

ESCENARIO 1: Valores <LD=0

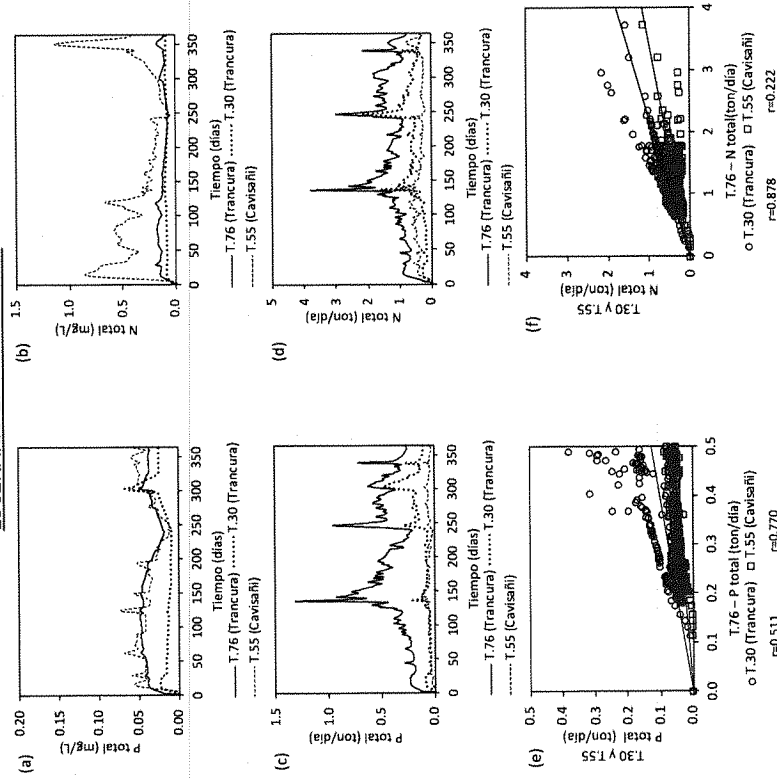


Figura 62. Escenario 1 – Modelación de transporte de nutrientes. Concentración de (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga de (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.76 (Trancura) y los tramos tributarios río Trancura en Curarrehue (T.30) y río Cavisañi en Catipulli (T.55): (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.

ESCENARIO 2: Valores <LD=50%

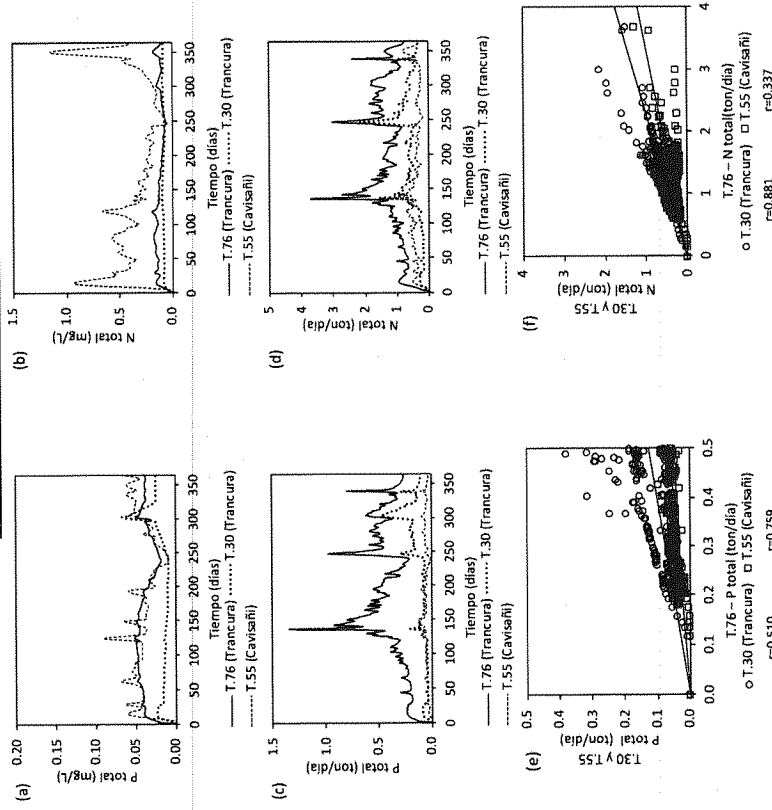


Figura 63. Escenario 2 – Modelación de transporte de nutrientes. Concentración de (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga de (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.76 (Trancura) y los tramos tributarios río Trancura en Curarrehue (T.30) y río Cavisañi en Catipulli (T.55): (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.

