1. ANÁLISIS DE BALANCE DE MASAS Y CARGA CONTAMINANTE EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA CORALAQUE Y LA U.F TUCARI

El concepto de carga contaminante es utilizado tradicionalmente para el diseño de sistemas de tratamiento de efluentes (Metcalf y Eddy, 2013)[1] y el cálculo de masas de sólidos en suspensión trasportados por el agua (Quinatto *et al*, 2019)[2]. Sin embargo, en los últimos años diversos autores han incluido el concepto de carga contaminante para el seguimiento de los recursos hídricos y evaluar la contaminación de los ríos (Ntengwe, 2006; Zhang y Col, 2012; Wang y Col, 2013; Brodie *et al*, 2017; Li *et al*, 2019)[3].

Para caracterizar el aporte de cargas contaminantes mediante el balance de masas dentro del período de monitoreo (agosto 2020) en la red principal de la unidad hidrográfica Coralaque se consideró el aporte de las quebradas o ríos desde su naciente donde se encuentra ubicada la unidad fiscalizable Tucari y otros aportantes en el curso principal. Las quebradas y ríos considerados fueron: Queullirijahuiri, Apostoloni, Margaritani, Javira, Aruntaya, Quebrada sin nombre 3, Titire, Chilota, Vizcacha y Totorani. En dichos cuerpos de agua se tomaron muestras de parámetros fisicoquímicos y se realizó la medición de caudal, el cálculo de caudal se encuentra en el Anexo 1: reporte de campo N° 044-2020-STEC.
La carga fue determinada a partir de la siguiente Ecuación:

$$\boldsymbol{F = C * Q} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

F : Carga (g/s)
C : concentración (mg/L)
Q : caudal (m^3/s)

Para el balance de masas se tomó como referencia la «Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de agua residuales tratadas a un cuerpo natural de agua», aprobada mediante Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA.

La concentración en la zona de mezcla se calculó mediante la siguiente ecuación de balance de masa:

$$\boldsymbol{C_0 = \frac{[(C_{RH} * Q_{RH}) + (C_{vert} * Q_{vert})]}{(Q_{RH} + Q_{vert})}} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

1 Metcalf, L y Eddy, H.P (2013). *Wastewater Engineering*. Tratamiento y recuperación de recursos. 5ª ed.

2 Quinatto, J., Zambelli, N.L., Souza, D., Rafaeli, N., Sílvio, L., Cardoso, J.T., y Skoronski, E. (2019). Utilización del concepto de carga contaminante para evaluar la calidad del agua en un río urbano: el caso del río Carahá (Lages, Brasil). *Revista Ambiente y Água* , *14* (1), 2252. Publicación electrónica 07 de enero de 2019. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2252.

3 Ntengwe, F.W. (2006). Pollutant loads and water quality in streams of heavily populated and industrialised towns. Physics and Chemistry of the Earth, *Parts A/B/C*, (31)15-16. https://doi.org/10.1016/j.pce.2006.08.025.; Zhang, R., Qian, X., Yuan, X., Ye, R., Xia, B., Wang, (2012). Simulation of water environmental capacity and pollution load reduction using QUAL2K for water environmental management. International journal of environmental research and public health, 9 (12) 4504-4521. http://dx.doi.org/10.3390/ijerph91245041999; Brodie, J.E., Lewis, S.E., Collier, C.J., Wooldridge, S., Bainbridge, Z.T., Waterhouse, J. et al., (2017). Setting ecologically relevant targets for river pollutant loads to meet marine water quality requirements for the Great Barrier Reef, A*ustralia: A preliminary methodology and analysis. Ocean & Coastal Management,* 143, 36-147. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.028.

Para el cumplimiento de los Estándares de Calidad de Agua (en adelante, ECA para Agua) se evalúo con:

$$C_0 \leq C_{ECA} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:
C_0 : concentración calculada en la zona de mezcla
C_{ECA} : valor de ECA para Agua del parámetro en evaluación según la categoría que corresponda
C_{RH} : concentración en el cuerpo receptor
Q_{RH} : caudal crítico del cuerpo receptor
C_{vert} : concentración de descarga o cuerpo aportante
Q_{vert} : caudal de descarga o de cuerpo aportante

En la siguiente Tabla 1 se detalla la ubicación y descripción de los puntos de muestreo donde se tomaron muestras de agua y medición de caudal para el calculo puntual de carga contaminante y balance de masas en la confluencia de dos cuerpos de agua y en la Figura 1 se aprecia la distribución de los principales cuerpos de agua y aportantes desde la naciente del río Queullirijahuiri hasta el río Coralaque.

Tabla 1. Ubicación de puntos de muestreo y medición de caudal para análisis de carga contaminante.

N.º	Punto de muestreo	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona 19 S		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este	Norte		
1	MA-15**	368933	8169645	4716	Ubicado en el río Queullirijahuiri, aproximadamente a 2 km antes de la confluencia con el río Margaritani y a 20 m aguas abajo de un bofedal sin nombre.
2	AG-17*	367820	8168287	4641	Ubicado en el río Queullirijahuiri, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Margaritani
3	E-3*	371047	8167604	4791	Ubicado en la quebrada Margaritani, aproximadamente a 130 m de la confluencia con la quebrada Apostoloni.
4	E-2*	371168	8167487	4802	Ubicado en la quebrada Apostoloni, aproximadamente a 200 m de la confluencia con la quebrada Margaritani.
5	E-10**	370918	8167481	4796	Ubicado en el río Margaritani, aproximadamente a 50 m aguas abajo de la confluencia de las quebradas Margaritani y Apostoloni.
6	P-8*	368824	8167063	4699	Ubicado en el río Margaritani, aproximadamente a 100 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Planta(1). Aguas arriba del punto de vertimiento PM-01 en el río Margaritani(2).
7	TU-38*	368746	8167058	4701	Ubicado en la quebrada Planta, aproximadamente a 5 m de la confluencia con el río Margaritani.
8	P-9**	368687	8167152	4685	Ubicado en el río Margaritani, aproximadamente a 200 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Planta(1). Aguas abajo del punto de vertimiento PM-01 en el río Margaritani(2).
9	AG-18*	367656	8168237	4636	Ubicado en el río Margaritani, aproximadamente a 150 m antes de la confluencia con el río Queullirijahuiri.
10	AG-19**	367527	8168444	4629	Ubicado en el río Queullirijahuiri, aproximadamente a 200 m aguas abajo de la confluencia entre el río Margaritani y Queullirijahuiri.
11	M-4*	361600	8164443	4425	Río de Aruntaya antes de la confluencia con el río Queullirijahuiri(2).

N.º	Punto de muestreo	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona 19 S		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este	Norte		
					Río Aruntaya, aproximadamente a 600 m de su confluencia con el río Queullirijahuiri(1).
12	M-3*	361716	8164806	4423	Aguas abajo de las operaciones Río Queullirijahuiri(2). Río Queullirijahuiri, aproximadamente a 490 m antes de su confluencia con el río Aruntaya(1).
13	AG-08**	361140	8165037	4414	Río Aruntaya, aproximadamente a 130 m aguas abajo de su confluencia con el río Queullirijahuiri.
14	RArun2**	358704	8168543	4366	Río Aruntaya, aproximadamente a 4 km aguas abajo de la confluencia con el río Queullirijahuiri.
15	RArun3**	356941	8171318	4362	Río Aruntaya, aproximadamente a 7 km aguas abajo de la confluencia con el río Queullirijahuiri.
16	RArun4*	355129	8171729	4349	Río Aruntaya, aproximadamente a 120 m antes de su confluencia con la quebrada sin nombre 3.
17	QSnom3*	355093	8171593	4361	Quebrada sin nombre 3, aproximadamente a 50 metros antes de su confluencia con el río Aruntaya.
18	AG-10*	354927	8171654	4359	Río Aruntaya antes de su confluencia con el río Titire(2), código del administrado M-5. Río Aruntaya, aproximadamente a 250 m antes de su confluencia con el río Titire(1).
19	AG-09*	355122	8171944	4371	Río Titire, aproximadamente a 400 m antes de su confluencia con el río Aruntaya.
20	AG-11**	354562	8171708	4357	Río Titire(2), código del administrado M-6. Río Titire, aproximadamente a 200 m aguas abajo de su confluencia con el río Aruntaya(1).
21	TIT-2*	349322	8168449	4368	Río Titire, aproximadamente a 300 m antes de su confluencia con la quebrada Chilota.
22	QChil-1*	349046	8168285	4351	Quebrada Chilota, aproximadamente a 100 m antes de su confluencia con el río Titire.
23	TIT-3**	348752	8168407	4356	Río Titire, aproximadamente a 300 m aguas abajo de su confluencia con la quebrada Chilota.
24	TIT-4*	342959	8169011	4078	Río Titire, aproximadamente a 60 m antes de su confluencia con el río Vizcachas.
25	VIZ-4*	342904	8168986	4078	Río Vizcachas, aproximadamente a 50 m antes de su confluencia con el río Titire.
26	CORA-1**	342817	8169065	4078	Río Coralaque, aproximadamente a 100 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Titire y Vizcachas.
27	RCora1*	329669	8169332	3724	Río Coralaque, aproximadamente a 1,2 km antes de la confluencia con la quebrada Totorani.
28	QToto*	329121	8167680	3913	Quebrada Totorani, aproximadamente a 2 km de su confluencia con el río Coralaque.
29	RCora2**	323422	8169644	3582	Río Coralaque, aproximadamente a 3,5 km aguas arriba del puente Coralaque.
30	RCora3**	320478	8170841	3585	Río Coralaque, aproximadamente a 100 m aguas arriba del puente Coralaque.
31	RCora4**	317917	8174167	3499	Río Coralaque, aproximadamente a 4 km aguas abajo del puente Coralaque.
32	QE-36**	316467	8178407	3256	Río Coralaque, aproximadamente a 200 m aguas arriba del Centro Poblado de Pachas.

