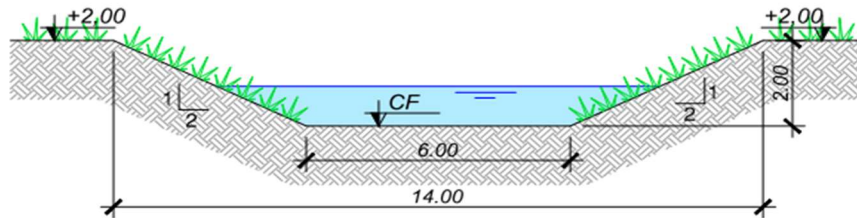


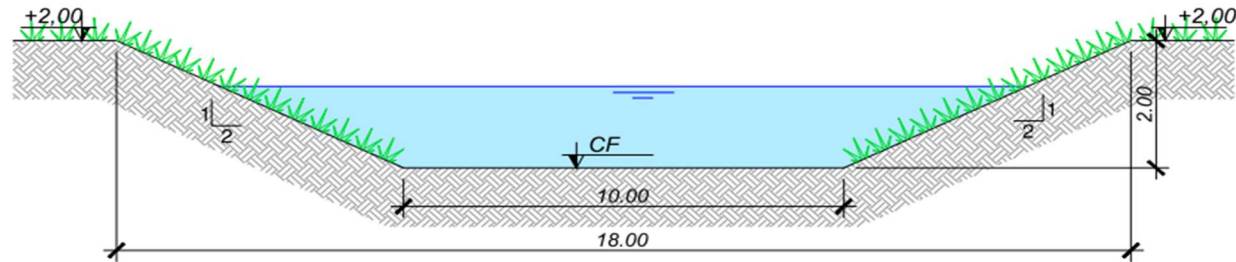
Seção Tipo 01 - Estaca 6+219 à 3+500

ESCALA HORIZONTAL : 1:100
ESCALA VERTICAL : 1:50



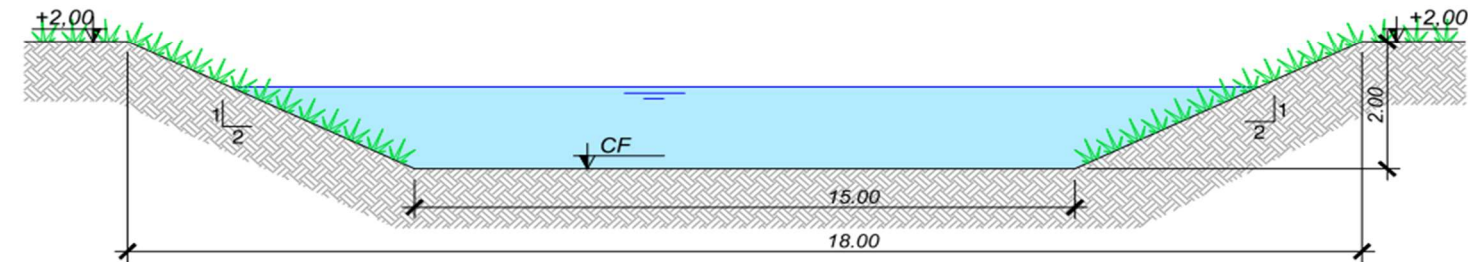
Seção Tipo 02 - Estaca 3+500 à 3+080

ESCALA HORIZONTAL : 1:100
ESCALA VERTICAL : 1:50



Seção Tipo 03 - Estaca 3+080 à 0+000

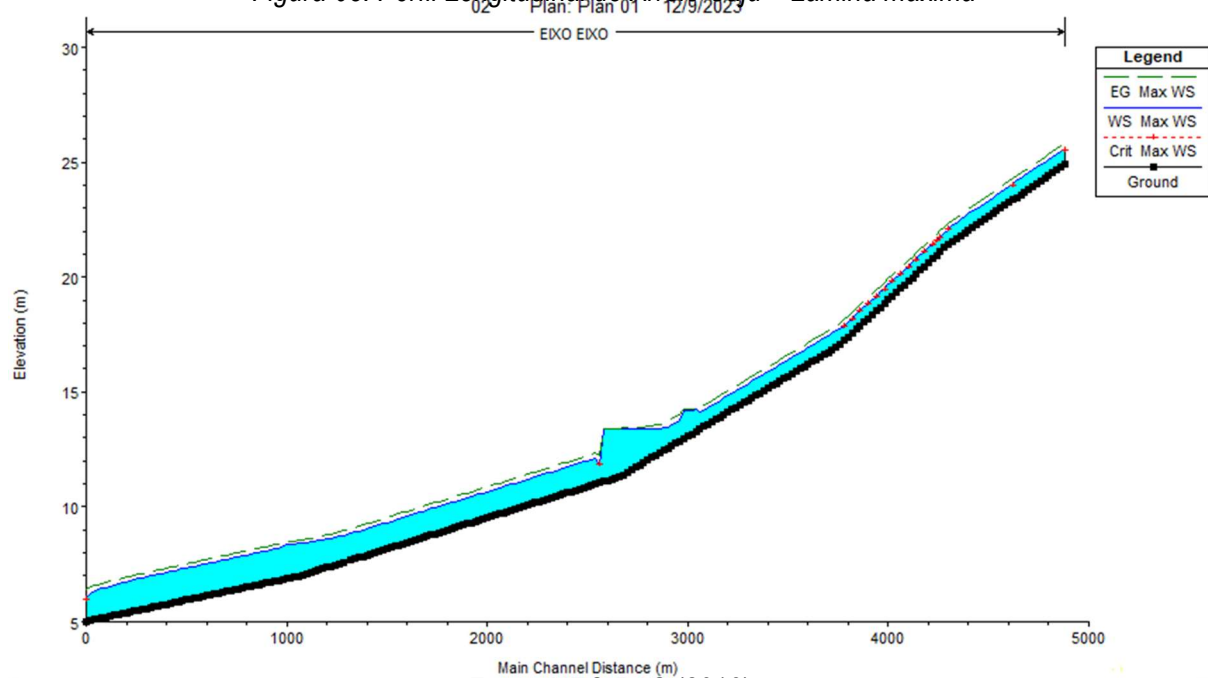
ESCALA HORIZONTAL : 1:100
ESCALA VERTICAL : 1:50



