 Q>0.310						
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
29,238916	0,15	0,0176715	2,1702891	0,0383522	0,6001726	0
29,238916	0,2	0,0314159	2,6074521	0,0819155	0,8663107	0
29,238916	0,25	0,0490874	3,0027559	0,1473974	1,1488969	0
29,238916	0,3	0,0706858	3,3674351	0,23803	1,4449056	0
29,238916	0,35	0,0962113	3,7083641	0,3567864	1,752289	27,486627
27,486627	0,35	0,0962113	3,5946521	0,3458461	1,6464734	27,592443
27,592443	0,35	0,0962113	3,6016198	0,3465164	1,6528626	27,586054
27,586054	0,35	0,0962113	3,6011995	0,346476	1,6524768	27,586439
27,586439	0,35	0,0962113	3,6012249	0,3464784	1,6525001	27,586416
27,586416	0,35	0,0962113	3,6012233	0,3464783	1,6524987	27,586418
27,586418	0,35	0,0962113	3,6012234	0,3464783	1,6524987	27,586417
U1-3 Q>0.12						
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
49,238916	0,15	0,0176715	3,35645	0,0593134	1,2632347	0
49,238916	0,2	0,0314159	4,0296328	0,1265946	1,8207681	47,418148
47,418148	0,2	0,0314159	3,9538854	0,124215	1,7529593	47,485957
47,485957	0,2	0,0314159	3,9567322	0,1243044	1,7554844	47,483432
47,483432	0,2	0,0314159	3,9566262	0,1243011	1,7553904	47,483526
47,483526	0,2	0,0314159	3,9566301	0,1243012	1,7553939	47,483522
		ΔZ	-0,8231216			
		zu1	118.41579			



				ΔZ	-2,9088268	
		u2-5	Q>0.255	zu1	61,978984	
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
26,887811	0,2	0,0314159	1,7554386	0,0551487	0,7853121	0
26,887811	0,25	0,0490874	2,0252506	0,0994143	1,0452701	0
26,887811	0,3	0,0706858	2,2744254	0,1607697	1,3183004	0
26,887811	0,35	0,0962113	2,5075715	0,2412567	1,6024248	25,285386
26,887811	0,4	0,1256637	2,7277681	0,3427815	1,8962077	24,991603
24,991603	0,4	0,1256637	2,6291968	0,3303946	1,7616401	25,126171
25,126171	0,4	0,1256637	2,6363127	0,3312888	1,7711888	25,116622
25,116622	0,4	0,1256637	2,6358084	0,3312255	1,7705112	25,1173
25,1173	0,4	0,1256637	2,6358442	0,33123	1,7705593	25,117252
25,117252	0,4	0,1256637	2,6358417	0,3312296	1,7705559	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705562	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705561	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705561	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705561	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705561	25,117255
25,117255	0,4	0,1256637	2,6358419	0,3312297	1,7705561	25,117255