Nota:
La precisión de la medición de las coordenadas fue de ± 3 m.
Para el caso de las muestras de comunidades hidrobiológicas, se puso el prefijo HB a los puntos de muestreo.
Descripción obtenida durante la presente Evaluación Ambiental de Causalidad (EAC).
(1) Descripción de acuerdo a la «Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de ampliación de operaciones – proyecto Tucari (ampliación del Pad III y botadero de desmonte) de Aruntani S.A.C.», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 501-2014-MEM-DGAAM.
(2) Descripción de acuerdo al Estudio de impacto ambiental (EIA) del proyecto «Ampliación de Operaciones Proyecto Tucari», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 391-2010-MEM-AAM.
(3) Fuente termal.
(*) Se determinó la carga contaminante y balance de masas
(**) Se determino carga contaminante puntual

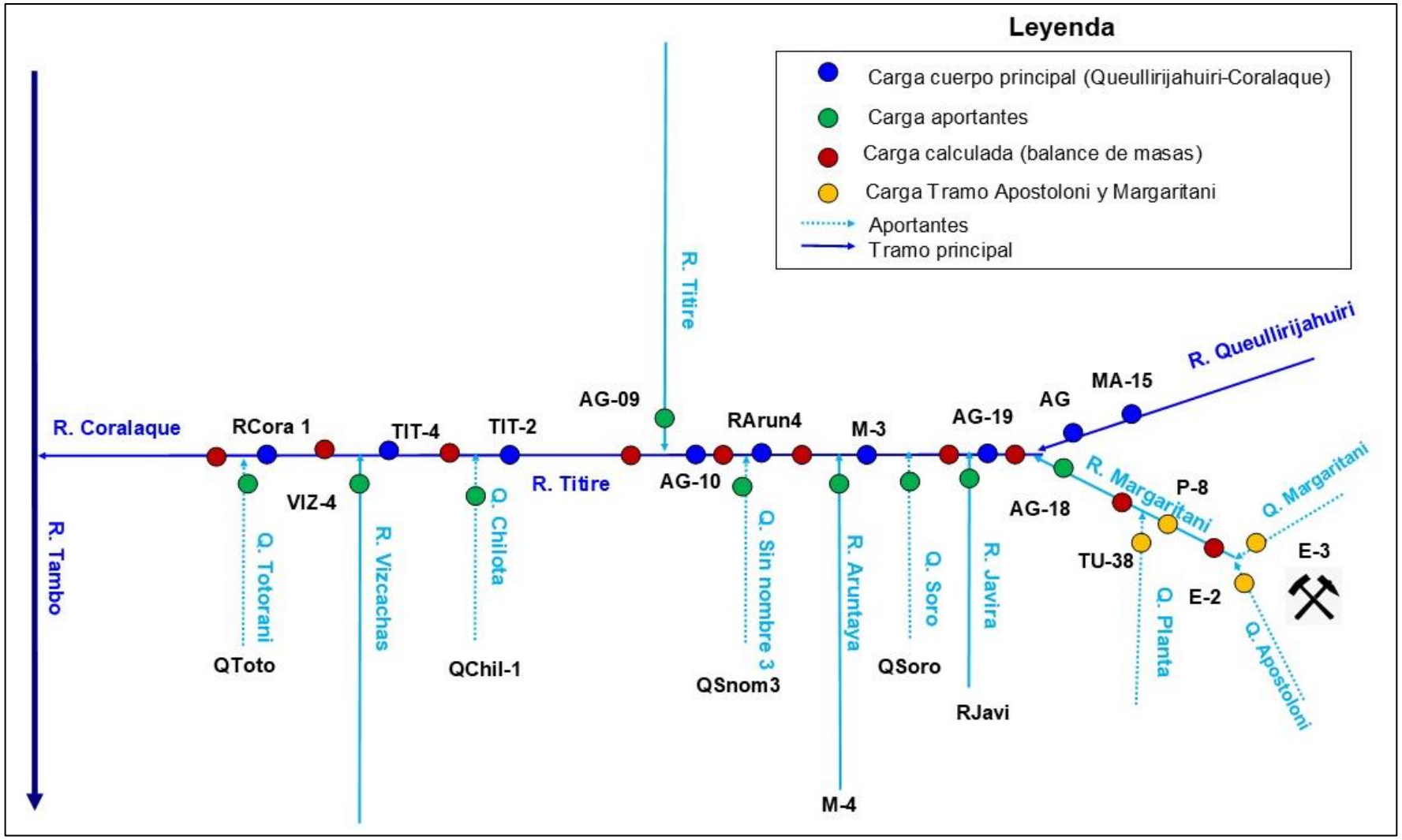


Figura 1. Ubicación de puntos evaluados para determinar la carga contaminante en la unidad hidrográfica Coralaque

En las Tablas 1 al 10 se presenta la concentración calculada en la zona de mezcla (mg/L) y la cargas (g/s) de parámetros conservativos en siguientes confluencias:

- Confluencia de las quebradas Apostoloni y Margaritani (Tabla 1)
- Confluencia río Margaritani y quebrada Planta (Tabla 2)
- Confluencia río Margaritani y quebrada Queullirijahuiri (Tabla 3)
- Confluencia río Queullirijahuiri y río Aruntaya (Tabla 4)
- Confluencia río Aruntaya y quebrada sin nombre 3 (Tabla 5)
- Confluencia río Aruntaya y quebrada sin nombre 3 (Tabla 6)
- Confluencia río Aruntaya y río Titire (Tabla 7)
- Confluencia río Titire y quebrada Chilota (Tabla 8)
- Confluencia río Titire y Vizcacha (Tabla 9)
- Confluencia río Coralaque y quebrada Totorani (Tabla 10)

Asimismo, se determinó en porcentaje % el aporte de cada cuerpo de agua en la zona de mezcla, con la finalidad de establecer para cada confluencia cual es el cuerpo de agua que contiene la mayor carga contaminante. Se consideraron todos los parámetros que tienen un valor de comparación con los ECA para Agua (2008) ó (2017). Sin embargo, el análisis de carga contaminante se restringe a los parámetros conservativos como los sólidos totales suspendidos y metales. De acuerdo a los resultados se resalta lo siguiente:

- En la confluencias de la quebrada Margaritani y quebrada Apostoloni (Tabla 1) se resalta que el mayor aporte en carga para los parámetros que exceden alguna categoría de los ECA para Agua proviene de la quebrada Apostoloni (aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel) y en la quebrada Margaritani el arsénico, cadmio y zinc.

- En la confluencia del río Margaritani con la quebrada Planta (Tabla 2) el aporte de la quebrada Planta es mínimo (menor al 1%) excediendo los ECA para Agua los mismos parámetros que ya provienen de la quebradas Apostoloni y Margaritani (aluminio, arsénico cadmio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc).

- En la confluencia del río Margaritani con la quebrada Queullirijahuiri (Tabla 3), se aprecia el predominio de carga de la quebrada Margaritani (entre 80 y 95 %) en todos los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico cadmio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc), además la mayor concentración de solidos totales suspendidos, bicarbonatos, bario, potasio y titanio de la quebrada Queullirijahuiri.

- En la confluencia del río Queullirijahuiri con el río Javira (Tabla 4) el aporte de carga de la quebrada Javira es menor al 10 % en la mayoría de los metales, salvo el boro (26 %) y los bicarbonatos (52 %). Los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico cadmio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc) provienen del río Queullirijahuiri por el aporte de río Margaritani.

- El río Aruntaya cuando confluye con el río Queullirijahuiri (Tabla 5) aporta menos del 5% de carga de metales en la zona de mezcla. Los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico cadmio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc) provienen del río Queullirijahuiri con el aporte de río Margaritani.

- En la confluencia del río Aruntaya con la quebrada sin nombre 3 (Tabla 6) el aporte de carga de la quebrada sin nombre 3 es menor al 5 % en los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc) los cuales ya exceden el estándar mencionado desde el río Queullirijahuiri con el aporte de río Margaritani. Sin embargo, se resalta una carga mayor al 75 % de boro, sodio y manganeso.

- En la confluencia del río Aruntaya con el río Titire (Tabla 7) el aporte de carga del río Titire es menor al 5 % en los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso) los cuales ya exceden el estándar mencionado desde el río Queullirijahuiri por el aporte de río Margaritani. En dicho tramo se diluye la carga de níquel y zinc, además se precisa que el aporte de boro proviene de las fuentes termales en este tramo del río y resalta el aporte de molibdeno y bicarbonatos del río Titire.

- En la confluencia de la quebrada Chilota con el río Titire (Tabla 8) el aporte de carga de la quebrada Chilota es menor al 5 % en los metales que exceden los ECA para agua (aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y sodio). El incremento de boro y sodio están asociados al aporte de las fuentes termales. Se resalta el aporte de bicarbonatos de la quebrada Chilota.

- En la confluencia del río Vizcacha con el río Titire (Tabla 9) el aporte de carga del río Vizcacha es menor al 10 % en los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y sodio). El incremento de boro y sodio están asociados al aporte de las fuentes termales. Se resalta el aporte de bicarbonatos y wolframio del río Vizcachas al río Titire.

