

ANEXO A.3

**“Metodología de Cálculo
para la Estimación de Lugares de
Aflojamiento en el río Aconcagua”**

METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS LUGARES DE AFLORAMIENTO EN EL RÍO ACONCAGUA.

Para poder representar los caudales de afloramiento en el modelo de calidad superficial, se necesita establecer su ubicación espacial a través del río, esto es, kilómetro en el cual se producen las recuperaciones y magnitud.

Para poder estimar los principales lugares que sufren recuperaciones a lo largo del río Aconcagua, entre los sectores de la Junta del río Aconcagua con el río Putaendo hasta Aconcagua sector Tabolango, se realizó una simulación con los 2 modelos subterráneos ya implementados con su escala mensual 1990-2004.

Se utiliza la herramienta de Visual Modflow denominada: Zone Budget o Zona de Balance, mediante la cual es posible conocer los flujos de una determinada zona en particular, definiendo previamente las zonas requeridas y cuya información el modelo la genera después de haber ejecutado el modelo de flujo completo.

Sector Aconcagua las Vegas: Modelo 2

Para el modelo 2, el río Aconcagua está simulado como condición tipo Dren en toda su extensión, es decir, que en todo el tramo el río siempre recibe flujo aportante desde el acuífero, y no viceversa, lo cual es correcto, desde el punto de vista hidráulico, del funcionamiento del acuífero. El nivel de la napa es muy pequeño en todo este tramo, se observan grandes zonas de vegas y el río tiene una dependencia muy directa dependiendo del estado del nivel del acuífero.

En la figura A.3-1 se muestra la zonificación de las zonas de balance a través del río Aconcagua del Modelo 2. Estas zonas se discretizaron en una longitud a través del río aproximadamente cada un kilómetro.

Una vez simulado el modelo de flujo (Modflow), se extraen los resultados a nivel mensual, tal como se muestra en la Tabla A.3-1, en unidades de m³/dia. Los flujos promedio mensuales en todo el período 1990-2004 se muestran en m³/s.

Finalmente, en color rojo se destacan los afloramientos mayores a 1 m³/s, los que se consideran más significativos en todo el tramo. Éstos corresponden a las zonas ZB 10, ZB 13 (cercanos a Panquehue); ZB 24 y ZB25.

Con el Software Arcview 3.2, se consigue establecer el kilometraje correspondiente a la espacialidad dado en el modelo de calidad superficial, los que se presentan en la figura A.3-2, y que son: km 2, km 5 y km 17.4.

Así, estos valores serán introducidos en el modelo de calidad superficial qual2K, como valores de entrada, los que posteriormente podrán ser nuevamente ajustados, dependiendo de la calibración de calidad subterránea.

Figura A.3-1: Zonas de Balance para la obtención de los lugares de Afloramiento. Tramo Aconcagua-Las Vegas.