Iteración 4



TUBO	L	KM	KS	VIS	zu1	118,415795	TANQUE	Q	NIVEL MSNM COTA R 1550	HF SUP 120	Q DE TUB			
1-U1	1300	3,7	0,0003	1,14E-06	zu2	61,9789841	1	-	1700	150	31,5842055	1	1,015	
U1-2	760	2,5	0,0003	1,14E-06	Δu1-u2	56,4368104	2	0,31	1640	90	28,4157945			
U1-3	540	2,2	0,0003	1,14E-06			3	0,12	1620	70	48,4157945		0,585	
U1-U2	2360	4,5	0,0005	1,14E-06			4	0,33	1605	55	6,97898412			
U2-4	1150	4,2	0,0003	1,14E-06			5	0,255	1588	38	23,9789841			
U2-5	1350	5	0,0005	1,14E-06										
		1-U1	Q>1.015							U1-U2	Q>0.585			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
31,5842055	0,15	0,01767146	1,7190329	0,03037782	0,55727697	0		56,4368104	0,15	0,01767146	1,59866675	0,02825077	0,58617784	0
31,5842055	0,2	0,03141593	2,06635397	0,06491642	0,80521556	0		56,4368104	0,2	0,03141593	1,92518107	0,06048135	0,85007388	0
31,5842055	0,25	0,04908739	2,38043514	0,11684934	1,06860063	0		56,4368104	0,25	0,04908739	2,22084144	0,1090153	1,13122401	0
31,5842055	0,3	0,07068583	2,67019378	0,18874488	1,34458506	0		56,4368104	0,3	0,07068583	2,49388539	0,17628237	1,42648264	0
31,5842055	0,35	0,09621128	2,94108787	0,28296581	1,63124322	0		56,4368104	0,35	0,09621128	2,74936392	0,26451981	1,73371605	0
31,5842055	0,4	0,12566371	3,19675865	0,40171654	1,92718062	0		56,4368104	0,4	0,12566371	2,99065163	0,37581637	2,05137549	0
31,5842055	0,45	0,15904313	3,43978527	0,54707421	2,23133812	0		56,4368104	0,45	0,15904313	3,22014157	0,51214139	2,37828251	0
31,5842055	0,5	0,19634954	3,67207704	0,72101064	2,54288248	0		56,4368104	0,5	0,19634954	3,43960715	0,67536529	2,71350857	53,7233018
31,5842055	0,55	0,23758294	3,89509636	0,92540846	2,86114016	0		53,7233018	0,5	0,19634954	3,35546989	0,65884497	2,58238031	53,8544301
31,5842055	0,6	0,28274334	4,10999395	1,16207341	3,18555484	28,3986506		53,8544301	0,5	0,19634954	3,35958395	0,65965277	2,58871658	53,8480938
28,3986506	0,6	0,28274334	3,89573129	1,10149207	2,86207301	28,7221325		53,8480938	0,5	0,19634954	3,35938526	0,65961375	2,5884104	53,8484



		U1-2	Q>0.310			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
28,415795	0,15	0,0176715	2,1391285	0,0378015	0,583062	0
28,415795	0,2	0,0314159	2,570089	0,0807417	0,8416612	0
28,415795	0,25	0,0490874	2,9597853	0,1452881	1,1162499	0
28,415795	0,3	0,0706858	3,319292	0,2346269	1,4038863	0
28,415795	0,35	0,0962113	3,6553858	0,3516893	1,7025797	26,713215
26,713215	0,35	0,0962113	3,5433121	0,3409066	1,5997783	26,816016
26,816016	0,35	0,0962113	3,5501786	0,3415672	1,6059847	26,80981
26,80981	0,35	0,0962113	3,5497644	0,3415274	1,60561	26,810185
26,810185	0,35	0,0962113	3,5497894	0,3415298	1,6056326	26,810162
26,810162	0,35	0,0962113	3,5497879	0,3415296	1,6056312	26,810163
26,810163	0,35	0,0962113	3,549788	0,3415296	1,6056313	26,810163
		U1-3	Q>0.12			
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1
48,415795	0,15	0,0176715	3,3280356	0,0588112	1,2419371	0
48,415795	0,2	0,0314159	3,9955659	0,1255244	1,7901123	46,625682
46,625682	0,2	0,0314159	3,9204637	0,123165	1,7234495	46,692345
46,692345	0,2	0,0314159	3,9232861	0,1232537	1,7259318	46,689863
46,689863	0,2	0,0314159	3,923181	0,1232504	1,7258394	46,689955
46,689955	0,2	0,0314159	3,9231849	0,1232505	1,7258428	46,689952
		ΔZ	-0,5604816			
		zu1	117 85531			