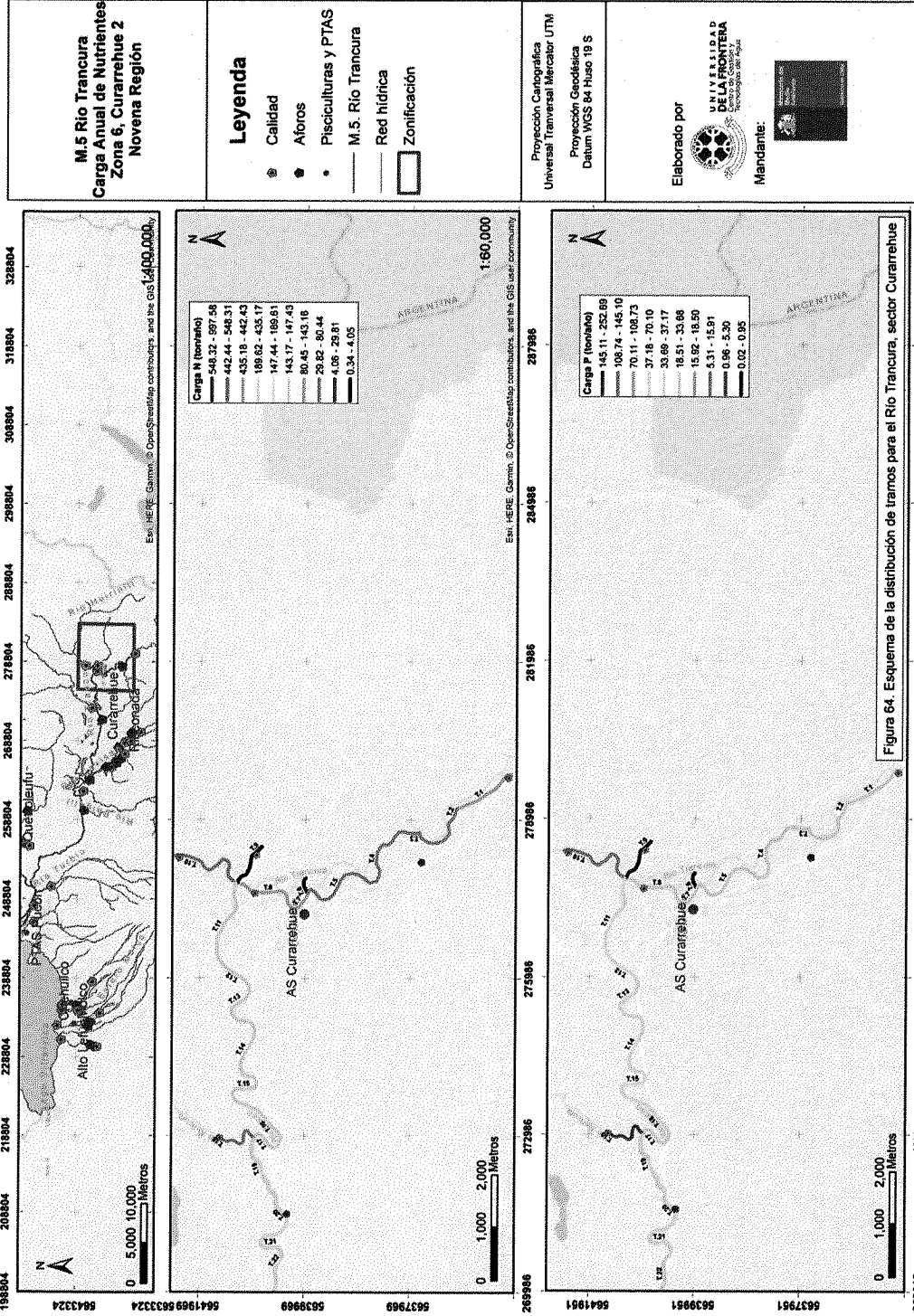


Respecto a las principales fuentes puntuales en cada tributario a T.76. Utilizando como referencia el tramo T.30 para el río Trancura, aguas arriba el esquema topológico presentado en la Figura 9 muestra que existen al menos 7 tributarios representados por B-12, Q-22, Q-33, B-13, B-14, B-15 y Q-23. A pesar de esto, el mayor aporte corresponde a la descarga de las aguas servidas de Curarrehue, la cual se encuentra en el tramo T.7. Al comparar el flujo másico de T.30 con el de T.7 la relación queda en evidencia (ver Figura 64, Figura 65 y Figura 66).