- En la confluencia de la quebrada Totorani con el río Coralaque (Tabla 10) el aporte de carga de la quebrada Totorani es menor al 5 % en los metales que exceden los ECA para Agua.

Tabla 1. Balance de masas en la confluencia de las quebradas Apostoloni y Margaritani

Caudal del cuerpo principal	0,02	m^3/s											
Caudal del cuerpo aportante	0,07	m^3/s											
Balance de masas	**1**	E-3	Q. Margaritani		E-2	Q.Apostoloni		R. Margaritani		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,62	NA	NA	2,97	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	3490,00	NA	NA	2640,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	15,60	NA	NA	17,60	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	5,30	NA	NA	5,34	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	14,50	NA	NA	9,07	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	3,53	0,06	18	3,93	0,27	82	3,85	0,332	Q.Apostoloni	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	3,10	0,05	22	2,80	0,19	78	2,86	0,247	Q.Apostoloni	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	3691,00	63,49	25	2802,00	193,62	75	2979,18	257,103	Q.Apostoloni	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	3318,00	NA	NA	2229,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	2060,00	35,43	22	1830,00	126,45	78	1875,84	161,885	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	3,00	0,05	13	5,00	0,35	87	4,60	0,397	Q.Apostoloni	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,02	20	1,20	0,08	80	1,20	0,104	Q.Apostoloni	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	< 0,0006	SD	SD NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	< 0,001		NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	< 0,001	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	277,00	4,76	22	243,00	16,79	78	249,78	21,556	Q.Apostoloni	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,03	0,001	89	0,00	0,00006	11	0,01	0,001	Q. Margaritani	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	6,05	0,10	91	0,14	0,0097	9	1,32	0,114	Q. Margaritani	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,00	0,0000	2	0,02	0,0011	98	0,013	0,0012	Q.Apostoloni	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,01	0,0002	26	0,01	0,0007	74	0,01	0,001	Q.Apostoloni	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	0,00	0,0000	83	0,00	0,0000	17	0,00	0,00001	Q. Margaritani	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,01	0,0002	23	0,01	0,0007	77	0,01	0,001	Q.Apostoloni	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,63	0,01	79	0,04	0,0028	21	0,16	0,014	Q. Margaritani	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	79,00	1,36	17	94,00	6,50	83	91,01	7,854	Q.Apostoloni	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,23	0,00	40	0,08	0,006	60	0,11	0,010	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	1,38	0,02	35	0,63	0,04	65	0,78	0,068	Q.Apostoloni	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	12,06	0,21	38	4,96	0,34	62	6,37	0,550	Q.Apostoloni	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,05	0,00	35	0,02	0,0015	65	0,03	0,002	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,55	0,01	24	0,45	0,03	76	0,47	0,041	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	3,26	0,06	62	0,50	0,03	38	1,05	0,090	Q. Margaritani	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	381,00	6,55	35	174,00	12,02	65	215,26	18,577	Q.Apostoloni	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,06	0,00	36	0,02	0,0017	64	0,03	0,003	Q.Apostoloni	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	20,30	0,35	17	24,60	1,70	83	23,74	2,049	Q.Apostoloni	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	10,95	0,19	28	7,07	0,49	72	7,84	0,677	Q.Apostoloni	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	3	0,00	0,00003	97	0,0004	0,00004	Q.Apostoloni	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	37	0,00	0,00003	63	0,001	0,0001	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,89	0,02	30	0,52	0,04	70	0,59	0,051	Q.Apostoloni	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	5	0,00	0,00002	95	0,00	0,000	Q.Apostoloni	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,03	0,00	56	0,01	0,0005	44	0,01	0,001	Q. Margaritani	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	1,30	0,02	10	2,80	0,19	90	2,50	0,216	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,01	0,00	23	0,01	0,00	77	0,01	0,001	Q.Apostoloni	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	11,00	0,19	15	15,00	1,04	85	14,20	1,226	Q.Apostoloni	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,10	0,00	88	0,00	0,0002	12	0,02	0,002	Q. Margaritani	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	21	0,00	0,0002	79	0,00	0,0003	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,01	0,00	44	0,00	0,0003	56	0,01	0,000	Q.Apostoloni	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,06	0,00	71	0,01	0,0004	29	0,02	0,001	Q. Margaritani	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	0,13	0,00	64	0,02	0,0012	36	0,04	0,003	Q. Margaritani	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	19,40	0,33	54	4,19	0,29	46	7,22	0,623	Q. Margaritani	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 2. Balance de masas en la confluencia de los ríos Margaritani y quebrada Planta

Caudal del cuerpo principal	0,07	m^3/s												
Caudal del cuerpo aportante	0,00013	m^3/s												
Balance de masas	**2**	P-8	R. Margaritani		TU-38	Q.Planta		R. Margaritani		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,78	NA	NA	6,38	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	3080,00	NA	NA	933,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	15,10	NA	NA	6,50	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	5,46	NA	NA	6,54	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	15,00	NA	NA	5,76	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	2,23	0,15	99,8	2,67	0,0003	0,225	2,23	0,154	R. Margaritani	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	2,90	0,20	100,0	0,01	0,00	0,001	2,89	0,200	R. Margaritani	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	2870,00	198,03	100,0	457,00	0,06	0,030	2865,46	198,089	R. Margaritani	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	2675,00	NA	NA	5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	2044,00	141,04	99,9	649,00	0,08	0,060	2041,38	141,120	R. Margaritani	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	6,00	0,41	99,9	3,00	0,00	0,094	5,99	0,414	R. Margaritani	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,08	92,2	54,20	0,01	7,842	1,30	0,090	R. Margaritani	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	< 0,0006	SD	NA	< 0,0006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	< 0,001	SD	NA	< 0,001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	< 0,001	SD	NA	< 0,001	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	229,00	15,80	100,0	0,38	0,00	0,000	228,57	15,801	R. Margaritani	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,01	0,001	100,0	0,00	0,00000	0,038	0,01	0,001	R. Margaritani	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	1,64	0,11	100,0	0,00	0,0000	0,000	1,64	0,113	R. Margaritani	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,01	0,0005	99,6	0,02	0,0000	0,409	0,008	0,0005	R. Margaritani	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,01	0,0007	100,0	0,00	0,0000	0,003	0,01	0,001	R. Margaritani	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	0,00	0,0000	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,01	0,0007	96,2	0,21	0,0000	3,823	0,01	0,001	R. Margaritani	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,18	0,01	100,0	0,00	0,0000	0,002	0,18	0,012	R. Margaritani	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	88,00	6,07	99,8	95,00	0,01	0,203	88,01	6,084	R. Margaritani	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,13	0,01	100,0	0,00	0,000	0,003	0,13	0,009	R. Margaritani	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,78	0,05	100,0	0,03	0,00	0,007	0,78	0,054	R. Margaritani	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	6,27	0,43	100,0	0,02	0,00	0,001	6,26	0,433	R. Margaritani	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,03	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,007	0,03	0,002	R. Margaritani	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,48	0,03	99,8	0,53	0,00	0,210	0,48	0,033	R. Margaritani	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	1,21	0,08	NA	< 0,008	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	199,00	13,73	100,0	0,72	0,00	0,001	198,63	13,731	R. Margaritani	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,03	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,020	0,03	0,002	R. Margaritani	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	21,20	1,46	99,9	12,20	0,00	0,108	21,18	1,464	R. Margaritani	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	7,84	0,54	99,9	5,77	0,00	0,139	7,83	0,541	R. Margaritani	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	100,0	0,00	0,00000	0,016	0,0008	0,00006	R. Margaritani	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	98,7	0,00	0,00000	1,267	0,001	0,0000	R. Margaritani	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,58	0,04	100,0	0,02	0,00	0,007	0,58	0,040	R. Margaritani	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,01	0,00	100,0	0,00	0,00000	0,011	0,01	0,001	R. Margaritani	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,01	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,005	0,01	0,001	R. Margaritani	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	1,80	0,12	99,0	10,00	0,00	1,036	1,82	0,126	R. Margaritani	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,01	0,00	99,9	0,00	0,00	0,118	0,01	0,001	R. Margaritani	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	15,00	1,04	99,1	70,00	0,01	0,872	15,10	1,044	R. Margaritani	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,03	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,007	0,03	0,002	R. Margaritani	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,031	0,00	0,0003	R. Margaritani	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,01	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,02	0,00	100,0	0,00	0,0000	0,002	0,02	0,001	R. Margaritani	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	0,03	0,00	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	8,64	0,60	99,9	2,74	0,00	0,060	8,63	0,597	R. Margaritani	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 3. Balance de masas en la confluencia de los ríos Margaritani y Queullirijahuiri