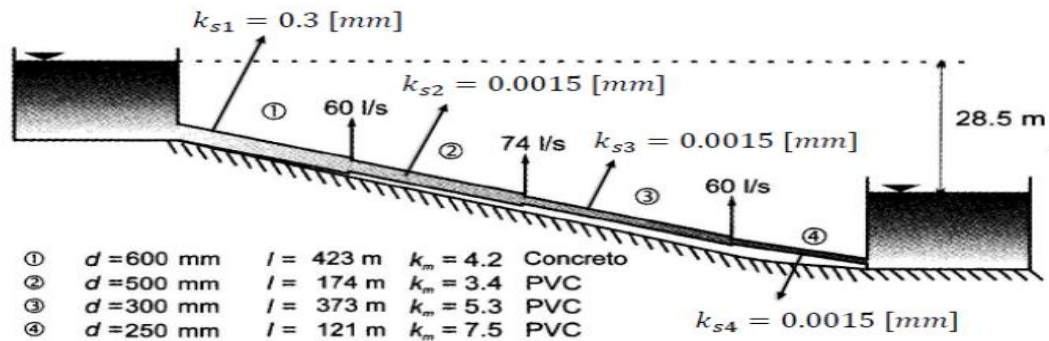
														zu1	118,41579
					hf new	55,876329								zu2	61,978984
		u1-U2	Q>0.585							u2-4	Q>0.330				
HF	D	A	V	Q	HM	HF+1		HF	D	A	V	Q	HM	HF+1	
55,876329	0,2	0,0314159	1,9155118	0,0601776	0,8415563	0		6,9789841	0,2	0,0314159	1,0196051	0,0320318	0,2225432	0	
55,876329	0,25	0,0490874	2,2096998	0,1084684	1,1199021	0		6,9789841	0,25	0,0490874	1,1763737	0,0577451	0,2962381	0	
55,876329	0,3	0,0706858	2,4813841	0,1753987	1,4122172	0		6,9789841	0,3	0,0706858	1,3210356	0,0933785	0,3735763	0	
55,876329	0,35	0,0962113	2,7355905	0,2631946	1,7163888	0		6,9789841	0,35	0,0962113	1,4563012	0,1401126	0,4539967	0	
55,876329	0,4	0,1256637	2,9756768	0,3739346	2,0308836	0		6,9789841	0,4	0,1256637	1,5839807	0,1990489	0,5370937	0	
55,876329	0,45	0,1590431	3,2040241	0,509578	2,3545345	0		6,9789841	0,45	0,1590431	1,705357	0,2712253	0,6225596	6,3564246	
55,876329	0,5	0,1963495	3,422397	0,6719861	2,6864223	53,189907		6,9789841	0,5	0,1963495	1,8213804	0,3576272	0,7101525	6,2688316	
53,189907	0,5	0,1963495	3,338683	0,6555489	2,5566065	53,319722		6,2688316	0,5	0,1963495	1,7248293	0,3386695	0,6368579	6,3421262	
53,319722	0,5	0,1963495	3,3427763	0,6563526	2,5628792	53,31345		6,3421262	0,5	0,1963495	1,7350388	0,3406741	0,6444195	6,3345647	
53,31345	0,5	0,1963495	3,3425786	0,6563138	2,5625761	53,313753		6,3345647	0,5	0,1963495	1,7339882	0,3404678	0,6436393	6,3353448	
53,313753	0,5	0,1963495	3,3425881	0,6563156	2,5625907	53,313738		6,3353448	0,5	0,1963495	1,7340966	0,3404891	0,6437198	6,3352643	
53,313738	0,5	0,1963495	3,3425877	0,6563156	2,56259	53,313739		6,3352643	0,5	0,1963495	1,7340854	0,3404869	0,6437115	6,3352726	
53,313739	0,5	0,1963495	3,3425877	0,6563156	2,56259	53,313739		6,3352726	0,5	0,1963495	1,7340866	0,3404871	0,6437124	6,3352717	
53,313739	0,5	0,1963495	3,3425877	0,6563156	2,56259	53,313739		6,3352717	0,5	0,1963495	1,7340865	0,3404871	0,6437123	6,3352718	
53,313739	0,5	0,1963495	3,3425877	0,6563156	2,56259	53,313739		6,3352718	0,5	0,1963495	1,7340865	0,3404871	0,6437123	6,3352718	
53,313739	0,5	0,1963495	3,3425877	0,6563156	2,56259	53,313739		6,3352718	0,5	0,1963495	1,7340865	0,3404871	0,6437123	6,3352718	

[illegible]