3.3 Lâmina Máxima d'água Atingida pelo Arroio – TR 25 Años

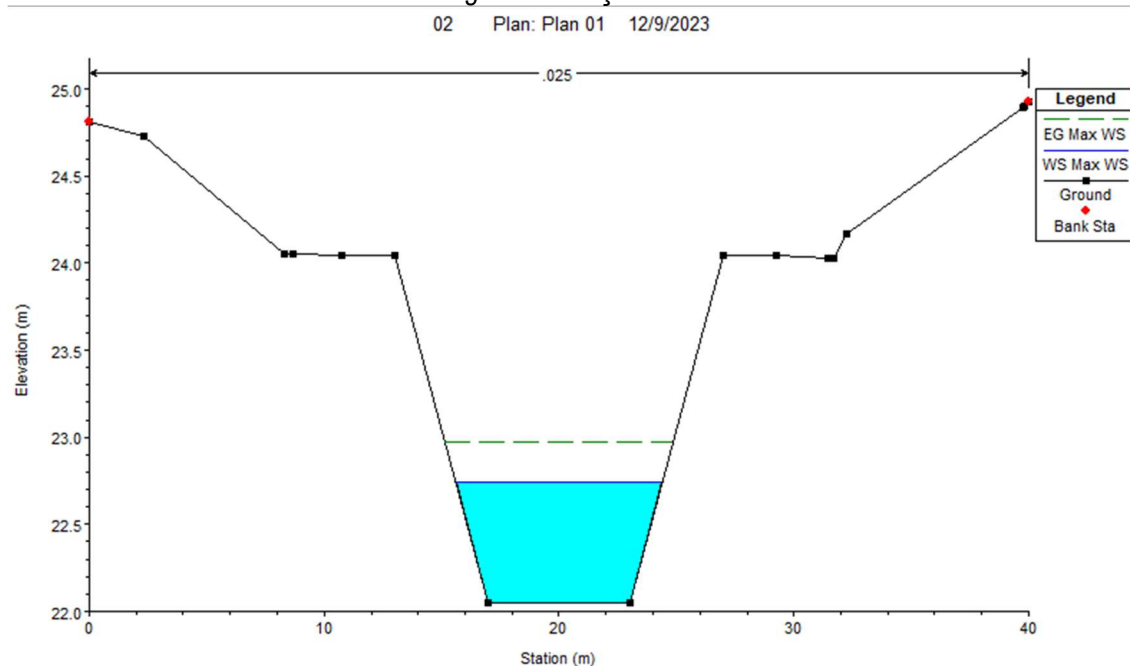
Os gráficos e tabelas abaixo apresentam o perfil da linha d'água para as seções dos arroio dimensionadas com base nos parâmetros hidrológicos, condições de contorno e os parâmetros hidráulicos e geométricos da simulação via HEC-RAS:

Figura 05: Perfil Longitudinal do Arroio Caju – Lâmina máxima



Fonte: HEC-RAS (2016).

Figura 06: Seção 4420



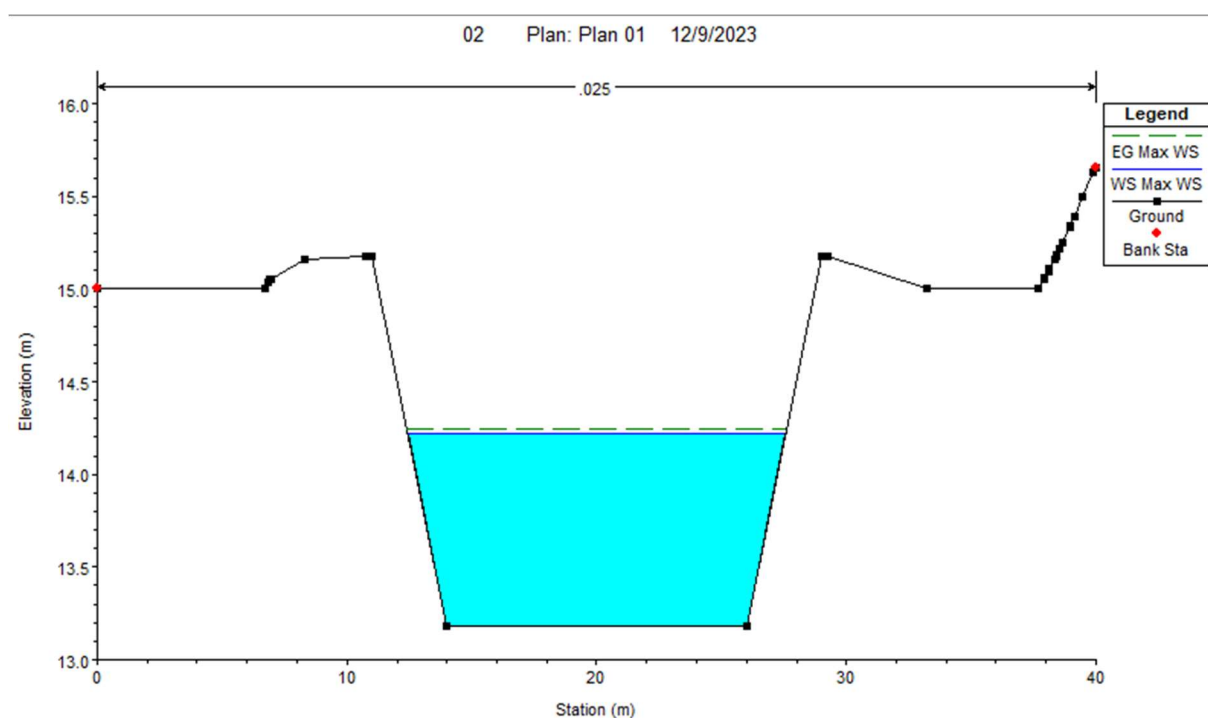
Fonte: HEC-RAS (2016).

Tabela 18: Parâmetros e resultados hidráulicos da simulação na seção 4420

River:	EIXO	Profile:	Max WS	
Reach	EIXO	RS:	4420	Plan: Plan 01
Plan: Plan 01 EIXO EIXO RS: 4420 Profile: Max WS				
E.G. Elev (m)	22.97	Element	Left OB	Channel
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.		0.025
W.S. Elev (m)	22.74	Reach Len. (m)	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		5.15
E.G. Slope (m/m)	0.006035	Area (m2)		5.15
Q Total (m3/s)	10.93	Flow (m3/s)		10.93
Top Width (m)	8.78	Top Width (m)		8.78
Vel Total (m/s)	2.12	Avg. Vel. (m/s)		2.12
Max Chl Dpth (m)	0.70	Hydr. Depth (m)		0.59
Conv. Total (m3/s)	140.6	Conv. (m3/s)		140.6
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		9.11
Min Ch El (m)	22.05	Shear (N/m2)		33.42
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		70.95
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)		73.41
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		71.58

Fonte: HEC-RAS (2016).