000605



Figura 64.
Esquema de la
distribución de
tramos para el Río
Trancura



Centro de Gestión y Tecnologías del Agua, Avenida Francisco Salazar 01145,
Casilla Postal 54D, Fono: (56) 45 2325555, centrodelagua@ufrontera.cl, Temuco, Chile

ESCENARIO 1: Valores $\leq LD=0$

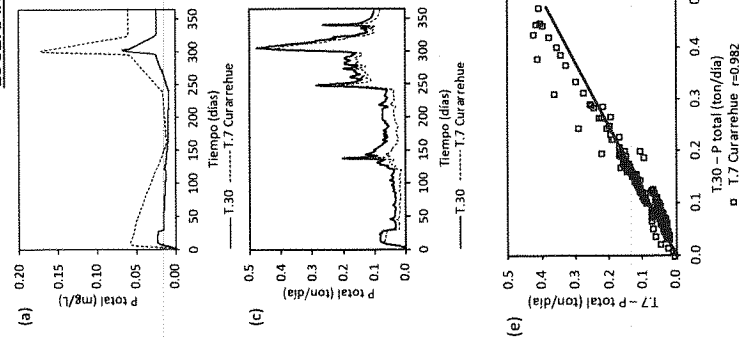


Figura 65. Escenario 1 – Modelación de transporte de nutrientes en Curarrehue. Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga diaria (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.30 (Trancura) y el tramo de Curarrehue T.7: (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.