2 problema de comprobación de diseño de una red de tubería en serie

Una serie de 4 tuberías conecta dos tanques de una red matriz de un sistema de abastecimiento de agua potable. La diferencia de altura entre los niveles de agua de los dos tanques es 28.5 metros. Cuales es el caudal que recibe el segundo tanque si los datos de las tuberías son los siguientes:



Solución 1:

En el problema 2 tenemos una red de tubería en serie con los respectivos diámetros y longitudes y los materiales que me indican el K_m como las pérdidas de carga por fricción, se calculan las aturas piezometricas, la velocidad y los caudales como se evidencia en las siguientes imágenes. Como es una tubería en serie y hay distintas reducciones la tubería se va volviendo más pequeña, lo que calculamos son los caudales que van pasando por cada una de las tuberías a medida que se reduce la tubería y la última tubería seria el caudal de entrada del tanque 2 la que tiene valor de 0,0205.

tuberia	d (m)	Q de salida	L	Km	ks	Area	V(m2/s)	g	H
1	0,6	-	423	4,2	0,0003	0,28274334	0,00000114	9,81	28,5
2	0,5	0,06	174	3,4	0,0000015	0,19634954	0,00000114	9,81	28,5
3	0,3	0,074	373	5,3	0,0000015	0,07068583	0,00000114	9,81	28,5
4	0,25	0,06	121	7,5	0,0000015	0,04908739	0,00000114	9,81	28,5

Hf	v(m/s)	Q(m3/s)	Sum hm(m)	HT(m)	hf(m)		Q(m3/s)	v(m/s)	Re	f	Sum hm(m)	hf(m)
0,538	0,920	0,260	0,181	5,865	0,427		0,200	1,019	446893,319	0,013	0,180	0,248
0,964	1,240	0,351	0,329	18,669	0,185		0,291	1,481	649366,527	0,013	0,380	0,490
1,150	1,357	0,384	0,394	25,147	0,063		0,324	1,648	722845,540	0,012	0,471	0,596
1,213	1,394	0,394	0,416	27,440	0,020		0,334	1,702	746530,826	0,012	0,502	0,632
1,233	1,406	0,397	0,423	28,173	0,006		0,337	1,719	753888,633	0,012	0,512	0,644
1,239	1,409	0,399	0,425	28,400	0,002		0,339	1,724	756148,471	0,012	0,515	0,647
1,241	1,411	0,399	0,426	28,469	0,001		0,339	1,726	756840,130	0,012	0,516	0,648
1,242	1,411	0,399	0,426	28,491	0,000		0,339	1,726	757051,599	0,012	0,516	0,649
1,242	1,411	0,399	0,426	28,497	0,000		0,339	1,726	757116,232	0,012	0,516	0,649

Q(m3/s)	v(m/s)	Re	f	Sum hm(m)	hf(m)		Q(m3/s)	v(m/s)	Re	f	Sum hm(m)	hf(m)
0,126	1,783	469325,923	0,013	0,859	2,697		0,066	1,346	295140,677	0,015	0,692	0,651
0,217	3,066	806781,269	0,012	2,539	7,257		0,157	3,192	700087,093	0,012	3,896	3,142
0,250	3,531	929246,291	0,012	3,368	9,404		0,190	3,863	847045,118	0,012	5,703	4,455
0,260	3,681	968721,767	0,012	3,661	10,150		0,200	4,079	894415,690	0,012	6,359	4,923
0,263	3,728	980984,779	0,012	3,754	10,387		0,203	4,146	909131,305	0,012	6,570	5,073
0,265	3,742	984751,176	0,012	3,783	10,461		0,205	4,166	913650,980	0,012	6,635	5,119
0,265	3,746	985903,942	0,012	3,792	10,483		0,205	4,173	915034,300	0,012	6,655	5,134
0,265	3,748	986256,388	0,012	3,794	10,490		0,205	4,174	915457,236	0,012	6,661	5,138
0,265	3,748	986364,110	0,012	3,795	10,492		0,205	4,175	915586,502	0,012	6,663	5,139