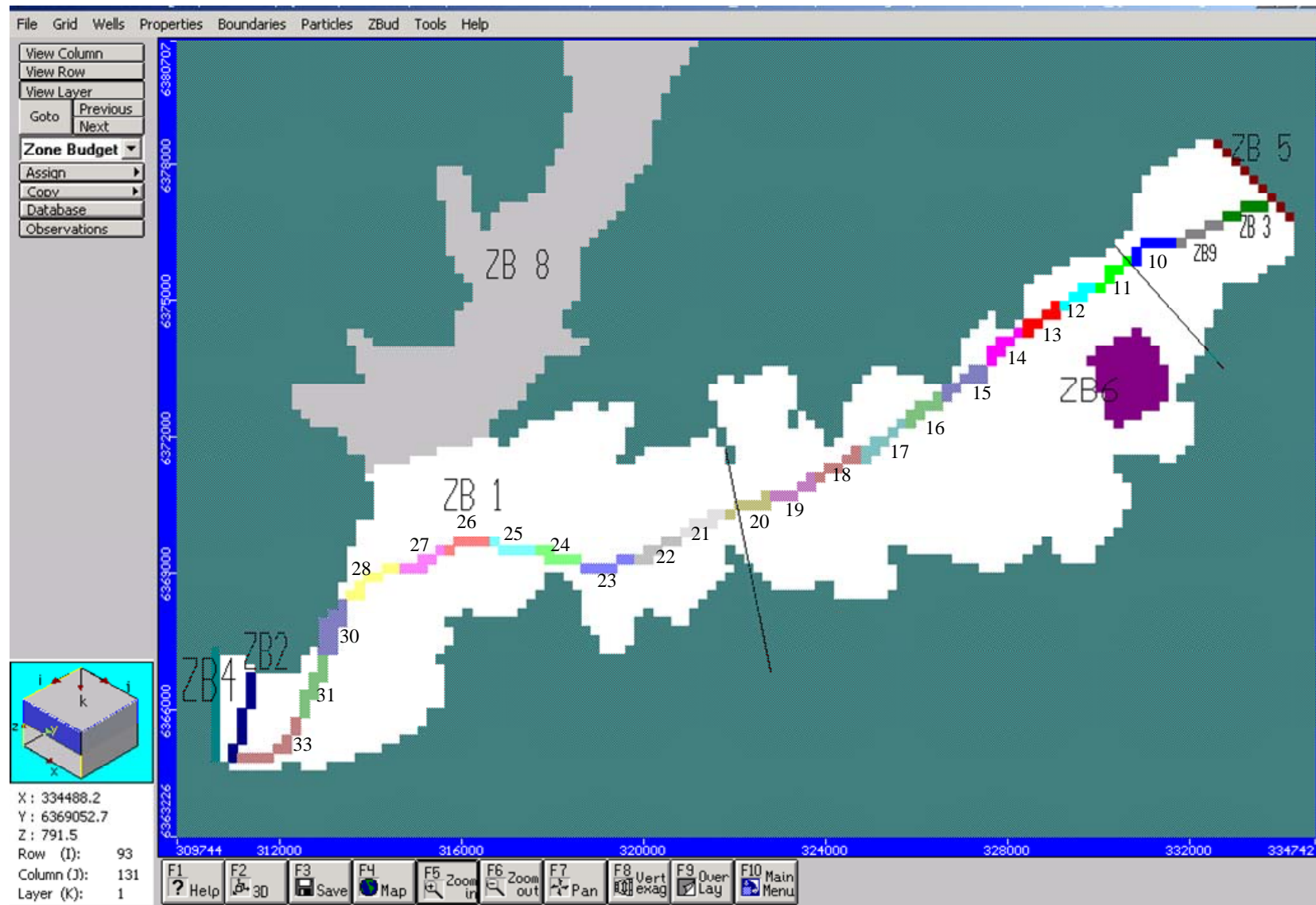