Figura 07: Seção 3640



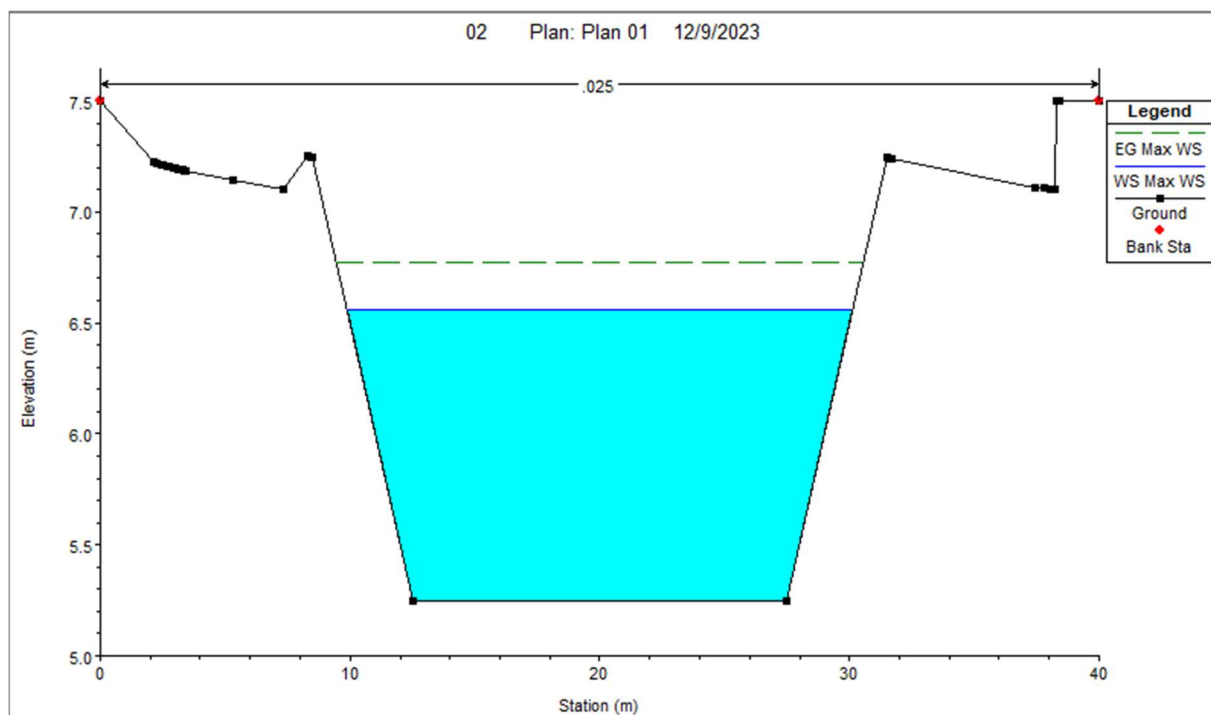
Fonte: HEC-RAS (2016).

Tabela 19: Parâmetros e resultados hidráulicos da simulação na seção 3340

River:	EIXO	Profile:	Max WS		
Reach	EIXO	RS:	3340	↓	↑
		Plan:	Plan 01		
Plan: Plan 01 EIXO EIXO RS: 3340 Profile: Max WS					
E.G. Elev (m)	15.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.		0.025	
W.S. Elev (m)	15.47	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		5.35	
E.G. Slope (m/m)	0.005280	Area (m2)		5.35	
Q Total (m3/s)	10.83	Flow (m3/s)		10.83	
Top Width (m)	8.88	Top Width (m)		8.88	
Vel Total (m/s)	2.02	Avg. Vel. (m/s)		2.02	
Max Chl Dpth (m)	0.72	Hydr. Depth (m)		0.60	
Conv. Total (m3/s)	149.1	Conv. (m3/s)		149.1	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		9.22	
Min Ch El (m)	14.75	Shear (N/m2)		30.07	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		60.83	
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)		68.02	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		62.17	

Fonte: HEC-RAS (2016).

Figura 08: Seção 120



Fonte: HEC-RAS (2016).

Tabela 19: Parâmetros e resultados hidráulicos da simulação na seção 120

River:	EIXO	Profile:	Max WS	
Reach:	EIXO	RS:	120	Plan: Plan 01
Plan: Plan 01 EIXO EIXO RS: 120 Profile: Max WS				
E.G. Elev (m)	6.72	Element	Left OB	Channel
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.		0.025
W.S. Elev (m)	6.50	Reach Len. (m)	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		22.47
E.G. Slope (m/m)	0.002423	Area (m2)		22.47
Q Total (m3/s)	47.07	Flow (m3/s)		47.07
Top Width (m)	19.83	Top Width (m)		19.83
Vel Total (m/s)	2.09	Avg. Vel. (m/s)		2.09
Max Chl Dpth (m)	1.29	Hydr. Depth (m)		1.13
Conv. Total (m3/s)	956.2	Conv. (m3/s)		956.2
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		20.48
Min Ch El (m)	5.21	Shear (N/m2)		26.07
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		54.62
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)		2.12
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		1.98

Fonte: HEC-RAS (2016).