ESCENARIO 2: Valores $\leq LD=50\%$

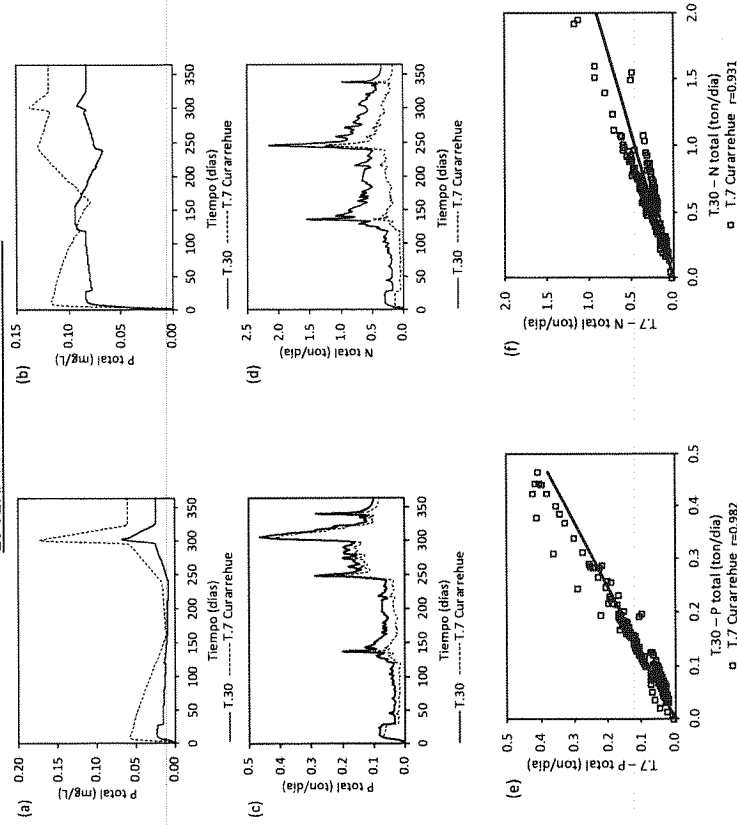


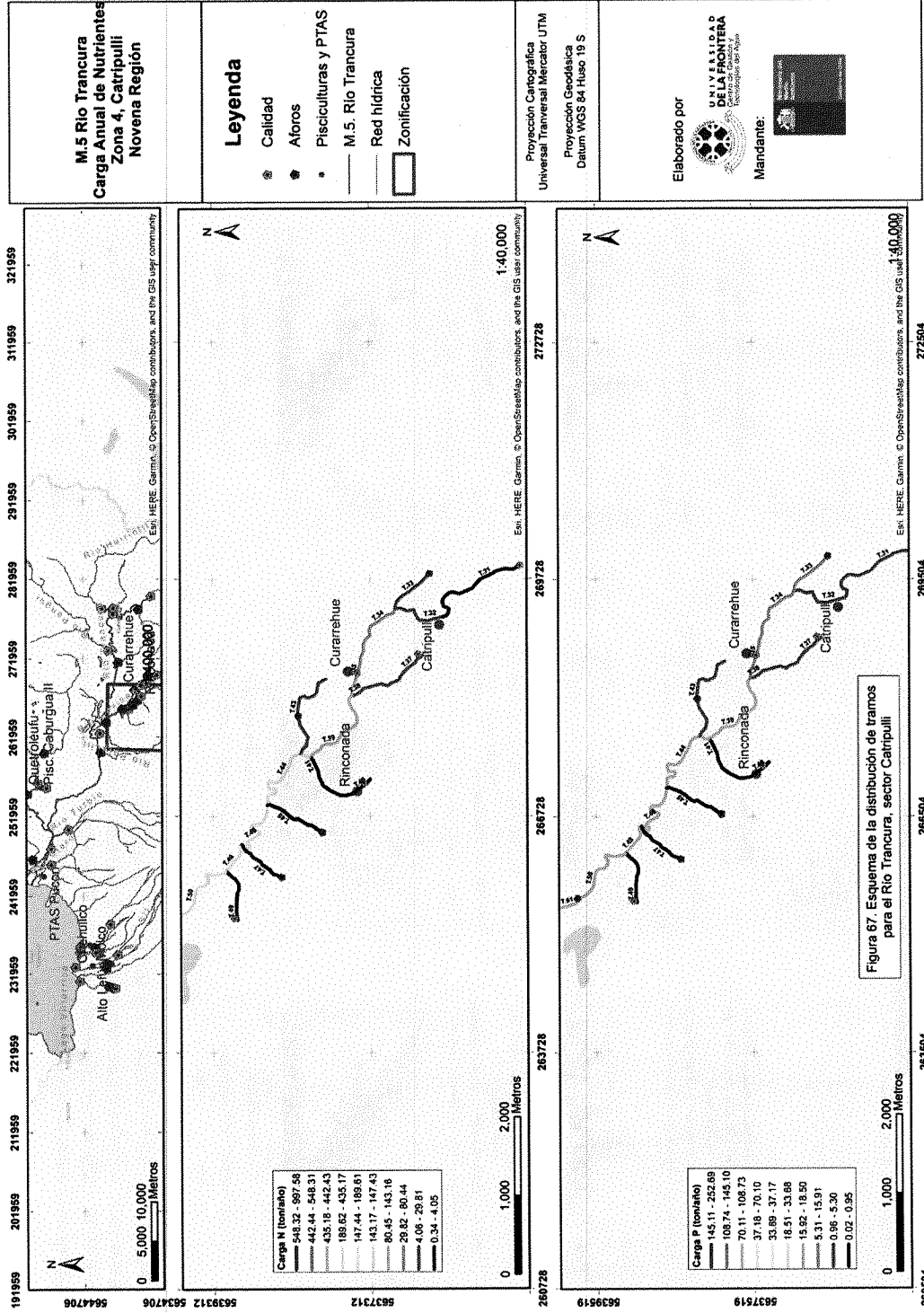
Figura 66. Escenario 2 – Modelación de transporte de nutrientes en Curarrehue. Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga diaria (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.30 (Trancura) y el tramo de Curarrehue T.7: (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.



Respecto del río Cavisañi (división de tramos T.31 a T.55), este río posee tres descargas de fuentes puntuales: Piscicultura Catripulli en el tramo T.32, Piscicultura Curarrehue en tramo T.36 y Piscicultura Rinconada en el tramo T.41. En este caso, en las salidas a terreno fue posible verificar que la Piscicultura Rinconada (T.41) se encontraba sin uso, por lo que no existe información de descargas que puedan ser utilizadas en este estudio.

La Figura 67 presenta un detalle esquemático de las distribución de carga para Nitrógeno y Fósforo total en el sector de Catripulli y la Figura 68 y Figura 69 presentan la comparación de concentraciones y flujo másico para Nitrógeno y Fósforo en el tramo T.55 junto a los tramos que poseen descargas (T.32 y T.36), donde se observa que el tramo T.36 muestra una mayor correlación en las cargas de Nitrógeno y Fósforo Total con el tramo control, que en este caso es el T.55.