Caudal del cuerpo principal	0,075	m^3/s										
Caudal del cuerpo aportante	0,085	m^3/s										
Balance de masas	**3**	AG-18	R.Margaritani		AG-17	R.Queullirijahuiri		R.Queullirijahuiri		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,81	NA	NA	3,39	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	3080,00	NA	NA	792,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	8,90	NA	NA	6,70	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	6,68	NA	NA	6,90	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	21,10	NA	NA	26,20	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	2,21	0,17	70	0,85	0,07	30	1,49	0,239	R.Margaritani	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	2,70	0,20	78	0,67	0,06	22	1,63	0,260	R.Margaritani	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	2636,00	198,75	82	531,00	44,92	18	1522,98	243,677	R.Margaritani	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	2105,00	NA	NA	342,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	2292,00	172,82	78	592,00	50,08	22	1393,13	222,900	R.Margaritani	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	7,00	0,53	10	57,00	4,82	90	33,44	5,350	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,09	47	1,20	0,10	53	1,20	0,192	R.Queullirijahuiri	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	248,00	18,70	86	36,20	3,06	14	136,01	21,762	R.Margaritani	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,01	0,000	98	0,00	0,00001	2	0,00	0,000	R.Margaritani	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	1,42	0,11	100	0,01	0,0005	0	0,67	0,107	R.Margaritani	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,01	0,0008	33	0,02	0,0017	67	0,016	0,0025	R.Queullirijahuiri	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,01	0,0010	85	0,00	0,0002	15	0,01	0,001	R.Margaritani	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	0,00	0,0000	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,02	0,0015	60	0,01	0,0010	40	0,02	0,003	R.Margaritani	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,18	0,01	99	0,00	0,0001	1	0,09	0,014	R.Margaritani	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	93,00	7,01	78	23,00	1,95	22	55,99	8,958	R.Margaritani	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,13	0,01	89	0,01	0,001	11	0,07	0,011	R.Margaritani	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,79	0,06	93	0,05	0,00	7	0,40	0,064	R.Margaritani	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	6,47	0,49	100	0,01	0,00	0	3,05	0,489	R.Margaritani	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,03	0,00	92	0,00	0,0002	8	0,01	0,002	R.Margaritani	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,51	0,04	71	0,19	0,02	29	0,34	0,055	R.Margaritani	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	1,31	0,10	98	0,03	0,00	2	0,63	0,101	R.Margaritani	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	197,00	14,85	95	9,60	0,81	5	97,91	15,666	R.Margaritani	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,04	0,00	76	0,01	0,0008	24	0,02	0,004	R.Margaritani	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	24,10	1,82	78	6,20	0,52	22	14,64	2,342	R.Margaritani	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	8,08	0,61	85	1,29	0,11	15	4,49	0,718	R.Margaritani	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	92	0,00	0,00001	8	0,0005	0,00008	R.Margaritani	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	92	0,00	0,00001	8	0,001	0,0001	R.Margaritani	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,59	0,04	90	0,06	0,00	10	0,31	0,049	R.Margaritani	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,01	0,00	95	0,00	0,00004	5	0,01	0,001	R.Margaritani	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,01	0,00	89	0,00	0,0001	11	0,01	0,001	R.Margaritani	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	2,10	0,16	36	3,40	0,29	64	2,79	0,446	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,01	0,00	87	0,00	0,00	13	0,00	0,001	R.Margaritani	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	29,00	2,19	72	10,00	0,85	28	18,95	3,033	R.Margaritani	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,02	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,01	0,002	R.Margaritani	-	-	-	-
t	mg/L	0,01	0,00	41	0,01	0,0006	59	0,01	0,0011	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,01	0,00	89	0,00	0,0001	11	0,00	0,001	R.Margaritani	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,02	0,00	98	0,00	0,0000	2	0,01	0,001	R.Margaritani	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	0,04	0,00	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	9,18	0,69	95	0,41	0,03	5	4,54	0,727	R.Margaritani	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 4. Balance de masas en la confluencia de los ríos Queullirijahuiri y Javira

Caudal del cuerpo principal	0,13	m^3/s										
Caudal del cuerpo aportante	0,01	m^3/s										
Balance de masas	**4**	AG-19	R.Queullirijahuiri		RJavi	R.Javira		R.Queullirijahuiri		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,96	NA	NA	6,59	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	2410,00	NA	NA	84,30	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	12,00	NA	NA	10,30	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	6,35	NA	NA	6,57	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	14,10	NA	NA	1,63	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	2,06	0,26	97	0,71	0,01	3	1,96	0,265	R.Queullirijahuiri	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	2,10	0,26	100	0,12	0,00	0	1,95	0,264	R.Queullirijahuiri	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	1813,00	226,99	100	27,00	0,27	0	1680,90	227,258	R.Queullirijahuiri	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	1758,00	NA	NA	5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	1596,00	199,82	100	65,00	0,65	0	1482,76	200,469	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	21,00	2,63	99	3,00	0,03	1	19,67	2,659	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,15	48	16,10	0,16	52	2,30	0,311	R.Javira	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	176,00	22,04	100	0,05	0,00	0	162,99	22,036	R.Queullirijahuiri	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,000	100	0,00	0,00000	0	0,00	0,000	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,86	0,11	100	0,00	0,0000	0	0,80	0,108	R.Queullirijahuiri	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,01	0,0014	85	0,03	0,0003	15	0,012	0,0017	R.Queullirijahuiri	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,01	0,0010	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,001	R.Queullirijahuiri	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	0,00	0,0000	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,02	0,0021	74	0,08	0,0008	26	0,02	0,003	R.Queullirijahuiri	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,12	0,02	100	0,00	0,0000	0	0,11	0,015	R.Queullirijahuiri	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	72,00	9,01	100	4,00	0,04	0	66,97	9,054	R.Queullirijahuiri	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,09	0,01	100	0,00	0,000	0	0,09	0,012	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,54	0,07	100	0,00	0,00	0	0,50	0,068	R.Queullirijahuiri	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	4,20	0,53	100	0,00	0,00	0	3,89	0,526	R.Queullirijahuiri	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,02	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,02	0,002	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,41	0,05	99	0,05	0,00	1	0,39	0,052	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,80	0,10	100	0,04	0,00	0	0,74	0,100	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	131,00	16,40	100	0,03	0,00	0	121,31	16,402	R.Queullirijahuiri	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,02	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,02	0,003	R.Queullirijahuiri	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	18,00	2,25	99	1,23	0,01	1	16,76	2,266	R.Queullirijahuiri	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	5,82	0,73	100	0,02	0,00	0	5,39	0,729	R.Queullirijahuiri	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,00000	1	0,0004	0,00006	R.Queullirijahuiri	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	96	0,00	0,00000	4	0,001	0,0001	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,41	0,05	100	0,00	0,00	0	0,38	0,051	R.Queullirijahuiri	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,00000	0	0,01	0,001	R.Queullirijahuiri	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,001	R.Queullirijahuiri	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	2,90	0,36	92	3,20	0,03	8	2,92	0,395	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	16,00	2,00	97	5,30	0,05	3	15,21	2,056	R.Queullirijahuiri	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,002	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,0006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,001	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	0,02	0,00	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	6,13	0,77	100	0,00	0,00	0	5,68	0,767	R.Queullirijahuiri	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 5. Balance de masas en la confluencia de los ríos Queullirijahuiri y Aruntaya

Caudal del cuerpo principal	0,20	m^3/s										
Caudal del cuerpo aportante	0,07	m^3/s										
Balance de masas	**5**	M-3	R.Queullirijahuiri		M-4	R. Aruntaya		R. Aruntaya		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal (mg/L)			Cuerpo aportante (mg/L)			Después de la mezcla completa (mg/L)		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,72	NA	NA	4,38	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	2001,00	NA	NA	326,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	15,10	NA	NA	12,80	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	5,91	NA	NA	6,22	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	17,00	NA	NA	76,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	2,29	0,47	92	0,57	0,04	8	1,85	0,506	R.Queullirijahuiri	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	0,34	0,07	74	0,34	0,02	26	0,34	0,093	R.Queullirijahuiri	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	1672,00	340,08	96	191,00	13,41	4	1292,01	353,493	R.Queullirijahuiri	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	1367,00	NA	NA	49,50	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	1282,00	260,76	94	223,00	15,65	6	1010,28	276,413	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	30,00	6,10	98	2,00	0,14	2	22,82	6,242	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,24	74	1,20	0,08	26	1,20	0,328	R.Queullirijahuiri	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	114,00	23,19	98	6,16	0,43	2	86,33	23,620	R.Queullirijahuiri	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,000	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,36	0,07	100	0,00	0,0000	0	0,27	0,073	R.Queullirijahuiri	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,01	0,0021	63	0,02	0,0013	37	0,012	0,0034	R.Queullirijahuiri	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0009	97	0,00	0,0000	3	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	0,00	0,0000	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,08	0,0165	72	0,09	0,0065	28	0,08	0,023	R.Queullirijahuiri	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,10	0,02	100	0,00	0,0000	0	0,08	0,021	R.Queullirijahuiri	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	63,00	12,81	90	20,00	1,40	10	51,97	14,218	R.Queullirijahuiri	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,07	0,01	96	0,01	0,001	4	0,06	0,016	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,40	0,08	98	0,02	0,00	2	0,30	0,082	R.Queullirijahuiri	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	3,17	0,64	100	0,00	0,00	0	2,36	0,645	R.Queullirijahuiri	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,02	0,00	98	0,00	0,0001	2	0,01	0,003	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,43	0,09	85	0,22	0,02	15	0,38	0,103	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,36	0,07	NA	< 0,008	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	89,00	18,10	100	0,44	0,03	0	66,28	18,133	R.Queullirijahuiri	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,02	0,00	90	0,01	0,0004	10	0,01	0,004	R.Queullirijahuiri	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	13,30	2,71	86	6,14	0,43	14	11,46	3,136	R.Queullirijahuiri	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	6,13	1,25	97	0,54	0,04	3	4,70	1,285	R.Queullirijahuiri	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,00000	1	0,0012	0,00034	R.Queullirijahuiri	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00003	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,32	0,06	98	0,02	0,00	2	0,24	0,066	R.Queullirijahuiri	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,00001	1	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	2,40	0,49	63	4,00	0,28	37	2,81	0,769	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,01	0,00	97	0,00	0,00	3	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	20,00	4,07	86	9,50	0,67	14	17,31	4,735	R.Queullirijahuiri	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,001	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,01	0,00	NA	< 0,0006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,002	R.Queullirijahuiri	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	0,02	0,00	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	4,21	0,86	100	0,04	0,00	0	3,14	0,859	R.Queullirijahuiri	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 6. Balance de masas en la confluencia de los ríos Aruntaya y quebrada sin nombre 3