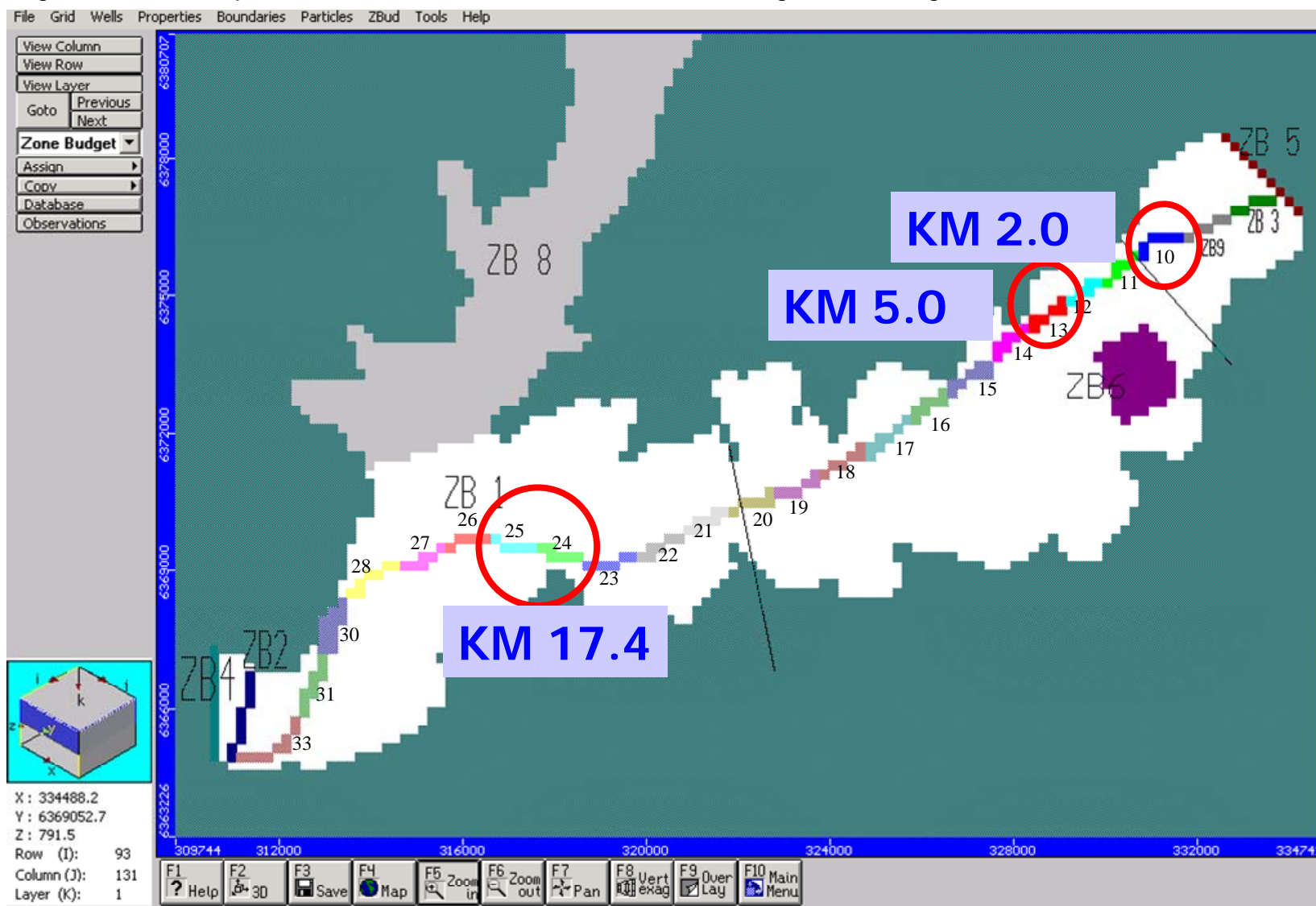