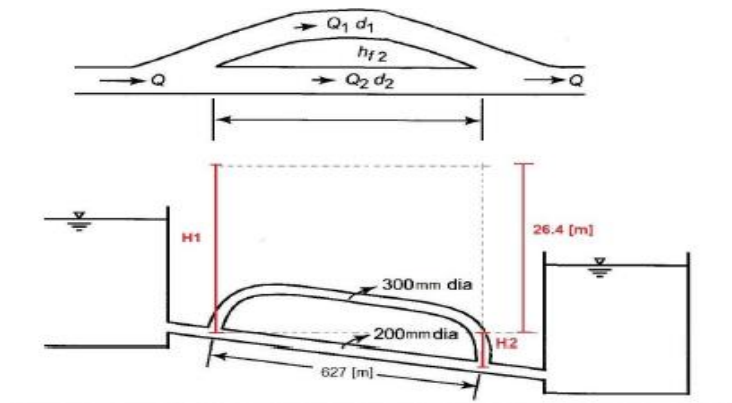
3 problema de comprobación de diseño de una red de tubería en paralelo

En la red de abastecimiento de agua de la ciudad de Santa Marta Colombia, existen dos tuberías que unen la planta de tratamiento de Mamatoco y el tanque de las tres cruces. Las dos tuberías tienen una longitud de 627 metros y un coeficiente global de perdidas menores de 10,6. Uno de los ramales tiene diámetro de 200(mm) y es de PVC con $K_s=0,0015$, el otro ramal tiene 300mm y $K_s=0,03$ El agua se encuentra a 20°C y la diferencia de nivel de energía total entre el nodo 1 y el nodo 2 es de 26,6m.

$$\rho = 998,2 \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu = 1,005 \times 10^{-3} \frac{pa}{s}$$

$$v = 1,007 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$



dens.	998,2	kg/m^2			
vis. Dina	1,01E-03	Pa.s			
vis. Cine	1,01E-06	m^2/s			
g	9,81				
Ht	26,4				
TUBERIA	D	area	L	Ks	Km
1	0,2	0,03141593	627	0,0000015	10,6
2	0,3	0,07068583	627	0,00003	10,6



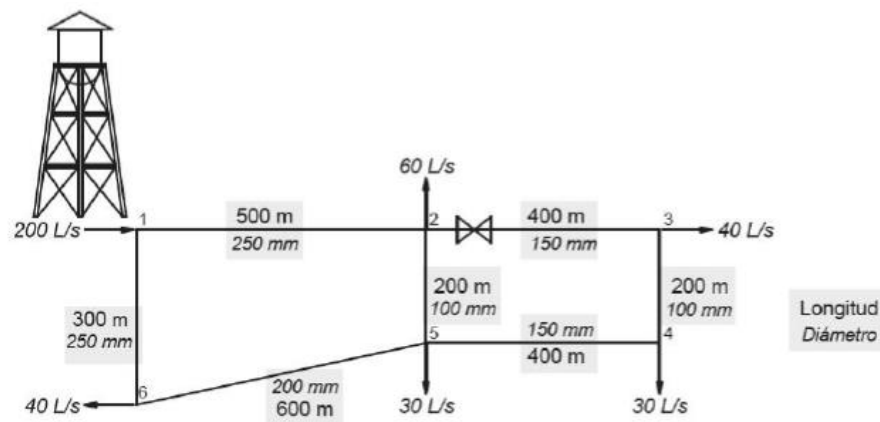
TUBERIA1				
H	V	Q	Hm	Hfi+1
26,400	3,642	0,114	7,166	19,234
19,234	3,064	0,096	5,071	21,329
21,329	3,242	0,102	5,678	20,722
20,722	3,191	0,100	5,501	20,899
20,899	3,206	0,101	5,552	20,848
20,848	3,202	0,101	5,538	20,862
20,862	3,203	0,101	5,542	20,858
20,858	3,202	0,101	5,541	20,859
20,859	3,203	0,101	5,541	20,859

TUBERIA1				
H	V	Q	Hm	Hfi+1
26,400	4,339	0,307	10,171	16,229
16,229	3,368	0,238	6,127	20,273
20,273	3,782	0,267	7,728	18,672
18,672	3,623	0,256	7,093	19,307
19,307	3,687	0,261	7,345	19,055
19,055	3,662	0,259	7,245	19,155
19,155	3,672	0,260	7,284	19,116
19,116	3,668	0,259	7,269	19,131
19,131	3,670	0,259	7,275	19,125