Tabela 20: Parâmetros e resultados hidráulicos de todas as estacas

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
EIXO	4900	Max WS	11.02	24.9	25.58	25.84	0.006862	2.25	4.9	8.38	0.94
EIXO	4880	Max WS	11.01	24.78	25.48	25.71	0.005946	2.12	5.2	8.81	0.88
EIXO	4860	Max WS	11	24.66	25.36	25.59	0.006	2.12	5.18	8.8	0.88
EIXO	4840	Max WS	10.99	24.54	25.24	25.47	0.006008	2.12	5.18	8.8	0.88
EIXO	4820	Max WS	10.98	24.42	25.12	25.35	0.006017	2.12	5.17	8.8	0.88
EIXO	4800	Max WS	10.97	24.3	25	25.23	0.005979	2.12	5.18	8.8	0.88
EIXO	4780	Max WS	10.97	24.18	24.88	25.11	0.00596	2.12	5.18	8.8	0.88
EIXO	4760	Max WS	10.97	24.07	24.76	24.99	0.006115	2.14	5.14	8.78	0.89
EIXO	4740	Max WS	10.97	23.95	24.64	24.87	0.006046	2.13	5.16	8.79	0.89
EIXO	4720	Max WS	10.97	23.83	24.53	24.76	0.005997	2.12	5.17	8.8	0.88
EIXO	4700	Max WS	10.96	23.71	24.41	24.64	0.00602	2.12	5.16	8.79	0.88
EIXO	4680	Max WS	10.96	23.59	24.29	24.52	0.005898	2.11	5.2	8.81	0.88
EIXO	4660	Max WS	10.95	23.47	24.22	24.41	0.004736	1.96	5.6	8.99	0.79
EIXO	4640	Max WS	10.95	23.37	24.03	24.29	0.007355	2.27	4.82	8.63	0.97
EIXO	4620	Max WS	10.95	23.23	23.93	24.16	0.006049	2.13	5.15	8.79	0.89
EIXO	4600	Max WS	10.95	23.12	23.81	24.04	0.006104	2.13	5.13	8.78	0.89
EIXO	4580	Max WS	10.94	23	23.7	23.92	0.005891	2.11	5.19	8.81	0.88
EIXO	4560	Max WS	10.94	22.88	23.56	23.8	0.006521	2.18	5.02	8.73	0.92
EIXO	4540	Max WS	10.94	22.75	23.46	23.68	0.005598	2.07	5.29	8.86	0.86
EIXO	4520	Max WS	10.94	22.64	23.34	23.57	0.006011	2.12	5.16	8.79	0.88
EIXO	4500	Max WS	10.93	22.52	23.22	23.45	0.006034	2.12	5.15	8.79	0.89
EIXO	4480	Max WS	10.93	22.4	23.1	23.33	0.00601	2.12	5.15	8.79	0.88
EIXO	4460	Max WS	10.93	22.28	22.98	23.21	0.005937	2.11	5.18	8.8	0.88
EIXO	4440	Max WS	10.93	22.17	22.86	23.09	0.005991	2.12	5.16	8.79	0.88
EIXO	4420	Max WS	10.93	22.05	22.74	22.97	0.006035	2.12	5.15	8.78	0.89
EIXO	4400	Max WS	10.92	21.93	22.62	22.85	0.006052	2.12	5.14	8.78	0.89
EIXO	4380	Max WS	10.92	21.81	22.51	22.73	0.005939	2.11	5.17	8.8	0.88
EIXO	4360	Max WS	10.92	21.69	22.37	22.61	0.006608	2.19	4.99	8.71	0.92
EIXO	4340	Max WS	10.88	21.56	22.28	22.49	0.005252	2.02	5.38	8.91	0.83
EIXO	4320	Max WS	10.91	21.43	22.05	22.35	0.009264	2.45	4.45	8.46	1.08
EIXO	4300	Max WS	10.81	21.27	21.94	22.18	0.006831	2.21	4.9	8.67	0.94
EIXO	4280	Max WS	10.88	21.11	21.72	22.03	0.009264	2.45	4.44	8.46	1.08
EIXO	4260	Max WS	10.86	20.95	21.61	21.86	0.006926	2.22	4.89	8.67	0.94
EIXO	4240	Max WS	10.9	20.78	21.4	21.71	0.00916	2.44	4.46	8.47	1.07
EIXO	4220	Max WS	10.73	20.62	21.29	21.54	0.006804	2.2	4.88	8.66	0.94
EIXO	4200	Max WS	10.89	20.46	21.08	21.38	0.009192	2.44	4.45	8.46	1.08
EIXO	4180	Max WS	10.83	20.3	20.98	21.22	0.006578	2.18	4.97	8.7	0.92
EIXO	4160	Max WS	10.77	20.14	20.75	21.05	0.009339	2.45	4.4	8.44	1.08
EIXO	4140	Max WS	10.83	19.98	20.67	20.9	0.006155	2.13	5.08	8.76	0.89
EIXO	4120	Max WS	10.87	19.82	20.42	20.74	0.010039	2.52	4.32	8.4	1.12
EIXO	4100	Max WS	10.87	19.66	20.34	20.58	0.006246	2.14	5.07	8.75	0.9
EIXO	4080	Max WS	10.88	19.49	20.09	20.42	0.010051	2.52	4.32	8.4	1.12
EIXO	4060	Max WS	10.87	19.33	20.01	20.25	0.006496	2.17	5	8.72	0.92
EIXO	4040	Max WS	10.87	19.17	19.78	20.09	0.009641	2.48	4.38	8.43	1.1
EIXO	4020	Max WS	10.87	19.01	19.69	19.93	0.006559	2.18	4.99	8.71	0.92
EIXO	4000	Max WS	10.87	18.85	19.45	19.77	0.009727	2.49	4.36	8.42	1.1
EIXO	3980	Max WS	10.85	18.69	19.37	19.61	0.006212	2.14	5.07	8.75	0.9
EIXO	3960	Max WS	10.86	18.53	19.12	19.45	0.010092	2.52	4.31	8.39	1.12
EIXO	3940	Max WS	10.87	18.36	19.05	19.29	0.006219	2.14	5.08	8.75	0.9
EIXO	3920	Max WS	10.87	18.2	18.8	19.13	0.010316	2.54	4.28	8.38	1.13
EIXO	3900	Max WS	10.85	18.04	18.73	18.96	0.006047	2.12	5.12	8.77	0.89
EIXO	3880	Max WS	10.86	17.88	18.48	18.8	0.010174	2.53	4.3	8.39	1.13
EIXO	3860	Max WS	10.87	17.72	18.4	18.64	0.006361	2.16	5.04	8.73	0.91
EIXO	3840	Max WS	10.87	17.56	18.16	18.48	0.009776	2.49	4.36	8.42	1.11
EIXO	3820	Max WS	10.86	17.4	18.07	18.32	0.006665	2.19	4.96	8.7	0.93
EIXO	3800	Max WS	10.86	17.23	17.84	18.15	0.009653	2.48	4.38	8.43	1.1