Caudal del cuerpo principal	0,25	m^3/s
Caudal del cuerpo aportante	0,01	m^3/s

Balance de masas	6	RArun4	R. Aruntaya		QSnom3	Q. Sin nombre		R. Aruntaya		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal (mg/L)			Cuerpo aportante (mg/L)			Después de la mezcla completa (mg/L)		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	2,90	NA	NA	7,98	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	2113,00	NA	NA	14830,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	15,20	NA	NA	21,50	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	5,83	NA	NA	16,36	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	3,71	NA	NA	9,34	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	179,00	44,79	36	5334,00	78,94	64	466,90	123,729	Q. Sin nombre	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	0,27	0,07	98	0,09	0,00	2	0,26	0,069	R. Aruntaya	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	1638,00	409,83	99	338,00	5,00	1	1565,40	414,830	R. Aruntaya	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	882,00	NA	NA	5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	1404,00	351,28	70	10010,00	148,15	30	1884,64	499,429	R. Aruntaya	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	18,00	4,50	97	10,00	0,15	3	17,55	4,652	R. Aruntaya	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,30	4	433,70	6,42	96	25,35	6,719	Q. Sin nombre	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	81,20	20,32	100	0,08	0,00	0	76,67	20,317	R. Aruntaya	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,000	14	0,02	0,00025	86	0,00	0,000	Q. Sin nombre	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,07	0,02	42	1,75	0,0258	58	0,17	0,044	Q. Sin nombre	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,01	0,0029	34	0,38	0,0056	66	0,032	0,0084	Q. Sin nombre	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0007	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,001	R. Aruntaya	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	< 0,00001	SD	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	1,58	0,3953	25	79,80	1,1810	75	5,95	1,576	Q. Sin nombre	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,07	0,02	100	0,00	0,0000	0	0,06	0,016	R. Aruntaya	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	66,00	16,51	85	195,00	2,89	15	73,20	19,399	R. Aruntaya	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,07	0,02	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,32	0,08	100	0,00	0,00	0	0,30	0,079	R. Aruntaya	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	2,58	0,65	100	0,00	0,00	0	2,44	0,647	R. Aruntaya	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,01	0,00	96	0,01	0,0001	4	0,01	0,002	R. Aruntaya	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	0,73	0,18	58	8,98	0,13	42	1,19	0,316	R. Aruntaya	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,07	0,02	91	0,10	0,00	9	0,07	0,018	R. Aruntaya	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	39,00	9,76	100	0,62	0,01	0	36,86	9,767	R. Aruntaya	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,37	0,09	28	15,96	0,2362	72	1,24	0,328	Q. Sin nombre	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	13,70	3,43	85	42,10	0,62	15	15,29	4,051	R. Aruntaya	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	7,29	1,82	99	1,80	0,03	1	6,98	1,850	R. Aruntaya	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,00000	1	0,0004	0,00010	R. Aruntaya	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	58	0,00	0,00006	42	0,001	0,0001	R. Aruntaya	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,20	0,05	100	0,00	0,00	0	0,19	0,050	R. Aruntaya	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,00000	0	0,00	0,001	R. Aruntaya	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,000	R. Aruntaya	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	9,10	2,28	37	265,00	3,92	63	23,39	6,199	Q. Sin nombre	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	90	0,01	0,00	10	0,01	0,001	R. Aruntaya	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	117,00	29,27	32	4264,00	63,11	68	348,61	92,381	Q. Sin nombre	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,00	0,00	93	0,00	0,0001	7	0,00	0,001	R. Aruntaya	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	82	0,00	0,0000	18	0,00	0,0002	R. Aruntaya	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,001	R. Aruntaya	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,01	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,002	R. Aruntaya	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	< 0,006	SD	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	3,01	0,75	100	0,01	0,00	0	2,84	0,753	R. Aruntaya	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 7. Balance de masas en la confluencia de los ríos Aruntaya y Titire

Caudal del cuerpo principal	0,14	m^3/s
Caudal del cuerpo aportante	0,07	m^3/s

Balance de masas	7	AG-10	R. Aruntaya		AG-09	R.Titire		R.Titire		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	3,08	NA	NA	6,82	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	3200,00	NA	NA	753,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	12,30	NA	NA	12,70	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	6,42	NA	NA	6,40	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	32,40	NA	NA	2,18	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	615,00	84,44	98	18,30	1,33	2	408,24	85,772	R. Aruntaya	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	1,80	0,25	93	0,25	0,02	7	1,26	0,265	R. Aruntaya	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	1175,00	161,33	89	282,00	20,53	11	865,57	181,857	R. Aruntaya	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	748,00	NA	NA	< 5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	2540,00	348,74	91	475,00	34,58	9	1824,47	383,322	R. Aruntaya	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	45,00	6,18	NA	< 2,00	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,16	2	126,60	9,22	98	44,65	9,381	R.Titire	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	69,00	9,47	100	0,03	0,00	0	45,10	9,476	R. Aruntaya	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,000	94	0,00	0,00001	6	0,00	0,000	R. Aruntaya	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,17	0,02	94	0,02	0,0015	6	0,11	0,024	R. Aruntaya	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,03	0,0041	59	0,04	0,0028	41	0,033	0,0069	R. Aruntaya	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0003	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,000	R. Aruntaya	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	< 0,00001	SD	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	4,13	0,5670	94	0,47	0,0343	6	2,86	0,601	R. Aruntaya	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,06	0,01	100	0,00	0,0000	0	0,04	0,008	R. Aruntaya	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	70,00	9,61	58	96,00	6,99	42	79,01	16,600	R. Aruntaya	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,06	0,01	100	0,00	0,000	0	0,04	0,009	R. Aruntaya	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,27	0,04	100	0,00	0,00	0	0,17	0,037	R. Aruntaya	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	2,10	0,29	100	0,00	0,00	0	1,37	0,288	R. Aruntaya	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,01	0,00	93	0,00	0,0001	7	0,00	0,001	R. Aruntaya	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	0,00	0,00	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	1,31	0,18	68	1,15	0,08	32	1,26	0,264	R. Aruntaya	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,05	0,01	71	0,04	0,00	29	0,05	0,010	R. Aruntaya	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	31,00	4,26	100	0,04	0,00	0	20,27	4,259	R. Aruntaya	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	1,05	0,14	97	0,07	0,0051	3	0,71	0,149	R. Aruntaya	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	13,80	1,89	62	16,10	1,17	38	14,60	3,067	R. Aruntaya	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	6,28	0,86	100	0,04	0,00	0	4,12	0,866	R. Aruntaya	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	90	0,00	0,00001	10	0,0002	0,00005	R. Aruntaya	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	12	0,01	0,00051	88	0,003	0,0006	R.Titire	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,16	0,02	100	0,00	0,00	0	0,11	0,022	R. Aruntaya	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	96	0,00	0,00001	4	0,00	0,000	R. Aruntaya	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	97	0,00	0,0000	3	0,00	0,000	R. Aruntaya	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	21,00	2,88	87	6,00	0,44	13	15,80	3,320	R. Aruntaya	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	98	0,00	0,00	2	0,00	0,001	R. Aruntaya	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	283,00	38,86	93	38,00	2,77	7	198,11	41,622	R. Aruntaya	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,000	R. Aruntaya	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,0006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,01	0,00	89	0,00	0,0001	11	0,01	0,001	R. Aruntaya	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	< 0,006	SD	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	< 0,00002	SD	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	2,55	0,35	100	0,00	0,00	0	1,67	0,350	R. Aruntaya	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 8. Balance de masas en la confluencia del río Titire y quebrada Chilota