QT	0,360
----	-------

4 problema de comprobación de diseño de una red de tubería cerrada con el método de Hardy Cross I

La red mostrada en la siguiente figura tiene una válvula 2-3, la cual se encuentra parcialmente cerrada y produce una pérdida menor local de $10 \frac{v_{23}^2}{2g}$, la presión en el punto 1 es 100m. Analizar los caudales y presiones en la red. Los diámetros (en milímetros) y las longitudes (en metros) para cada una de las tuberías son los indicados. Los caudales están dados en L/s, ($v=1,14 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$, $k_s=0,006mm$). Se puede suponer que, en todos los tubos, salvo en la tubería 2-3, las pérdidas menores son despreciables.

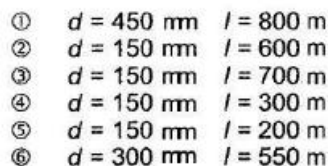




g(m/s2)	9,81											
V(m2/s)	1,14E-06											
ITERACION #1												
CIRCUITO	TUBERIA	D(m)	L(m)	KM	Ks(m)	Q(M3/S)	Re	fi	V(m/s)	hf+sumhm	(hf+smhm)/C	
1	1 a 2	0,25	500	0	0,00006	0,12	536101	0,015695	2,44461993	9,56095444	79,6746204	
	2 a 5	0,1	200	0	0,00006	0,01	111688	0,020450	1,27323954	3,37951537	337,951537	
	5 a 6	0,2	600	0	0,00006	-0,04	-223375	0,017493	-1,27323954	-4,336262	108,40655	
	6 a 1	0,25	300	0	0,00006	-0,08	-357401	0,016256	-1,62974662	-2,640746	33,0093258	
									SUM	5,96346175	559,042034	
										ΔQ	-0,00533364	
ITERACION #1												
CIRCUITO	TUBERIA	D(m)	L(m)	KM	Ks(m)	Q(M3/S)	Re	fi	V(m/s)	hf+sumhm	(hf+smhm)/C	
1	2 a 3	0,15	400	10	0,00006	0,05	372292	0,017327	2,82942121	22,9332992	458,665985	
	3 a 4	0,1	200	0	0,00006	0,01	111688	0,020450	1,27323954	3,37951537	337,951537	
	4 a 5	0,15	400	0	0,00006	-0,02	-148917	0,018895	-1,13176848	-3,289506	164,475305	
	2 a 5	0,1	200	0	0,00006	-0,00467	-52158	0,022711	-0,59460287	-0,818506	175,269032	
									SUM	22,2048021	1136,36186	
										ΔQ	-0,00977013	
ITERACION #2												
CIRCUITO	TUBERIA	D(m)	L(m)	KM	Ks(m)	Q(M3/S)	Re	fi	V(m/s)	hf+sumhm	(hf+smhm)/C	
1	1 a 2	0,25	500	0	0,00006	0,11466636	512273	0,015750	2,33596383	8,76083523	76,4028394	
	2 a 5	0,1	200	0	0,00006	0,00466636	52117	0,022714	0,59413897	0,81733172	175,15415	
	5 a 6	0,2	600	0	0,00006	-0,04533364	-253160	0,017259	-1,44301469	-5,495119	121,215033	
	6 a 1	0,25	300	0	0,00006	-0,08533364	-381229	0,016156	-1,73840271	-2,986189	34,9942696	
									SUM	1,09685932	407,766293	
										ΔQ	-0,00134496	
ITERACION #2												
CIRCUITO	TUBERIA	D(m)	L(m)	KM	Ks(m)	Q(M3/S)	Re	fi	V(m/s)	hf+sumhm	(hf+smhm)/C	
1	2 a 3	0,15	400	10	0,00006	0,04022987	299545	0,017616	2,27654505	15,0506172	374,115464	
	3 a 4	0,1	200	0	0,00006	0,00022987	2567	0,046175	0,02926818	0,00403205	17,5404348	
	4 a 5	0,15	400	0	0,00006	-0,02977013	-221664	0,018098	-1,68464464	-6,980810	234,490426	
	2 a 5	0,1	200	0	0,00006	-0,01444013	-161278	0,019678	-1,83857423	-6,780625	469,568216	
									SUM	1,29321392	1095,71454	
										ΔQ	-0,00059012	