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
EIXO	3780	Max WS	10.86	17.07	17.74	17.99	0.006833	2.21	4.91	8.68	0.94
EIXO	3760	Max WS	10.86	16.94	17.66	17.87	0.005297	2.03	5.36	8.88	0.83
EIXO	3740	Max WS	10.86	16.84	17.56	17.77	0.005257	2.02	5.37	8.89	0.83
EIXO	3720	Max WS	10.86	16.73	17.45	17.66	0.005288	2.03	5.36	8.88	0.83
EIXO	3700	Max WS	10.85	16.63	17.35	17.56	0.005287	2.03	5.36	8.88	0.83
EIXO	3680	Max WS	10.85	16.52	17.25	17.45	0.005234	2.02	5.38	8.88	0.83
EIXO	3660	Max WS	10.85	16.42	17.14	17.35	0.005246	2.02	5.37	8.89	0.83
EIXO	3640	Max WS	10.85	16.32	17.03	17.24	0.005325	2.03	5.35	8.89	0.84
EIXO	3620	Max WS	10.85	16.21	16.93	17.14	0.00541	2.04	5.32	8.86	0.84
EIXO	3600	Max WS	10.84	16.1	16.83	17.03	0.005157	2.01	5.4	8.91	0.82
EIXO	3580	Max WS	10.84	16	16.71	16.93	0.005528	2.06	5.28	8.84	0.85
EIXO	3560	Max WS	10.84	15.89	16.62	16.82	0.004987	1.99	5.46	8.92	0.81
EIXO	3540	Max WS	10.84	15.79	16.51	16.72	0.005222	2.02	5.38	8.89	0.83
EIXO	3520	Max WS	10.84	15.69	16.4	16.62	0.005387	2.04	5.32	8.86	0.84
EIXO	3500	Max WS	10.84	15.58	16.3	16.51	0.005184	2.01	5.39	8.87	0.83
EIXO	3480	Max WS	10.84	15.48	16.2	16.41	0.005234	2.02	5.37	8.89	0.83
EIXO	3460	Max WS	10.84	15.37	16.09	16.3	0.005287	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3440	Max WS	10.84	15.27	15.99	16.2	0.005231	2.02	5.37	8.89	0.83
EIXO	3420	Max WS	10.83	15.17	15.88	16.09	0.005306	2.03	5.35	8.87	0.83
EIXO	3400	Max WS	10.83	15.06	15.76	15.98	0.005677	2.07	5.22	8.82	0.86
EIXO	3380	Max WS	10.83	14.96	15.69	15.88	0.004826	1.94	5.59	9.27	0.8
EIXO	3360	Max WS	10.83	14.85	15.57	15.78	0.005241	2.02	5.37	8.88	0.83
EIXO	3340	Max WS	10.83	14.75	15.47	15.68	0.00528	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3320	Max WS	10.83	14.64	15.36	15.57	0.00524	2.02	5.37	8.88	0.83
EIXO	3300	Max WS	10.83	14.54	15.26	15.47	0.005285	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3280	Max WS	10.83	14.43	15.15	15.36	0.005229	2.02	5.37	8.89	0.83
EIXO	3260	Max WS	10.82	14.33	15.05	15.26	0.005264	2.02	5.36	8.88	0.83
EIXO	3240	Max WS	10.82	14.22	14.94	15.15	0.005241	2.02	5.36	8.88	0.83
EIXO	3220	Max WS	10.82	14.12	14.84	15.05	0.005272	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3200	Max WS	10.82	14.02	14.73	14.94	0.005287	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3180	Max WS	10.82	13.91	14.63	14.84	0.005262	2.02	5.36	8.88	0.83
EIXO	3160	Max WS	10.82	13.81	14.53	14.73	0.00523	2.01	5.38	8.94	0.83
EIXO	3140	Max WS	10.82	13.7	14.42	14.63	0.005229	2.02	5.37	8.88	0.83
EIXO	3120	Max WS	10.82	13.6	14.32	14.52	0.00529	2.02	5.35	8.88	0.83
EIXO	3100	Max WS	10.42	13.49	14.22	14.41	0.004755	1.93	5.4	8.9	0.79
EIXO	3080	Max WS	10.06	13.39	14.16	14.31	0.003565	1.73	5.82	9.09	0.69
EIXO	3060	Max WS	10.19	13.28	14.22	14.26	0.000533	0.81	12.61	14.82	0.28
EIXO	3040	Max WS	10.19	13.18	14.22	14.25	0.000376	0.72	14.13	15.12	0.24
EIXO	3020	Max WS	10.18	13.07	14.22	14.24	0.000273	0.65	15.7	15.43	0.21
EIXO	3000	Max WS	10.18	12.97	14.22	14.23	0.000203	0.59	17.3	15.74	0.18
EIXO	2980	Max WS	27.76	12.87	13.73	14.03	0.005193	2.41	11.54	14.6	0.86
EIXO	2960	Max WS	27.76	12.76	13.64	13.93	0.004982	2.37	11.69	14.63	0.85
EIXO	2940	Max WS	27.76	12.66	13.57	13.83	0.00429	2.26	12.28	14.75	0.79
EIXO	2920	Max WS	26.84	12.55	13.44	13.72	0.004705	2.34	11.46	13.78	0.82
EIXO	2900	Max WS	26.84	12.45	13.44	13.64	0.003098	2.01	13.35	14.97	0.68
EIXO	2880	Max WS	26.84	12.34	13.42	13.59	0.002332	1.83	14.66	15.23	0.6
EIXO	2860	Max WS	26.84	12.24	13.41	13.55	0.001761	1.67	16.08	15.51	0.52
EIXO	2840	Max WS	26.83	12.14	13.4	13.52	0.001314	1.5	17.88	16.3	0.46
EIXO	2820	Max WS	26.83	12.03	13.4	13.5	0.001031	1.4	19.21	16.1	0.41
EIXO	2800	Max WS	26.93	11.92	13.39	13.48	0.000811	1.29	20.86	16.41	0.37
EIXO	2780	Max WS	26.92	11.82	13.39	13.46	0.000643	1.19	22.55	16.71	0.33
EIXO	2760	Max WS	26.91	11.71	13.4	13.45	0.000542	1.05	25.68	20.66	0.3
EIXO	2740	Max WS	26.89	11.61	13.39	13.44	0.000419	1.03	26.06	17.33	0.27
EIXO	2720	Max WS	26.88	11.51	13.39	13.44	0.000343	0.96	27.89	17.65	0.24
EIXO	2700	Max WS	26.87	11.4	13.39	13.43	0.000284	0.9	29.73	17.96	0.22
EIXO	2680	Max WS	26.86	11.32	13.39	13.42	0.000328	0.85	31.55	23.47	0.23