Tabla A.3-1: Flujos de las Zonas de Balance, Modelo 2.

		ZONAS DE BALANCE																							
		ZB3	ZB9	ZB10	ZB11	ZB12	ZB13	ZB14	ZB15	ZB16	ZB17	ZB18	ZB19	ZB20	ZB21	ZB22	ZB23	ZB24	ZB25	ZB26	ZB27	ZB28	ZB30	ZB31	ZB33
DRAINS OUT																									
Time [day]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]	Rates [m³/s]
30	65550	77219	107170	61988	67096	173830	29576	6430.4	1341.3	6801.9	6409.4	24493	61286	67395	6993.8	50059	125740	108040	37074	18756	20112	5486.5	0	0	0
61	65553	77229	107190	62010	67121	173890	29620	6467.9	1383.9	6866	6465.9	24551	61336	67451	7011.7	50128	125840	108180	37185	18787	20083	5477.3	0	0	0
91	65554	77231	107190	62015	67127	173900	29636	6481.9	1400.8	6892.7	6489.9	24575	61355	67467	7015.9	50135	125850	108200	37204	18786	20057	5472.9	0	0	0
122	65555	77233	107190	62018	67130	173910	29644	6489	1409.5	6906.6	6501.9	24586	61362	67467	7014.3	50118	125810	108170	37188	18761	20028	5471.7	0	0	0
153	65555	77233	107190	62020	67132	173910	29648	6492.5	1413.9	6913.3	6507.1	24589	61361	67458	7009.5	50087	125740	108120	37152	18720	19995	5471.9	0	0	0
183	65555	77233	107190	62020	67132	173920	29649	6493.9	1415.7	6915.7	6508.2	24588	61357	67444	7002.9	50051	125670	108060	37108	18671	19961	5472.3	0	0	0
214	65543	77202	107130	61965	67089	173830	29589	6434.5	1339.7	6823.7	6447.6	24532	61301	67378	6985	49995	125580	107950	37006	18591	19921	5470.1	0	0	0
244	65542	77199	107130	61958	67080	173810	29570	6417.7	1320	6792.9	6419.7	24503	61274	67344	6973.3	49945	125480	107850	36923	18509	19878	5461.1	0	0	0
275	65541	77198	107130	61955	67078	173800	29563	6411.1	1311.6	6779.1	6406.5	24488	61258	67320	6964.3	49903	125410	107780	36861	18440	19835	5447.4	0	0	0
306	65541	77197	107130	61954	67076	173800	29559	6407.8	1307.5	6771.9	6399.2	24479	61247	67302	6956.9	49868	125350	107720	36811	18382	19794	5431.7	0	0	0
334	65541	77197	107130	61954	67076	173800	29558	6406.2	1305.3	6768	6395	24473	61240	67288	6951.1	49838	125290	107670	36772	18334	19760	5417.3	0	0	0
365	65541	77197	107120	61953	67075	173800	29557	6405.1	1303.7	6765.1	6391.6	24468	61233	67273	6945	49808	125240	107620	36731	18286	19724	5402	0	0	0
395	65553	77228	107180	62007	67117	173880	29614	6462.9	1378.1	6854.6	6449.2	24519	61280	67316	6951.2	49795	125210	107620	36743	18264	19693	5389.9	0	0	0
426	65554	77231	107190	62015	67126	173900	29634	6480.2	1398.2	6885.1	6475.2	24543	61295	67321	6949.9	49776	125170	107600	36740	18246	19665	5384.5	0	0	0
456	65554	77232	107190	62017	67129	173910	29641	6486.4	1405.8	6896.8	6484.7	24550	61297	67314	6945.4	49747	125120	107560	36713	18213	19636	5383.7	0	0	0
487	65555	77233	107190	62018	67131	173910	29645	6489.7	1409.9	6902.9	6489.2	24553	61295	67301	6939.3	49711	125050	107500	36674	18169	19605	5385.4	0	0	0
4931	65547	77210	107150	61967	67078	173800	29585	6435.8	1334.1	6745.9	6269.7	24156	60627	65899	6354.5	46684	119620	101350	32845	14334	17104	5224.4	0	0	0
4962	65526	77153	107040	61849	66975	173610	29488	6345	1234.8	6602.9	6183	24091	60584	65866	6346.5	46660	119570	101280	32779	14295	17094	5231.5	0	0	0
4992	65524	77146	107020	61834	66958	173570	29454	6315.5	1211.3	6553.6	6141.6	24052	60554	65839	6339.3	46638	119530	101230	32730	14253	17080	5228.9	0	0	0
5023	65523	77144	107020	61830	66953	173560	29441	6303.5	1201.1	6531.1	6122.1	24033	60539	65825	6335	46624	119510	101200	32703	14224	17065	5219.4	0	0	0
5054	65523	77143	107020	61828	66950	173550	29435	6297.8	1196.1	6520	6112.4	24023	60531	65817	6332.7	46616	119500	101190	32689	14206	17052	5206.9	0	0	0
5083	65523	77143	107020	61827	66949	173550	29431	6294.8	1193.4	6513.9	6107.1	24018	60526	65812	6331.4	46612	119490	101180	32682	14194	17042	5194.4	0	0	0
5114	65523	77142	107020	61826	66949	173540	29430	6293.2	1192	6510.6	6104.2	24015	60524	65810	6330.7	46610	119490	101180	32678	14186	17034	5181.8	0	0	0
5144	65543	77200	107130	61943	67051	173740	29526	6384.3	1274.4	6652.4	6188.7	24076	60562	65835	6335.6	46617	119500	101220	32723	14203	17029	5173.8	0	0	0
5175	65546	77207	107140	61959	67069	173780	29562	6414.5	1307.5	6703.2	6231.2	24116	60591	65856	6340.2	46626	119520	101250	32756	14225	17029	5174.8	0	0	0
5205	65547	77209	107150	61963	67074	173790	29574	6425.5	1320.9	6724	6249.1	24133	60603	65864	6341.5	46625	119520	101250	32763	14233	17030	5182.2	0	0	0
5236	65547	77210	107150	61966	67077	173800	29580	6431.2	1328	6735.2	6258.7	24142	60609	65866	6341.3	46618	119500	101240	32760	14231	17029	5193.8	0	0	0
5267	65547	77210	107150	61966	67078	173800	29584	6434.2	1331.7	6741	6263.4	24146	60610	65865	6339.9	46608	119480	101220	32749	14222	17025	5205.5	0	0	0
5297	65547	77210	107150	61967	67078	173800	29585	6435.3	1333.3	6743.2	6265	24146	60610	65860	6337.6	46596	119460	101200	32736	14211	17020	5216.5	0	0	0
5328	65526	77153	107040	61849	66975	173610	29487	6344.5	1234.1	6600.3	6178.3	24082	60567	65828	6329.8	46573	119420	101140	32671	14173	17011	5223.9	0	0	0
5358	65524	77146	107020	61834	66958	173570	29453	6315	1210.6	6550.9	6136.9	24043	60537	65801	6322.8	46551	119380	101090	32623	14132	16997	5221.2	0	0	0
5389	65523	77144	107020	61830	66953	173560	29440	6303	1200.4	6528.5	6117.5	24023	60522	65787	6318.7	46538	119360	101070	32597	14104	16983	5211.8	0	0	0
m3/s	0.76	0.89	1.24	0.72	0.78	2.01	0.34	0.07	0.01	0.08	0.07	0.28	0.70	0.77	0.08	0.55	1.41	1.20	0.40	0.18	0.21	0.06	0.00	0.00	0.00