5 problema de comprobación de diseño de tubería de una red abierta

En la siguiente figura se muestra el esquema de una red abierta que hace de la red matriz del acueducto intervederal de Bituima (Departamento de Cundinamarca). Calcule los caudales que llegan a los embalses B, C, D y E si todas las tuberías del sistema son de asbesto cemento con una rugosidad absoluta de 0,03mm. La viscosidad cinemática del agua se puede asumir como $1,14 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$ y dado que no se ha hecho el diagnóstico del sistema (nadie ha ido a campo para describir e inventariar los accesorios de la red) se debe asumir primera aproximación una condición ideal sin pérdidas menores.

[illegible]



Q salida	0,12
----------	------

ITERAR 3RA VEZ											
Ks	0,00003		Zu1	36,1463						Tubo	Altura
Vis	1,14E-06		Zu2	22,8285						U1-2	13,334
KM										U2-D	10,8285
T	d	l		T	cota		Tubo	Altura	Q	U2-E	22,8285
1	0,45	800		a	43		A-U1	6,85373			
2	0,15	600		b	34		U1-B	2,14627		ΔZ	0,01614
3	0,15	700		c	30		U1-C	6,14627			
4	0,15	300		d	12		U1-U2	13,3178		Zu1	36,1624 NEW ZU1
5	0,15	200		e	0						



Para dar solución a estos problemas se nombran las funciones en Visual Basic, las cuales tienen varias interacciones dependiendo el problema, para que las pérdidas de carga, los caudales de salida y las alturas piezométricas tengan un margen de error ínfimo. La depuración de las líneas de programación para llevar a cabo el programa fueron las siguientes:

Function VELDiHfiLiKsVis(Di, hfi, li, ks, Vis)

Dim num1, num2, de1, de2 As Double

```
num1 = (-2 * (19.62 * Di * hfi) ^ (1 / 2))
```

$$\text{de1} = (\text{li}) \wedge (1 / 2)$$

$$\text{de2} = ((\text{ks} / (3.71 * \text{Di})) + ((2.51 * \text{Vis} * \text{de1}) / (\text{Di} * (19.62 * \text{Di} * \text{hfi})^{(1/2)})))$$

$$\text{VELDiHfiLiKsVis} = (\text{num1} / \text{de1}) * (\text{Log}(\text{de2}) / \text{Log}(10))$$

End Function

Function VELnormal_Q1D1(Q1, D1)

Dim a As Double

$$a = Q1 / ((3.1415926535898 / 4) * (D1 \wedge 2))$$

$$\text{VELnormal_Q1D1} = a$$

End Function

'colebrock'

Function COLEKsDiRe(ks, Di, re)



Dim num1, num2, a, b, c, d, e, f, G, H, I, J, K, L, M, N, Ñ, O, P As Double

a = 0.01

b = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (a) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

c = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (b) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

d = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (c) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

e = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (d) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

f = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (e) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

G = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (f) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

H = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (G) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

I = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (H) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

J = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (I) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

K = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (J) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

L = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (K) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

M = (-2 * (Log((ks / (3.71 * Di)) + (2.51 / (Abs(re) * (L) ^ (1 / 2)))) / Log(10))) ^ -2

COLEKsDiRe = M

End Function

'hm '

Function HM_VelKm(Vel, Km)

Dim a As Double

a = (((Vel) ^ 2) / (2 * 9.81)) * Km

HM_VelKm = a

End Function

'hfi+1'

Function Hfi_1_HFfijoHM(HFfijo, HM)

Dim a As Double

a = HFfijo - HM

Hfi_1_HFfijoHM = a

End Function

'reynols velocidad por diametro sobre vis'