Caudal del cuerpo principal	0,37	m^3/s												
Caudal del cuerpo aportante	0,02	m^3/s												
Balance de masas	**8**	TIT-2	R.Titire		QChil-1	Q. Chilota		R.Titire		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	5,67	NA	NA	8,27	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	7010,00	NA	NA	459,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	17,20	NA	NA	18,20	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	5,43	NA	NA	5,64	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	239,00	NA	NA	2,27	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	1882,00	700,29	100	6,16	0,09	0	1809,31	700,385	R.Titire	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	0,61	0,23	99	0,23	0,00	1	0,60	0,230	R.Titire	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	829,00	308,47	100	96,00	1,44	0	800,60	309,911	R.Titire	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	74,30	NA	NA	< 5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	4690,00	1745,15	100	321,00	4,82	0	4520,70	1749,964	R.Titire	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	204,00	75,91	NA	< 2,00	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	0,45	17	148,40	2,23	83	6,90	2,673	Q. Chilota	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	11,80	0,18	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	30,10	11,20	100	0,02	0,00	0	28,93	11,200	R.Titire	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,001	100	0,00	0,00000	0	0,00	0,001	R.Titire	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,68	0,25	100	0,01	0,0001	0	0,66	0,254	R.Titire	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,06	0,0208	97	0,04	0,0007	3	0,055	0,0214	R.Titire	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0004	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,000	R.Titire	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	< 0,00001	SD	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	12,50	4,6513	100	0,24	0,0036	0	12,03	4,655	R.Titire	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,02	0,01	100	0,00	0,0000	0	0,02	0,009	R.Titire	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	148,00	55,07	99	42,00	0,63	1	143,89	55,701	R.Titire	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,03	0,01	100	0,00	0,000	0	0,03	0,011	R.Titire	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,13	0,05	100	0,00	0,00	0	0,13	0,049	R.Titire	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	0,97	0,36	100	0,00	0,00	0	0,93	0,361	R.Titire	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,001	R.Titire	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	4,39	1,64	99	0,79	0,01	1	4,26	1,647	R.Titire	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,05	0,02	97	0,03	0,00	3	0,05	0,018	R.Titire	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	14,00	5,21	100	0,03	0,00	0	13,46	5,210	R.Titire	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	2,57	0,96	100	0,02	0,0004	0	2,47	0,957	R.Titire	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	30,20	11,24	98	12,30	0,18	2	29,51	11,422	R.Titire	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	3,37	1,25	100	0,00	0,00	0	3,24	1,255	R.Titire	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	96	0,00	0,00000	4	0,0001	0,00003	R.Titire	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	98	0,00	0,00002	2	0,003	0,0011	R.Titire	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,08	0,03	100	0,00	0,00	0	0,07	0,028	R.Titire	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	87	0,00	0,00003	13	0,00	0,000	R.Titire	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,000	R.Titire	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	60,00	22,33	100	3,10	0,05	0	57,80	22,373	R.Titire	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0	0,00	0,001	R.Titire	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	952,00	354,24	100	36,00	0,54	0	916,51	354,779	R.Titire	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,0006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,00	0,00	98	0,00	0,0000	2	0,00	0,001	R.Titire	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	< 0,006	SD	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	0,00	0,00	98	0,00	0,00	2	0,00	0,000	R.Titire	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	1,24	0,46	100	0,00	0,00	0	1,19	0,461	R.Titire	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 9. Balance de masas en la confluencia de los ríos Titire y Vizcacha

Caudal del cuerpo principal	1,48	m^3/s										
Caudal del cuerpo aportante	0,98	m^3/s										
Balance de masas	**9**	TIT-4	R.Titire		VIZ-4	R.Vizcacha		R. Coralaque		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	5,64	NA	NA	7,47	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	5190,00	NA	NA	165,00	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	12,10	NA	NA	11,60	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	6,13	NA	NA	5,74	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	186,00	NA	NA	2,83	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	1511,00	2236,73	99	16,50	16,21	1	914,86	2252,941	R.Titire	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	2,60	3,85	96	0,18	0,18	4	1,63	4,026	R.Titire	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	910,00	1347,07	99	20,00	19,65	1	554,99	1366,719	R.Titire	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	29,90	NA	NA	< 5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	3950,00	5847,19	98	107,00	105,11	2	2417,08	5952,291	R.Titire	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	135,00	199,84	99	2,00	1,96	1	81,95	201,805	R.Titire	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	1,20	1,78	4	41,10	40,37	96	17,12	42,149	R.Vizcacha	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	40,10	59,36	100	0,04	0,04	0	24,12	59,400	R.Titire	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,003	73	0,00	0,00110	27	0,00	0,004	R.Titire	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,44	0,65	91	0,07	0,0664	9	0,29	0,715	R.Titire	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,06	0,0859	87	0,01	0,0125	13	0,040	0,0983	R.Titire	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0020	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,002	R.Titire	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	< 0,00001	SD	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	13,40	19,8360	99	0,20	0,1915	1	8,13	20,028	R.Titire	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,02	0,02	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,025	R.Titire	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	123,00	182,08	96	8,10	7,96	4	77,17	190,034	R.Titire	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,02	0,03	100	0,00	0,000	0	0,01	0,034	R.Titire	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,11	0,17	100	0,00	0,00	0	0,07	0,166	R.Titire	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	0,89	1,31	100	0,00	0,00	0	0,53	1,316	R.Titire	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,00	0,00	82	0,00	0,0010	18	0,00	0,005	R.Titire	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	3,41	5,05	98	0,11	0,11	2	2,10	5,163	R.Titire	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,04	0,06	59	0,04	0,04	41	0,04	0,105	R.Titire	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	13,00	19,24	98	0,45	0,44	2	7,99	19,686	R.Titire	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	2,81	4,16	99	0,02	0,0216	1	1,70	4,184	R.Titire	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	31,90	47,22	95	2,44	2,40	5	20,15	49,618	R.Titire	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	2,92	4,33	100	0,01	0,01	0	1,76	4,333	R.Titire	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	60	0,00	0,00007	40	0,0001	0,00017	R.Titire	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,00	70	0,00	0,00169	30	0,002	0,0056	R.Titire	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,08	0,11	99	0,00	0,00	1	0,05	0,112	R.Titire	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	79	0,00	0,00006	21	0,00	0,000	R.Titire	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	90	0,00	0,0001	10	0,00	0,001	R.Titire	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	61,00	90,30	96	4,30	4,22	4	38,38	94,522	R.Titire	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	97	0,00	0,00	3	0,00	0,004	R.Titire	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	1104,00	1634,25	99	17,00	16,70	1	670,41	1650,950	R.Titire	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,003	R.Titire	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	50	0,00	0,0018	50	0,00	0,0035	R.Titire	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	95	0,00	0,0001	5	0,00	0,001	R.Titire	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,004	R.Titire	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	< 0,006	SD	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	0,00	0,00	36	0,00	0,00	64	0,00	0,000	R.Vizcacha	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	0,88	1,30	100	0,00	0,00	0	0,53	1,306	R.Titire	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

Tabla 10. Balance de masas en la confluencia del río Coralaque y quebrada Totorani

Caudal del cuerpo principal	2,25	m^3/s										
Caudal del cuerpo aportante	0,06	m^3/s										
Balance de masas	**10**	RCora1	R. Coralaque		QToto	Q.Totorani		R. Coralaque		Cuerpo de agua	ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
Parámetros	UNIDAD	Cuerpo principal			Cuerpo aportante			Después de la mezcla completa		Predominio de carga	D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
		(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)					
pH	Unidad de pH	7,23	NA	NA	7,62	NA	NA	NA	NA	NA	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	2129,00	NA	NA	117,40	NA	NA	NA	NA	NA	2500,0	5000,0	2000,0	5000,0
Temperatura	°C	11,80	NA	NA	11,10	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L-NA	6,58	NA	NA	6,58	NA	NA	NA	NA	NA	4,0	5,0	4,0	5,0
Turbidez	NTU	67,50	NA	NA	1,93	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Cloruros	mg/L	494,00	1113,72	100	0,98	0,06	0	480,60	1113,785	R. Coralaque	500,0	-	100-700	-
Fluoruros	mg/L	0,32	0,72	99	0,16	0,01	1	0,32	0,732	R. Coralaque	1,0	-	1,0	2,0
Sulfatos	mg/L	245,00	552,35	100	11,00	0,69	0	238,64	553,046	R. Coralaque	1000,0	1000,0	300,0	500,0
Acidez	mg/L CaCO3	< 5,00	NA	NA	< 5,00	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	1468,00	3309,61	100	77,00	4,85	0	1430,19	3314,457	R. Coralaque	-	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	35,00	78,91	100	3,00	0,19	0	34,13	79,097	R. Coralaque	-	-	-	-
DBO5	mg HCO3-/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	15,0	15,0	15,0	15,0
DQO	mg CO3-2/L	-	NA	NA	-	NA	NA	NA	NA	NA	40,0	40,0	40,0	40,0
Bicarbonatos	mg/L	22,50	50,73	94	50,50	3,18	6	23,26	53,908	R. Coralaque	518,0	-	370,0	-
Carbonatos	mg/L	< 0,6	SD	NA	< 0,6	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	5,0	-
Cianuro libre	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Cianuro wad	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,10	0,10	0,10	0,10
Aluminio total	mg/L	7,64	17,22	100	0,02	0,00	0	7,43	17,226	R. Coralaque	5,0	5,0	5,0	5,0
Antimonio Total	mg/L	0,00	0,003	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,19	0,42	100	0,01	0,0004	0	0,18	0,425	R. Coralaque	0,1	0,2	0,05	0,1
Bario total	mg/L	0,02	0,0552	99	0,01	0,0005	1	0,024	0,0558	R. Coralaque	0,7	-	0,7	-
Berilio total	mg/L	0,00	0,0005	100	0,00	0,0000	0	0,00	0,001	R. Coralaque	0,10	0,10	-	0,10
Bismuto Total	mg/L	< 0,00001	SD	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Boro total	mg/L	4,08	9,1984	100	0,16	0,0099	0	3,97	9,208	R. Coralaque	1,0	5,0	0,5-6	5,0
Cadmio total	mg/L	0,01	0,01	100	0,00	0,0000	0	0,01	0,014	R. Coralaque	0,01	0,1	0,005	0,01
Calcio total	mg/L	49,00	110,47	100	7,40	0,47	0	47,87	110,937	R. Coralaque	-	-	200,0	-
Cerio Total	mg/L	0,01	0,01	100	0,00	0,000	0	0,01	0,014	R. Coralaque	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,03	0,07	100	0,00	0,00	0	0,03	0,070	R. Coralaque	0,05	1,00	0,05	1,0
Cobre total	mg/L	0,26	0,58	100	0,00	0,00	0	0,25	0,579	R. Coralaque	0,2	0,5	0,2	0,5
Cromo Total	mg/L	0,00	0,00	97	0,00	0,0001	3	0,00	0,002	R. Coralaque	-	-	-	-
Cromo hexavalente	mg/L	-	SD	NA	-	SD	NA	SD	NA	NA	0,1	1,0	0,1	1,0
Estaño Total	mg/L	< 0,0001	SD	NA	< 0,0001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Estroncio Total	mg/L	1,19	2,69	100	0,07	0,00	0	1,16	2,693	R. Coralaque	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,04	0,10	99	0,02	0,00	1	0,04	0,098	R. Coralaque	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	3,90	8,79	100	0,30	0,02	0	3,80	8,811	R. Coralaque	5,0	-	1,0	1,0
Litio total	mg/L	0,81	1,83	100	0,00	0,0000	0	0,79	1,828	R. Coralaque	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio total	mg/L	10,10	22,77	99	2,01	0,13	1	9,88	22,897	R. Coralaque	-	250,0	150,0	150,0
Manganeso total	mg/L	0,94	2,13	100	0,01	0,00	0	0,92	2,128	R. Coralaque	0,2	0,2	0,2	0,2
Mercurio total	mg/L	0,00	0,00	97	0,00	0,00000	3	0,0001	0,00016	R. Coralaque	0,001	0,001	0,001	0,001
Molibdeno Total	mg/L	0,00	0,01	99	0,00	0,00003	1	0,002	0,0052	R. Coralaque	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,02	0,05	100	0,00	0,00	0	0,02	0,046	R. Coralaque	0,20	1,00	0,20	0,20
Plata Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,00000	1	0,00	0,000	R. Coralaque	-	-	0,05	-
Plomo total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,000	R. Coralaque	0,05	0,05	0,05	0,05
Potasio total	mg/L	19,00	42,84	99	4,10	0,26	1	18,59	43,094	R. Coralaque	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0	0,00	0,001	R. Coralaque	0,02	0,05	0,05	0,05
Sodio total	mg/L	274,00	617,73	100	4,50	0,28	0	266,67	618,017	R. Coralaque	-	-	200,0	-
Talio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Titanio Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0001	1	0,00	0,0041	R. Coralaque	-	-	-	-
Torio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00001	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Uranio Total	mg/L	0,00	0,00	99	0,00	0,0000	1	0,00	0,002	R. Coralaque	-	-	-	-
Vanadio Total	mg/L	< 0,006	SD	NA	< 0,006	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Wolframio Total	mg/L	0,00	0,00	NA	< 0,00002	SD	NA	SD	NA	NA	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	0,30	0,68	100	0,00	0,00	0	0,29	0,676	R. Coralaque	2,0	24,0	2,0	24,0