EN ROJO LOS AFLORAMIENTOS SUPERIORES A 1 M3/S
EN AZUL LOS CAUDALES MUY PEQUEÑOS
EN NEGRO LOS CAUDALES E AFLORAMIENTO ENTRE 0.1 Y 1 M3/S

Figura A.3-2: Principales afloramientos en el Sector del río Aconcagua – Las Vegas. Modelo 2



Sector Las Vegas-Quillota: Modelo 3

Para este sector del valle, se aplicó la misma metodología detallada anteriormente, pero aplicando el modelo subterráneo 3 del Aconcagua, entre los sectores de Aconcagua Las Vegas y Tabolango.

Para este sector, el río se presenta una activa interconexión con el acuífero, lo que implica flujo desde la napa hacia el río (recuperaciones del río) y viceversa por lo que, las zonas de balance se presentan desde la junta del estero Rabuco con el río Aconcagua hasta la junta del estero San Isidro con el río Aconcagua.

En la figura A.3-3 se presenta la zonificación de las zonas de balance a través del río Aconcagua del Modelo 3. Estas zonas se discretizaron a través del río en una longitud de aproximadamente dos kilómetros cada una.

La tabla A.3-2 cuantifica el intercambio de flujos en cada zona de balance a través del río, en unidades de m^3/d . Los flujos promedio mensuales en todo el período 1990-2004 se muestran en m^3/s .

Finalmente, en la figura A.3-4 se establece el kilometraje correspondiente a la especialidad dado el modelo de calidad superficial, los que se destacan en color rojo.

Los kilometrajes finales, se entregan en la tabla A.3-3.