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch EI (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EIXO	2660	Max WS	26.85	11.26	13.38	13.42	0.00029	0.82	32.79	23.49	0.22
EIXO	2640	Max WS	26.84	11.21	13.39	13.41	0.000144	0.63	42.6	27.37	0.16
EIXO	2620	Max WS	26.83	11.15	13.39	13.41	0.000112	0.62	43.55	23.52	0.14
EIXO	2600	Max WS	26.82	11.1	13.39	13.41	0.000122	0.59	45.49	28.52	0.15
EIXO	2580	Max WS	29.09	11.05	11.78	12.25	0.010151	3.04	9.58	14.19	1.18
EIXO	2560	Max WS	39.83	10.99	12.12	12.33	0.002719	2.05	19.47	19.51	0.65
EIXO	2540	Max WS	39.83	10.94	12.06	12.28	0.002767	2.06	19.3	19.3	0.66
EIXO	2520	Max WS	39.83	10.88	12.01	12.22	0.002719	2.05	19.47	19.51	0.65
EIXO	2500	Max WS	39.83	10.83	11.96	12.17	0.002721	2.05	19.47	19.51	0.65
EIXO	2480	Max WS	39.83	10.77	11.9	12.12	0.00272	2.05	19.47	19.51	0.65
EIXO	2460	Max WS	39.81	10.72	11.85	12.06	0.002723	2.05	19.45	19.51	0.65
EIXO	2440	Max WS	39.81	10.66	11.79	12.01	0.002711	2.04	19.48	19.52	0.65
EIXO	2420	Max WS	39.81	10.61	11.74	11.95	0.002713	2.04	19.48	19.51	0.65
EIXO	2400	Max WS	39.81	10.56	11.69	11.9	0.002718	2.05	19.47	19.51	0.65
EIXO	2380	Max WS	39.81	10.5	11.63	11.84	0.00272	2.05	19.46	19.51	0.65
EIXO	2360	Max WS	39.81	10.45	11.58	11.79	0.002723	2.05	19.45	19.51	0.65
EIXO	2340	Max WS	39.8	10.39	11.52	11.74	0.002728	2.05	19.44	19.51	0.65
EIXO	2320	Max WS	39.8	10.34	11.47	11.68	0.002717	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2300	Max WS	39.8	10.29	11.41	11.63	0.002717	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2280	Max WS	39.8	10.23	11.36	11.57	0.002719	2.05	19.46	19.51	0.65
EIXO	2260	Max WS	39.78	10.18	11.31	11.52	0.002717	2.04	19.46	19.51	0.65
EIXO	2240	Max WS	39.78	10.12	11.25	11.46	0.002717	2.04	19.46	19.51	0.65
EIXO	2220	Max WS	39.78	10.07	11.2	11.41	0.002715	2.04	19.46	19.51	0.65
EIXO	2200	Max WS	39.78	10.02	11.14	11.36	0.002711	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2180	Max WS	39.78	9.96	11.09	11.3	0.002711	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2160	Max WS	39.78	9.91	11.03	11.25	0.002714	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2140	Max WS	39.77	9.85	10.98	11.19	0.002713	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2120	Max WS	39.77	9.8	10.93	11.14	0.002718	2.04	19.45	19.51	0.65
EIXO	2100	Max WS	39.77	9.75	10.87	11.09	0.002723	2.05	19.44	19.51	0.65
EIXO	2080	Max WS	39.77	9.69	10.82	11.03	0.002707	2.04	19.48	19.51	0.65
EIXO	2060	Max WS	39.76	9.64	10.76	10.98	0.002712	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2040	Max WS	39.75	9.58	10.71	10.92	0.00271	2.04	19.47	19.51	0.65
EIXO	2020	Max WS	39.75	9.53	10.66	10.87	0.002712	2.04	19.46	19.51	0.65
EIXO	2000	Max WS	39.75	9.47	10.6	10.81	0.002715	2.04	19.45	19.51	0.65
EIXO	1980	Max WS	39.75	9.42	10.55	10.76	0.002717	2.04	19.45	19.51	0.65
EIXO	1960	Max WS	39.75	9.36	10.49	10.71	0.002702	2.04	19.48	19.52	0.65
EIXO	1940	Max WS	39.74	9.31	10.44	10.65	0.002699	2.04	19.49	19.52	0.65
EIXO	1920	Max WS	39.74	9.26	10.39	10.6	0.002674	2.02	19.64	19.8	0.65
EIXO	1900	Max WS	39.74	9.2	10.33	10.55	0.002681	2.03	19.53	19.53	0.65
EIXO	1880	Max WS	39.74	9.14	10.28	10.49	0.002637	2.02	19.64	19.55	0.64
EIXO	1860	Max WS	39.73	9.09	10.23	10.44	0.002631	2.02	19.65	19.55	0.64
EIXO	1840	Max WS	39.73	9.04	10.18	10.39	0.002612	2.02	19.7	19.56	0.64
EIXO	1820	Max WS	39.73	8.99	10.13	10.34	0.002578	2.01	19.78	19.58	0.64
EIXO	1800	Max WS	39.73	8.93	10.08	10.29	0.002533	2	19.9	19.6	0.63
EIXO	1780	Max WS	39.72	8.88	10.03	10.23	0.002487	1.98	20.01	19.62	0.63
EIXO	1760	Max WS	39.72	8.82	9.99	10.19	0.002427	1.97	20.18	19.66	0.62
EIXO	1740	Max WS	39.72	8.77	9.95	10.14	0.002346	1.95	20.4	19.7	0.61
EIXO	1720	Max WS	40.8	8.72	9.86	10.08	0.002716	2.06	19.79	19.58	0.65
EIXO	1700	Max WS	40.8	8.66	9.81	10.02	0.002719	2.06	19.78	19.58	0.66
EIXO	1680	Max WS	40.8	8.61	9.75	9.97	0.002723	2.06	19.77	19.57	0.66
EIXO	1660	Max WS	40.79	8.55	9.7	9.91	0.002705	2.06	19.83	19.62	0.65
EIXO	1640	Max WS	40.79	8.5	9.64	9.86	0.002725	2.06	19.76	19.57	0.66
EIXO	1620	Max WS	40.77	8.44	9.59	9.81	0.00271	2.06	19.79	19.58	0.65
EIXO	1600	Max WS	40.77	8.39	9.54	9.75	0.002708	2.06	19.8	19.58	0.65

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
EIXO	1580	Max WS	40.77	8.34	9.48	9.7	0.002708	2.06	19.8	19.58	0.65
EIXO	1560	Max WS	40.77	8.28	9.43	9.64	0.00271	2.06	19.79	19.58	0.65
EIXO	1540	Max WS	40.77	8.23	9.37	9.59	0.00271	2.06	19.79	19.58	0.65
EIXO	1520	Max WS	40.77	8.17	9.32	9.54	0.002707	2.06	19.8	19.58	0.65
EIXO	1500	Max WS	40.77	8.12	9.27	9.48	0.00269	2.05	19.84	19.59	0.65
EIXO	1480	Max WS	40.74	8.06	9.21	9.43	0.002717	2.07	19.72	19.44	0.66
EIXO	1460	Max WS	40.74	8.01	9.16	9.37	0.002687	2.05	19.84	19.59	0.65
EIXO	1440	Max WS	40.74	7.96	9.1	9.32	0.002682	2.05	19.85	19.59	0.65
EIXO	1420	Max WS	40.74	7.9	9.05	9.27	0.002665	2.05	19.9	19.6	0.65
EIXO	1400	Max WS	40.74	7.85	9	9.21	0.002639	2.04	19.97	19.66	0.65
EIXO	1380	Max WS	40.74	7.79	8.95	9.16	0.002614	2.03	20.02	19.63	0.64
EIXO	1360	Max WS	40.74	7.74	8.9	9.11	0.002585	2.03	20.09	19.64	0.64
EIXO	1340	Max WS	40.71	7.69	8.85	9.06	0.002547	2.02	20.18	19.66	0.64
EIXO	1300	Max WS	40.71	7.58	8.76	8.96	0.00244	1.99	20.47	19.72	0.62
EIXO	1280	Max WS	40.71	7.52	8.71	8.91	0.002359	1.97	20.7	19.76	0.61
EIXO	1260	Max WS	40.71	7.47	8.67	8.86	0.002278	1.94	20.94	19.81	0.6
EIXO	1240	Max WS	40.7	7.41	8.63	8.82	0.002181	1.92	21.24	19.87	0.59
EIXO	1220	Max WS	40.7	7.36	8.6	8.78	0.002077	1.89	21.59	19.94	0.58
EIXO	1200	Max WS	40.7	7.31	8.56	8.74	0.001964	1.85	21.99	20.02	0.56
EIXO	1180	Max WS	40.7	7.25	8.53	8.7	0.001842	1.81	22.46	20.12	0.55
EIXO	1160	Max WS	40.69	7.2	8.5	8.66	0.001711	1.77	23.02	20.23	0.53
EIXO	1140	Max WS	40.69	7.14	8.48	8.63	0.001587	1.72	23.6	20.34	0.51
EIXO	1120	Max WS	40.69	7.09	8.46	8.6	0.001464	1.68	24.24	20.47	0.49
EIXO	1100	Max WS	40.69	7.04	8.44	8.57	0.001345	1.63	24.94	20.6	0.47
EIXO	1080	Max WS	40.68	6.99	8.42	8.55	0.001251	1.59	25.55	20.72	0.46
EIXO	1060	Max WS	40.68	6.95	8.4	8.52	0.001205	1.57	25.87	20.78	0.45
EIXO	1040	Max WS	40.68	6.91	8.38	8.5	0.001157	1.55	26.23	20.85	0.44
EIXO	1020	Max WS	40.68	6.88	8.36	8.48	0.001109	1.53	26.6	20.92	0.43
EIXO	1000	Max WS	40.67	6.84	8.34	8.45	0.001062	1.51	26.99	21	0.42
EIXO	980	Max WS	47.28	6.8	8.2	8.38	0.001851	1.91	24.78	20.57	0.56
EIXO	960	Max WS	47.28	6.77	8.16	8.34	0.001851	1.91	24.78	20.57	0.56
EIXO	940	Max WS	47.28	6.73	8.12	8.31	0.001848	1.91	24.79	20.58	0.55
EIXO	920	Max WS	47.24	6.69	8.08	8.27	0.001845	1.91	24.79	20.58	0.55
EIXO	900	Max WS	47.24	6.65	8.05	8.23	0.001844	1.9	24.8	20.58	0.55
EIXO	880	Max WS	47.24	6.62	8.01	8.2	0.001841	1.9	24.81	20.58	0.55
EIXO	860	Max WS	47.24	6.58	7.98	8.16	0.001839	1.9	24.82	20.58	0.55
EIXO	840	Max WS	47.24	6.54	7.94	8.12	0.001838	1.9	24.83	20.58	0.55
EIXO	820	Max WS	47.23	6.51	7.9	8.09	0.001834	1.9	24.84	20.58	0.55
EIXO	800	Max WS	47.23	6.47	7.87	8.05	0.001831	1.9	24.86	20.59	0.55
EIXO	780	Max WS	47.23	6.43	7.83	8.01	0.001826	1.9	24.87	20.59	0.55
EIXO	760	Max WS	47.19	6.4	7.79	7.98	0.00182	1.9	24.89	20.59	0.55
EIXO	740	Max WS	47.19	6.36	7.76	7.94	0.001815	1.89	24.91	20.6	0.55