NA: Parámetro no considerado para el balance de masas

SD: sin dato de algunas de las variables

Excede los ECA para Agua (2008) o (2017)

En la Figura 2 se aprecia la variación de carga de boro, sodio, manganeso y arsénico desde la quebrada Queullirijahuire (MA-15) hasta después de la confluencia del río Vizcacha (VIZ-4) y río Titire (TIT-4), se resalta que la carga de boro (0,0006084 g/s) y sodio (0,57 g/s) es mínima desde la naciente de las quebradas Quellejahuiri y Margaritani incrementandose el boro (1,58 g/s) y sodio (92,4) posterior al aporte de la quebrada sin nombre 3 (QSnom3) y por el aporte de las fuentes termales en el tramo del río Titire, a su vez se puede evidenciar el incremento de la carga en el río Titire antes de la confluencia con la quebrada Vizcacha (VIZ-4). Respecto al arsénico y manganeso se evidencia carga desde la la quebrada Margaritani (E-3) manteniendose dicha carga hasta antes del aporte del río Aruntaya, asimismo se aprecia el incremento de carga antes del río Vizcacha.

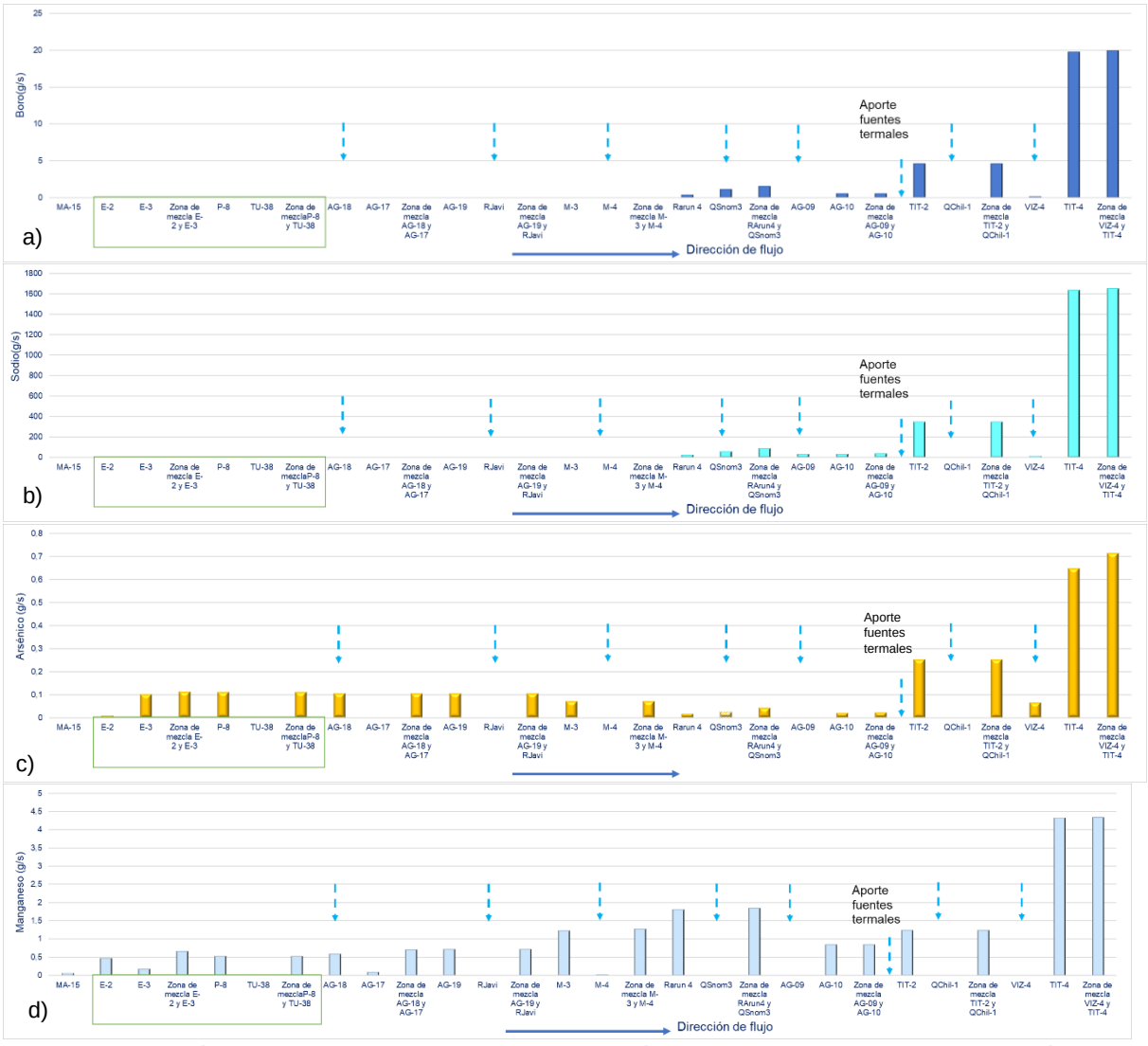


Figura 2. Variación de carga quebrada Queullirijahuiri - río Coralaque a) boro b) sodio c) arsénico d) manganeso

En la Figura 3 se aprecia la variación de carga de cadmio, cobalto, cobre, hierro, aluminio y zinc, se resalta que la carga proviniente de las quebradas Margaritani y Apostoloni (AG-18) se mantienen alta hasta posterior al aporte del río Titire (AG-09).



Figura 3. Variación de carga quebrada Queullirijahuiri - río Coralaque a) cadmio b) cobalto c) cobre d) hierro e) aluminio f) zinc

En base a los resultados presentados mediante el balance de masas y la influencia de carga a partir de la confluencia de las quebradas Apostoloni (E-2) y Margaritani (E-3) principalmente sobre los ríos Queullirijahuiri, Aruntaya y Titire respecto a la concentración de los metales cadmio, cobalto, cobre, hierro, aluminio, manganeso y arsénico se realizó el balance de masas por tramos y considerando 2 escenarios comparativos:

Escenario A: concentraciones determinadas por laboratorio.

Escenario B: Se considera que la concentración de metales totales en el río Margaritani en el punto E-3 es igual que la concentración del punto M-2 (aguas arriba del vertimiento PS-01 y antes del aporte del punto MT-BO5) y se considera que la concentración de la quebrada Apostoloni en el punto E-2 es igual a la concentración en el punto P-5 (aguas arriba del punto de vertimiento PM-02).A continuación se describen los aportantes por cada tramo:

- Tramo comprendido desde el río Queullirijahuiri (AG-17) hasta el río Aruntaya después del aporte de la quebrada Sin nombre 3 (QSnom3); se considera como aportantes río Margaritani (AG-18), quebrada Javira (RJavi), río Aruntaya(M-4) y quebrada sin nombre 3 (QSnom3).
- Tramo comprendido desde el río Queullirijahuiri (AG-17) hasta el río Titire después del aporte de la río Titire (AG-09); se considera como aportantes río Margaritani (AG-18), quebrada Javira (RJavi), río Aruntaya(M-4), quebrada sin nombre 3 (QSnom3) y río Titire (AG-09).