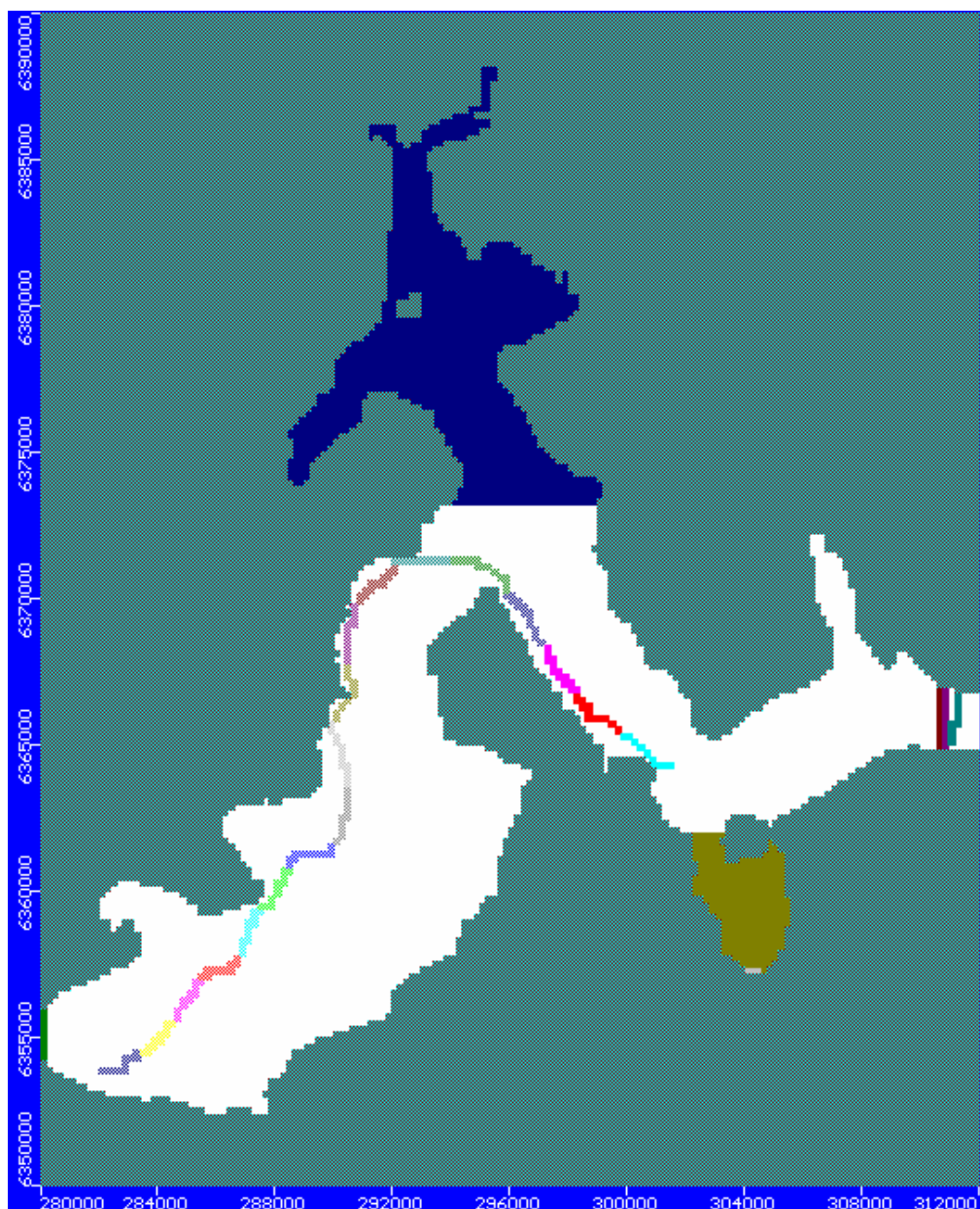


Figura A.3-3: Zonas de Balance para la obtención de los lugares de Afloramiento. Tramo Las Vegas – Tabolango.

Tabla A.3-2: Flujos de las Zonas de Balance, Modelo 3.