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
EIXO	720	Max WS	47.19	6.32	7.67	7.9	0.002281	2.12	22.24	17.94	0.61
EIXO	700	Max WS	47.19	6.28	7.67	7.86	0.001861	1.91	24.71	20.56	0.56
EIXO	680	Max WS	47.19	6.25	7.63	7.82	0.00188	1.92	24.59	20.47	0.56
EIXO	660	Max WS	47.19	6.21	7.6	7.78	0.001865	1.91	24.69	20.56	0.56
EIXO	640	Max WS	47.19	6.17	7.56	7.75	0.001865	1.91	24.69	20.55	0.56
EIXO	620	Max WS	47.18	6.14	7.52	7.71	0.001866	1.91	24.68	20.55	0.56
EIXO	600	Max WS	47.15	6.1	7.49	7.67	0.001866	1.91	24.67	20.55	0.56
EIXO	580	Max WS	47.15	6.06	7.45	7.63	0.001868	1.91	24.66	20.55	0.56
EIXO	560	Max WS	47.15	6.02	7.41	7.6	0.001869	1.91	24.66	20.55	0.56
EIXO	540	Max WS	47.15	5.99	7.37	7.56	0.001869	1.91	24.66	20.55	0.56
EIXO	520	Max WS	47.15	5.95	7.34	7.52	0.001873	1.91	24.64	20.54	0.56
EIXO	500	Max WS	47.14	5.91	7.3	7.49	0.001876	1.91	24.62	20.54	0.56
EIXO	480	Max WS	47.14	5.88	7.26	7.45	0.001877	1.91	24.62	20.54	0.56
EIXO	460	Max WS	47.14	5.84	7.22	7.41	0.001881	1.92	24.6	20.54	0.56
EIXO	440	Max WS	47.14	5.8	7.19	7.37	0.001883	1.92	24.59	20.54	0.56
EIXO	420	Max WS	47.13	5.76	7.15	7.34	0.001888	1.92	24.57	20.53	0.56
EIXO	400	Max WS	47.11	5.73	7.11	7.3	0.001892	1.92	24.54	20.53	0.56
EIXO	380	Max WS	47.11	5.69	7.06	7.26	0.001956	1.95	24.13	20.13	0.57
EIXO	360	Max WS	47.1	5.65	7.02	7.22	0.001978	1.96	24.03	20.08	0.57
EIXO	340	Max WS	47.1	5.62	7	7.18	0.001874	1.9	24.75	20.85	0.56
EIXO	320	Max WS	47.1	5.58	6.95	7.14	0.001932	1.93	24.37	20.49	0.57
EIXO	300	Max WS	47.1	5.54	6.91	7.11	0.001943	1.94	24.32	20.48	0.57
EIXO	280	Max WS	47.1	5.51	6.87	7.07	0.001956	1.94	24.27	20.47	0.57
EIXO	260	Max WS	47.1	5.47	6.83	7.03	0.001973	1.95	24.2	20.46	0.57
EIXO	240	Max WS	47.1	5.43	6.77	6.99	0.002227	2.06	22.81	19.16	0.6
EIXO	220	Max WS	47.09	5.39	6.74	6.94	0.002079	1.98	23.73	20.25	0.59
EIXO	200	Max WS	47.09	5.36	6.7	6.9	0.002094	1.99	23.72	20.37	0.59
EIXO	180	Max WS	47.09	5.32	6.65	6.86	0.002135	2	23.57	20.33	0.59
EIXO	160	Max WS	47.09	5.28	6.61	6.82	0.00219	2.02	23.37	20.3	0.6
EIXO	140	Max WS	47.07	5.25	6.56	6.77	0.002258	2.04	23.13	20.25	0.61
EIXO	120	Max WS	47.07	5.21	6.5	6.72	0.002423	2.09	22.47	19.83	0.63
EIXO	100	Max WS	47.07	5.17	6.45	6.67	0.002479	2.1	22.42	20.11	0.63
EIXO	80	Max WS	47.07	5.14	6.39	6.62	0.002647	2.15	21.94	20.01	0.65
EIXO	60	Max WS	47.07	5.1	6.32	6.57	0.002907	2.21	21.27	19.88	0.68
EIXO	40	Max WS	47.07	5.06	6.23	6.51	0.003366	2.32	20.26	19.67	0.73
EIXO	20	Max WS	47.07	5.02	6.06	6.42	0.005026	2.65	17.76	19.16	0.88

Fonte: HEC-RAS (2016).