Los resultados del Escenarios A y B para el tramo Queullirijahuiri-Aruntaya se presentan en la Tabla 10. En el Escenario A el 85 % de carga en la zona de mezcla (posterior a la confluencia con la quebrada sin nombre 3 proviene de los aportantes (incluye río Margaritani). Asimismo, los metales aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, sodio y zinc excedieron los ECA para Agua 2008 ó 2017. En el Escenario B simulado el porcentaje de carga disminuye notándose que bajo esas condiciones las concentraciones de cadmio, cobalto, cobre y zinc ya no excederían el estándar mencionado.

Los resultados del Escenarios A y B para el tramo Queullirijahuiri-Titire se presentan en la Tabla 11. En el Escenario A el 85 % de carga en la zona de mezcla (posterior a la confluencia con el río Titire) proviene de los aportantes (incluye río Margaritani. Asimismo, los metales aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, sodio y zinc excedieron los ECA para Agua 2008 o 2017. En el Escenario B simulado el porcentaje de carga disminuye notándose que bajo esas condiciones las concentraciones de cadmio, cobalto, cobre y zinc ya no excederían el estándar mencionado.

Tabla 10. Balance de masas tramo río Queullirijahuiri - río Aruntaya

Parámetros	R.Queullirijahuiri			Aportantes		R. Aruntaya		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
	Cuerpo principal			Cuerpo aportante		Después de la mezcla completa		D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
	(mg/L)	(g/s)	(%)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)				
Escenario A											
Aluminio total	36,2000	3,0625	13,8	19,133	86,2	87,04	22,196	5	5	5	5
Arsénico total	0,0054	0,0005	0,3	0,133	99,7	0,52	0,133	0,1	0,2	0,05	0,1
Boro total	0,0120	0,0010	0,1	1,190	99,9	4,67	1,191	1	5	0,5-6	5
Cadmio total	0,0012	0,0001	0,7	0,014	99,3	0,054	0,014	0,01	0,05	0,005	0,01
Cobalto total	0,0530	0,0045	6,8	0,062	93,2	0,26	0,066	0,05	1	0,05	1
Cobre total	0,0111	0,0009	0,2	0,488	99,8	1,92	0,489	0,2	0,5	0,2	0,5
Hierro total	9,6000	0,8122	5,2	14,894	94,8	61,59	15,706	5	-	1	1
Manganeso total	1,2921	0,1093	14,0	0,674	86,0	3,07	0,783	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel total	0,0582	0,0049	9,7	0,046	90,3	0,199	0,051	0,2	1	0,2	0,2
Sodio total	10,0000	0,8460	1,3	66,014	98,7	262,19	66,860	-	-	200	-
Zinc total	0,4060	0,0343	4,7	0,695	95,3	2,86	0,729	2	24	2	24
Escenario B											
Aluminio total	36,2000	3,0625	78,6	0,8335	21,4	15,28	3,9	5	5	5	5
Arsénico total	0,0054	0,0005	1,7	0,0259	98,3	0,10	0,0	0,1	0,2	0,05	0,1
Boro total	0,0120	0,0010	0,1	1,1883	99,9	4,66	1,2	1	5	0,5-6	5
Cadmio total	0,0012	0,0001	69,3	0,0000	30,7	0,001	0,0	0,01	0,05	0,005	0,01
Cobalto total	0,0530	0,0045	63,8	0,0025	36,2	0,03	0,0	0,05	1	0,05	1
Cobre total	0,0111	0,0009	26,0	0,0027	74,0	0,01	0,0	0,2	0,5	0,2	0,5
Hierro total	9,6000	0,8122	79,6	0,2088	20,4	4,00	1,0	5	-	1	1
Manganeso total	1,2921	0,1093	58,3	0,0781	41,7	0,73	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel total	0,0582	0,0049	70,6	0,0020	29,4	0,03	0,0	0,2	1	0,2	0,2
Sodio total	10,0000	0,8460	1,3	63,8585	98,7	253,74	64,7	-	-	200	-
Zinc total	0,4060	0,0343	82,8	0,0072	17,2	0,16	0,0	2	24	2	24

Excede los ECA para Agua 2008 o 2017

Tabla 11. Balance de masas tramo río Queullirijahuiri - río Titire

Parámetros	R.Queullirijahuiri			Aportantes		R.Titire		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 004-2017-MINAM)		ECA-Agua Cat. 3 (Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM)	
	Cuerpo principal			Cuerpo aportante		Después de la mezcla completa		D1: Riego de vegetales	D2: bebida de animales	Riego de vegetales	bebida de animales
	(mg/L)	(g/s)	(%)	(g/s)	(%)	(mg/L)	(g/s)				
Escenario A											
Aluminio total	36,2000	3,0625	13,8	19,135	86,2	67,718	22,198	5	5	5	5
Arsénico total	0,0054	0,0005	0,3	0,134	99,7	0,410	0,135	0,1	0,2	0,05	0,1
Boro total	0,0120	0,0010	0,1	1,224	99,9	3,737	1,225	1	5	0,5-6	5
Cadmio total	0,0012	0,0001	0,7	0,014	99,3	0,042	0,014	0,01	0,05	0,005	0,01
Cobalto total	0,0530	0,0045	6,8	0,062	93,2	0,201	0,066	0,05	1	0,05	1
Cobre total	0,0111	0,0009	0,2	0,488	99,8	1,492	0,489	0,2	0,5	0,2	0,5
Hierro total	9,6000	0,8122	5,2	14,897	94,8	47,923	15,709	5	-	1	1
Manganeso total	1,2921	0,1093	13,9	0,677	86,1	2,399	0,786	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel total	0,0582	0,0049	9,7	0,046	90,3	0,155	0,051	0,2	1	0,2	0,2
Sodio total	10,0000	0,8460	1,2	68,780	98,8	212,404	69,626	-	-	200	-
Zinc total	0,4060	0,0343	4,7	0,695	95,3	2,225	0,729	2	24	2	24
Escenario B											
Aluminio total	36,2000	3,0625	78,6	0,835716	21,4	11,8921	3,898	5	5	5	5
Arsénico total	0,0054	0,0005	1,6	0,027334	98,4	0,0848	0,028	0,1	0,2	0,05	0,1
Boro total	0,0120	0,0010	0,1	1,222621	99,9	3,7329	1,224	1	5	0,5-6	5
Cadmio total	0,0012	0,0001	68,9	4,65E-05	31,1	0,0005	0,000	0,01	0,05	0,005	0,01
Cobalto total	0,0530	0,0045	63,7	0,002553	36,3	0,0215	0,007	0,05	1	0,05	1
Cobre total	0,0111	0,0009	25,7	0,002722	74,3	0,0112	0,004	0,2	0,5	0,2	0,5
Hierro total	9,6000	0,8122	79,3	0,211677	20,7	3,1234	1,024	5	-	1	1
Manganeso total	1,2921	0,1093	57,5	0,080856	42,5	0,5801	0,190	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel total	0,0582	0,0049	70,0	0,002112	30,0	0,0215	0,007	0,2	1	0,2	0,2
Sodio total	10,0000	0,8460	1,3	66,62488	98,7	205,8294	67,471	-	-	200	-
Zinc total	0,4060	0,0343	82,5	0,007301	17,5	0,1271	0,042	2	24	2	24

Excede los ECA para Agua 2008 o 2017

Síntesis:

De acuerdo al balance de masas calculado en la zona de mezcla de la quebrada Apostoloni (E-2) y la quebrada Margaritani (E-3) se determinó que el mayor aporte de carga contaminante que excede alguna categoria de los ECA para Agua de la quebrada Apostoloni (> 50 %) son los metales aluminio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y níquel y de la quebrada Margaritani (> 50 %) el arsénico, cadmio y zinc. El aporte de carga de la quebrada Planta al río Margaritani representa el 1% de la carga total en el punto AG-18.

En la zona de mezcla en el río Queullirijahuiri (AG-17) después del aporte del río Margaritani (AG-18) se determinó que el río Margaritani aportó una carga entre el 85 % y 95 % en todos los metales que exceden los ECA para Agua (aluminio, arsénico cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc). A partir de esta confluencia hasta el río Aruntaya posterior al aporte de la quebrada sin nombre 3 (QSnom3) la carga de aluminio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, y zinc mantienen su elevada carga proveniente desde el Margaritani, siendo el aporte del río Javira, quebrada Soro, río Aruntaya y quebrada sin nombre 3 menos del 5 % de carga total, sin embargo, se evidenció un incremento de boro, sodio y manganeso con un aporte mayor al 75 % en dicho tramo asociado a fuentes termales.

En un escenario que las concentraciones de aluminio, arsénico cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc en las quebradas Margaritani (E-3) y Apostoloni (E-2) fueran similares a la concentración aguas arriba en los puntos M-2 para Margaritani y P-5 para Apostoloni no se excedería los ECA para Agua 2008 ó 2017 categoría 3 para los metales cobre, cadmio, cobalto, níquel hasta el río Titire. Cabe indicar que el zinc disminuye su concentración a partir del aporte del río Aruntaya.