	ZONAS DE BALANCE																	
	ZB12	ZB13	ZB14	ZB15	ZB16	ZB17	ZB18	ZB19	ZB20	ZB21	ZB22	ZB23	ZB24	ZB25	ZB26	ZB27	ZB28	ZB29
RIVER OUT (OUT-IN)																		
Time (da)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)	Rates (m)
30	-2896.8	376.3	-158.7	-12746	8042.8	-5102.1	11311	-16145	-620	-13269	-9028.5	-15150	-12250	-7500	-4184.6	-3100	-4250	-3544
61	-1779.7	1019.1	400.4	-12053	9130	-2812.6	11654	-15538	284	-12125	-8157.3	-15150	-12250	-7500	-4165.6	-3100	-4250	-2976.3
91	-342.1	1880.4	1247.8	-10674	11041.3	-958.6	11922	-15212	-802	-12931	-7899	-15150	-12250	-7500	-4144.7	-3100	-4250	-2303
122	-912.2	1541	940.3	-11285	10536.6	-1981.8	11600	-15994	-2211.8	-13945	-8184.4	-15150	-12250	-7500	-4099.6	-3100	-4250	-2212.1
153	2062.4	3543.53	2772.3	-9136.3	13488.4	5179.8	12603	-13695	2973.7	-9722.4	-6171.3	-15150	-11926	-7181.7	-3947.4	-3100	-4250	-856.4
183	2726	3970.7	3159.3	-9418.4	13606.2	9231.55	13196	-11676	7446.5	-4877.5	-2922.2	-15150	-9551.4	-4817.3	-3091.9	-1939.6	-3870.3	3052.8
214	3147.3	4127.29	3590.8	-8214.5	15994.3	6554.7	12900	-13417	2342.4	-9134.6	-4348.8	-15150	-9830.4	-4894.2	-2427.2	-928.79	-3759.3	2798.1
244	2718	4135.15	3533.7	-8804.7	14938.8	6474.4	12673	-13863	2903.2	-8635.6	-3871.8	-15150	-8882.4	-3532.4	-1513.9	429.163	-3266.4	4888.7
275	9225.37	8404.2	7704.77	-1531.4	27873.1	17711	14182	-9894.3	6519.8	-4768.2	-1698.8	-15150	-6988.8	-1229.9	-339.16	1860.4	-1758.3	7747.9
306	7737.2	7642.2	7096.86	-3229.6	25445.8	15680	13684	-11298	6698	-3895.2	-917.76	-15150	-6214	-136.2	353.84	2715.3	-972.33	8795.1
334	6514.4	7071.6	6683.06	-4629.9	21808.2	11764	13047	-13311	3133.7	-7028	-2240.9	-15150	-6909	-593.6	480.97	2825.4	-1338	7726.4
365	5503.6	6657.1	6256.04	-5537.6	20187.6	10517	12701	-13977	2873.2	-7387.7	-2409.2	-15150	-6654.9	83.5	908.769	3350.2	-946.48	8286
395	7076.1	7710.6	7288.07	-4024.8	23457.1	14228	13146	-12646	4924.6	-5163	-1937.1	-15150	-6497.5	625.6	1187.9	3459.6	-1191.5	8009.2
426	5102.4	6449.7	6120.51	-6050	20476.6	11380	12683	-13725	4671.6	-5016.1	-1685.7	-15150	-6189.7	876.4	1268.1	3547	-1252.2	7872.5
456	5824.9	6928.7	6597.82	-5079.2	21910.8	12485	12834	-13507	3689	-5983.8	-1683.8	-15150	-6035.4	1405.18	1663.9	4086.2	-688.54	8764.5
487	4132.9	5850.4	5555.86	-6845.2	19186	10029	12407	-14520	2820.8	-6836.2	-2001.1	-15150	-6070.2	1641.83	1927.8	4360.1	-605.13	8850.8
4931	-6757.5	5418.8	4481.5	-7816.3	12549	10319.5	12353	-14341	1271.9	-7609.2	-3440	-15150	-11954	-2742.7	-967.36	-1744.2	-4250	-3998