Function reynol_VelDiVis(Vel, Di, Vis)

Dim a As Double

$a = (Vel * Di) / Vis$

reynol_VelDiVis = a

End Function

'reynol 4QPARALELO'

Function reynol4Qparalelo_Q1Di1Vis(Q1, Di1, Vis)

Dim a As Double

$a = (4 * Q1) / (3.1415926535898 * Di1 * Vis)$

reynol4Qparalelo_Q1Di1Vis = a

End Function

'caudal normal'

Function Qnormal_VelArea(Vel, Area)

Dim a As Double

$a = Vel * Area$

Qnormal_VelArea = a

End Function

'Q2 DESDE QT'

'Q1 DESDE QT'

Function Q1deQT_QtD1L1D2L2D3L3(Qt, D1, L1, D2, L2, D3, L3)

Dim a, b, c, d, e, f As Double

$a = ((D1 ^ (5 / 2) / (L1 ^ (1 / 2))))$

$b = ((D2 ^ (5 / 2) / (L2 ^ (1 / 2))))$

$c = ((D3 ^ (5 / 2) / (L3 ^ (1 / 2))))$

If c = 0 Then

$d = Qt * (a / (a + b))$

Else

$d = Qt * (a / (a + b + c))$

End If



Q1deQT_QtD1L1D2L2D3L3 = d

End Function

'hr paralelo'

Function HR_fiLiDisumKMVel(fi, L, Di, sumKM, Vel)

Dim a, b, c, d, e, f As Double

a = (fi * (L / Di) + sumKM) * ((Vel ^ 2) / (2 * 9.81))

HR_fiLiDisumKMVel = a

End Function

'TUBERIA SIMPLE'

Function Simpli_HF_D_AREA_VEL_Q_HM_HFMAS1()

End Function

'SERIE POTENCIA1'

Function SERIEPOTENCIA_Tub_D_L_MATER_KS_Q_VEL_RE_fi_HM_HPERDIDA_KM()

End Function

'SERIE POTENCIA2'

Function

SERIEPOTENCIA2_HBesigualHmasHPERDIDA_PBigualQTporDENSIDADporHBtodosobreEFICIENCIA_PBenHPsobre745punto9()

End Function

'h para energia'

Function Henergia_PotkpaDensidad(PO, den)

Dim a As Double

a = (PO * 1000) / (den * 9.81)

Henergia_PotkpaDensidad = a

End Function

Function potencia_H2Den(H2, den)

Dim a As Double

a = (H2 * den * 9.81) / 1000

potencia_H2Den = a



End Function

Function paralelo_vis_po_den_hener_qt_q2_vrl_fi_hr_po2_qt()

End Function

Function visdesdemi_u_Den(u, den)

Dim a As Double

a = u / den

visdesdemi_u_Den = a

End Function

Conclusiones

El espacio del semillero de investigación permitió la revisión teórica de fundamentos físicos aplicados a la ingeniería civil, en este caso a la comprobación de diseño de redes de tubería de agua o cualquier fluido, para redes abiertas, cerradas, en serie y en paralelo.

Esta estrategia posibilitara una mejora en el proceso de enseñanza y aprendizaje en los espacios académicos de física de ondas fluidos y calor, física de los materiales y mecánica de fluidos.

Para un futuro trabajo de investigación se realizará un estudio dirigido a dos grupos los cuales tomen el mismo espacio académico para observar, medir y concluir a pertinencia del programa y el impacto en el aula de clase.

Bibliografía

- Aristizabal-Ochoa, J. D. (2011). Análisis de primer y segundo-orden y estabilidad de pórticos con conexiones semirrígidas: método de Hardy Cross (I-teoría). *Dyna*, 78(167), 103-111.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2006). *UML: guía do usuário*. Elsevier Brasil.
- Cabrera-Béjar, J. A., & Gueorguiev Tzatchkov, V. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. *Tecnología y ciencias del agua*, 3(2), 05-25.
- Tzatchkov, V. G., & Cortés, F. I. A. (2015). Modelo de la calidad del agua en redes de distribución con flujo permanente. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(1), 61-70.