3.4 Dimensionamento das Galerias Existentes

Ao longo do trecho do arroio estudado incidem galerias, pontes e travessias que foram redimensionadas para atender as vazões das simulações citadas no item 3.3. As informações foram obtidas a partir do levantamento topográfico, conforme segue:

- ➔ Estaca 5+386: Galeria tubular com 2 x Ø = 0,80m e 11,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+250: Galeria tubular com Ø = 1,00m e 27,50 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+120: Galeria tubular com Ø = 1,60m e 6,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+060: Galeria tubular com 3 x Ø = 0,80m e 12,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+830: Galeria tubular com Ø = 1,50m e 4,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+790: Galeria tubular com 2 x Ø = 1,10m e 20,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+750: Galeria tubular com 2 x Ø = 1,00m e 12,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+700: Galeria tubular com Ø = 2,00m e 16,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+320: Galeria tubular com 3 x Ø = 1,10m e 10,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 2+700: ponte na extensão de 8,00 metros de comprimento;

3.4.1 Equação da Capacidade da Canalização

Para o cálculo da capacidade da canalização foi utilizada a equação de Manning, na qual a vazão de uma canalização a plena seção é dada por:

$$Q_c = \frac{1}{n} S x R^{\frac{2}{3}} x I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

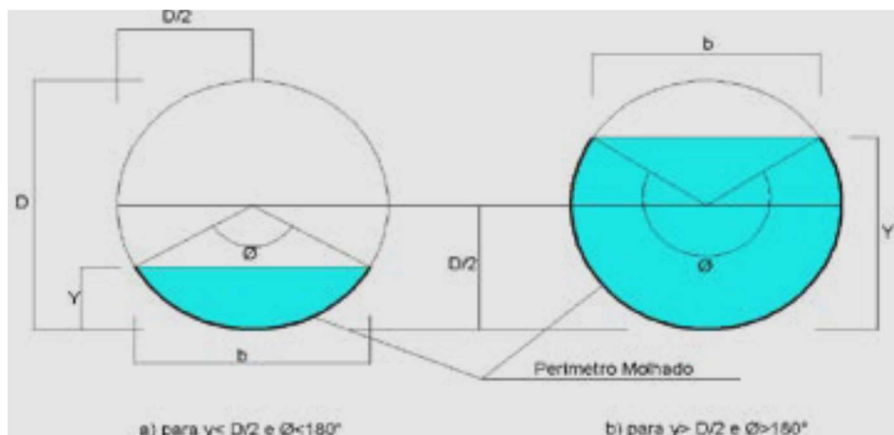
Qc: vazão do conduto a seção plena (m³/s);

n: coeficiente de rugosidade de Manning (0,013);

S: área da seção do conduto (m²);

R: raio Hidráulico (m);

I: declividade adotada para o trecho (m/m);



O dimensionamento das galerias é feito através das equações hidráulicas de movimento uniforme de Manning, considerando a seção do tubo trabalhando em 80% de sua capacidade por motivo de segurança.

Tem-se o fator hidráulico “m”;

$$m = \frac{Q * n}{D^{8/3} * I^{1/2}} \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

m: Coeficiente adimensional

Q: Vazão de projeto (m³/s);

n: Coeficiente de rugosidade (0,013);

D: Diâmetro do tubo (m);

I: Declividade da tubulação (m/m).

Assim da fórmula de Manning podemos apresentar da seguinte forma e genérica para o diâmetro necessário:

$$D = m * \left(n * Q * I^{-1/2} \right)^{3/8} \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

D: Diâmetro necessário (m);

m: Coeficiente adimensional;

n: Coeficiente de rugosidade (0,013);

Q: Vazão de projeto (m³/s);

I: Declividade da tubulação (m/m).

O diâmetro e espessura dos tubos utilizados é o definido pela NBR 8890/2007 para águas pluviais, imediatamente acima do valor necessário calculado anteriormente.

3.4.2 Equação da Velocidade de Escoamento da Canalização

Para o cálculo da velocidade da canalização também foi utilizada a equação de Manning, conforme abaixo:

$$V = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

V: velocidade de escoamento a seção plena (m³/s);

n: coeficiente de rugosidade de Manning (0,013);

R: raio Hidráulico (m);

I: declividade adotada para o trecho (m/m);

3.4.3 Resultados do Dimensionamento

Foi aplicado a sistemática de cálculo conforme os itens 3.4.1 e 3.4.2 e determinou-se as novas galerias em substituição as existentes de maneira a atender a vazão de passagem para TR 15 anos. Abaixo segue resultados supracitados:

- ➔ Estaca 5+386: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 11,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+250: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 27,50 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+120: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 6,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 5+060: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 12,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+830: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 4,30 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+790: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 20,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+750: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 12,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+700: **Galeria celular (2,00m x 2,00m)** e 16,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 3+320: **Galeria celular 2 x (2,50m x 2,00m)** e 10,00 metros de comprimento;
- ➔ Estaca 2+700: **Galeria celular 3 x (2,50m x 2,00m)** e 8,00 metros de comprimento;

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo hidrológico teve por objetivo determinar e dimensionar os parâmetros hidrológicos da bacia hidrográfica do Arroio Caju, localizado no município de Nova Santa Rita, com área tributária total de 24,068 km² subdividido em 05 subbacias principais.

O ponto de descarte do emissário pluvial e efluente da ETE do Condomínio Oliveira no referido córrego será na estaca 5+810 com as seguintes coordenadas geográficas decimais: LATITUDE: -29.846594° e LONGITUDE: -51.262403°:

Para o dimensionamento hidrológico das sub-bacias utilizou-se a equação IDF (Intensidade-Duração-Frequência) do posto pluviométrico do Aeroporto, tempos de retorno (TR) de 5, 10, 25 e 50 anos, coeficiente curva número (CN) determinados especificamente conforme a ocupação e tipo de solo de cada subbacia e vazões máximas determinadas pelos respectivos hidrogramas via método Soil Conservation Service (SCS).

A simulação hidrodinâmica, realizada para determinação da lâmina d'água máxima de projeto, foi calculada pelo software HEC-RAS em regime não permanente resolvido através das variações da Equação *Saint-Venant (1871)*. Foram dimensionadas 03 seções de escoamento do tipo trapezoidal com inclinação dos taludes das margens em 2H:1V e profundidade média na ordem de 2,00 metros para o trecho de estudo do Arroio Caju cujas dimensões estão especificadas no item 3.3 deste estudo atendendo as vazões máximas para um tempo de recorrência (TR) de 25 anos. Ainda assim, conforme o item 3.4, foram dimensionadas todas as galerias tubulares existentes em atendimento as vazões calculadas para um tempo de recorrência (TR) de 15 anos.

Demais especificações e orientações técnicas consultar o Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) e Plano diretor de drenagem urbana (PDDrU). Sistema de proteção contra enchentes. DEP/PMPA/IPH/UFRGS. Porto Alegre: PMPA, 2005.

Porto Alegre, 15 de janeiro de 2024.

Anderson Luiz de Souza

Engenheiro Civil – CREA/RS 248.150

5 ANEXOS