4962	-8031.9	4458.5	3599.9	-9132.4	10229.9	8099.42	12112	-14877	761.1	-7871.2	-3109.6	-15150	-11589	-2580.4	-1092.8	-1758.1	-4250	-3934.9
4992	-8203.6	4276.94	3442	-9113.5	10231.3	7218.2	12024	-15019	-91.7	-8520	-3365.5	-15150	-11695	-2815.8	-1153.1	-1780.7	-4250	-3898.5
5023	-7411.1	4782.2	3905.9	-8367.5	11641.7	8589.55	12221	-14613	283.8	-8213.8	-3211.9	-15150	-11542	-2517.6	-977.79	-1625.1	-4250	-3615
5054	-8451.9	4085.84	3236.4	-9429.1	9658.2	6720.8	11945	-15236	-262.1	-8661.1	-3422.2	-15150	-11671	-2898.8	-1215.8	-1802.9	-4250	-3855.3
5083	-3527.9	7345.1	6280.48	-4989.5	17732	17126	13462	-11311	4552.7	-4285.2	-668.47	-15150	-8700.8	149.9	-181.18	-884.11	-4250	-2416.8
5114	-4929.2	6299.9	5516	-5982.6	16652.5	12224	12730	-13856	413.3	-7665.7	-2402	-15150	-10469	-1516.9	-517.29	-1130.8	-4250	-3066
5144	-6717.9	5393.2	4558.7	-7841.5	13006.6	9971.04	12267	-14713	943.6	-7269.3	-2342.1	-15150	-10328	-1183.6	-335.58	-910.62	-4250	-2810.2
5175	-8159.1	4446.49	3659.6	-9038.3	10537.9	7233.84	11908	-15338	-52.9	-8107.1	-2809	-15150	-10770	-1810.7	-654.64	-1222.2	-4250	-3380.5
5205	-8738	4013	3254.8	-9270.6	9954.2	5268.5	11638	-15799	-1799.8	-9685.2	-3756.9	-15150	-11631	-2844.8	-1074.3	-1650.6	-4250	-3886.1
5236	-9020.5	3833.11	3018.5	-9571.5	9245.3	4884.8	11569	-15918	-1864.2	-9953	-4082	-15150	-11869	-3002.4	-1071.8	-1723.7	-4250	-3985.2
5267	-9575.4	3420.08	2584.4	-10168	8055	3963.3	11465	-16114	-2135.9	-10359	-4450.7	-15150	-12077	-3343	-1118.8	-1788.7	-4250	-4085.8
5297	-10666	2649.08	1796.9	-11311	5949.2	2181	11253	-16501	-2454.3	-10788	-4845	-15150	-12250	-4173.2	-1623.6	-2079	-4250	-4384.8
5329	-8601.1	3965.57	2932.7	-9912.4	8307.7	7719.4	12174	-14464	1594.6	-7430.9	-3304.4	-15150	-11873	-2580.4	-995.52	-1816.6	-4250	-4076.7
5358	-8562	3747.74	2873.6	-9595.6	9254	5922.2	12003	-15060	-1062.9	-9519.7	-4091.5	-15150	-12118	-3596.3	-1416.9	-1983.3	-4250	-4217.9
5389	-10060	2860.33	1962.3	-11132	6259.9	3412.5	11577	-15926	-1384	-9860.7	-4366	-15150	-12221	-3730.9	-1381.7	-2008	-4250	-4237.5
(m3/s)	-0.08	0.05	0.04	-0.11	0.11	0.07	0.14	-0.17	0.00	-0.10	-0.04	-0.17	-0.12	-0.03	-0.01	-0.01	-0.05	-0.03

En resumen:

Los afloramientos introducidos al modelo de calidad superficial, producto de la modelación subterránea corresponden a:

Tabla A.3-3

Kilómetro qual2K (km)	Valor del Afloramiento (m3/s)
2.0	1.24
5.0	2.01
17.4	2.61
41.5-43.5	0.05
43.5-45.5	0.04
47.5-49.5	0.11
49.5-51.5	0.07
51.5-53.5	0.14