Figura 67.
Esquema de la
distribución de
tramos para el Río
Trancura



ESCENARIO 1: Valores $\leq LD=0$

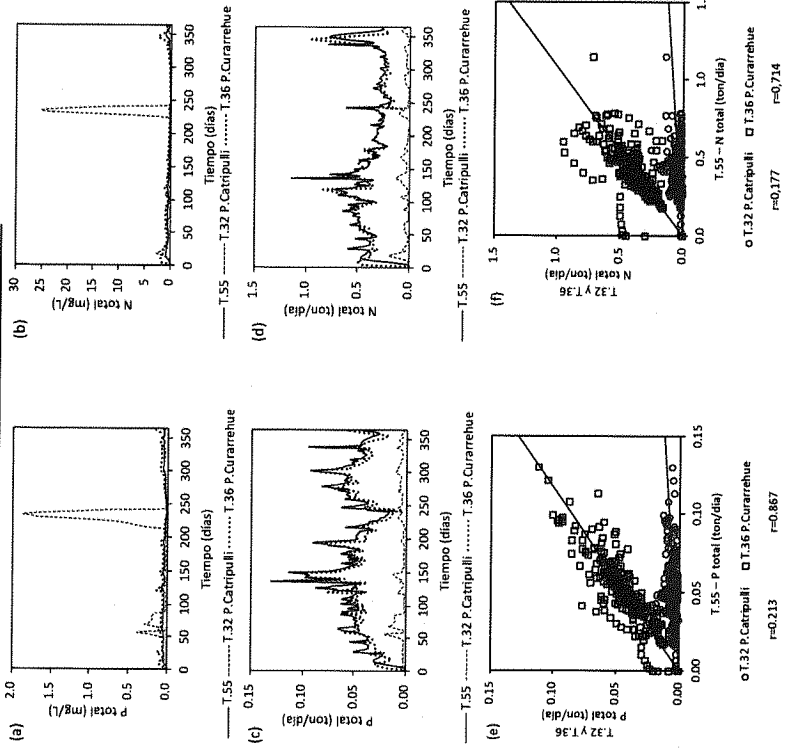


Figura 68. Escenario 1 – Modelación de transporte de nutrientes en Cavisafi. Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.32 (P. Catipulli) y tramo T.36 (P. Curarrehue): (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.

ESCENARIO 2: Valores $\leq LD=50\%$

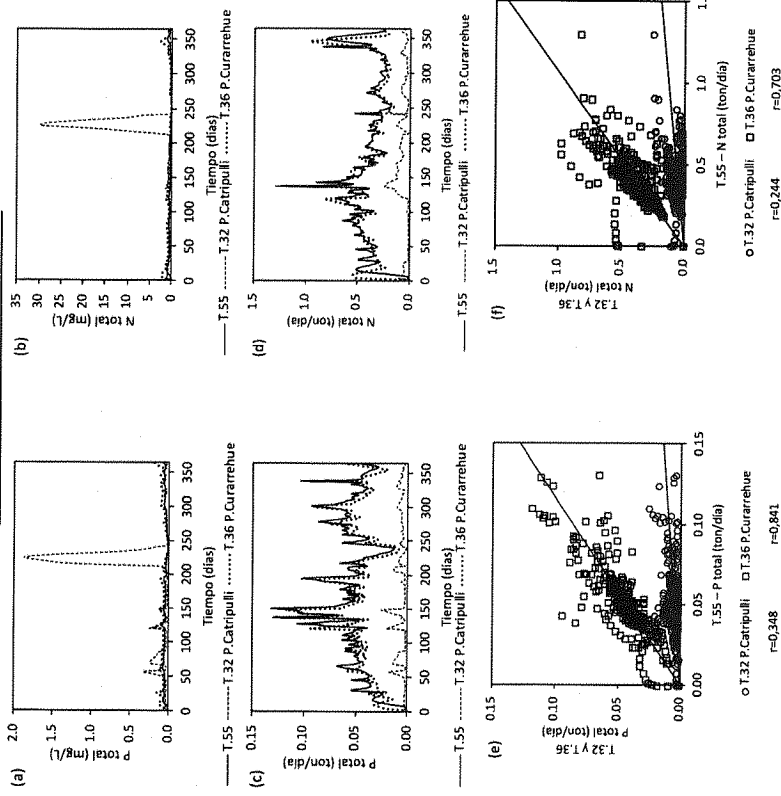


Figura 69. Escenario 2 – Modelación de transporte de nutrientes en Cavisafi. Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno total. Carga (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total. Correlación de concentraciones entre el tramo T.32 (P. Catipulli) y tramo T.36 (P. Curarrehue): (e) Fósforo total y (f) Nitrógeno total. r corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.



Finalmente, en la descarga al Lago (ver Figura 51, Figura 70 y Figura 71) es posible observar que el río Trancura se transforma en un delta, esto luego del tramo T.103. Para efectos prácticos de este estudio, se asumió que el río se divide en dos brazos con proporciones de caudal iguales (50% cada uno).

De esta manera, el brazo de río que va por el lado del cerro Chuquilcura corresponde a los tramos T.105 a T.112. Por otro lado, el brazo de río que va por el lado de Pucón corresponde a los tramos T.113, T.114, T.117 y T.118.

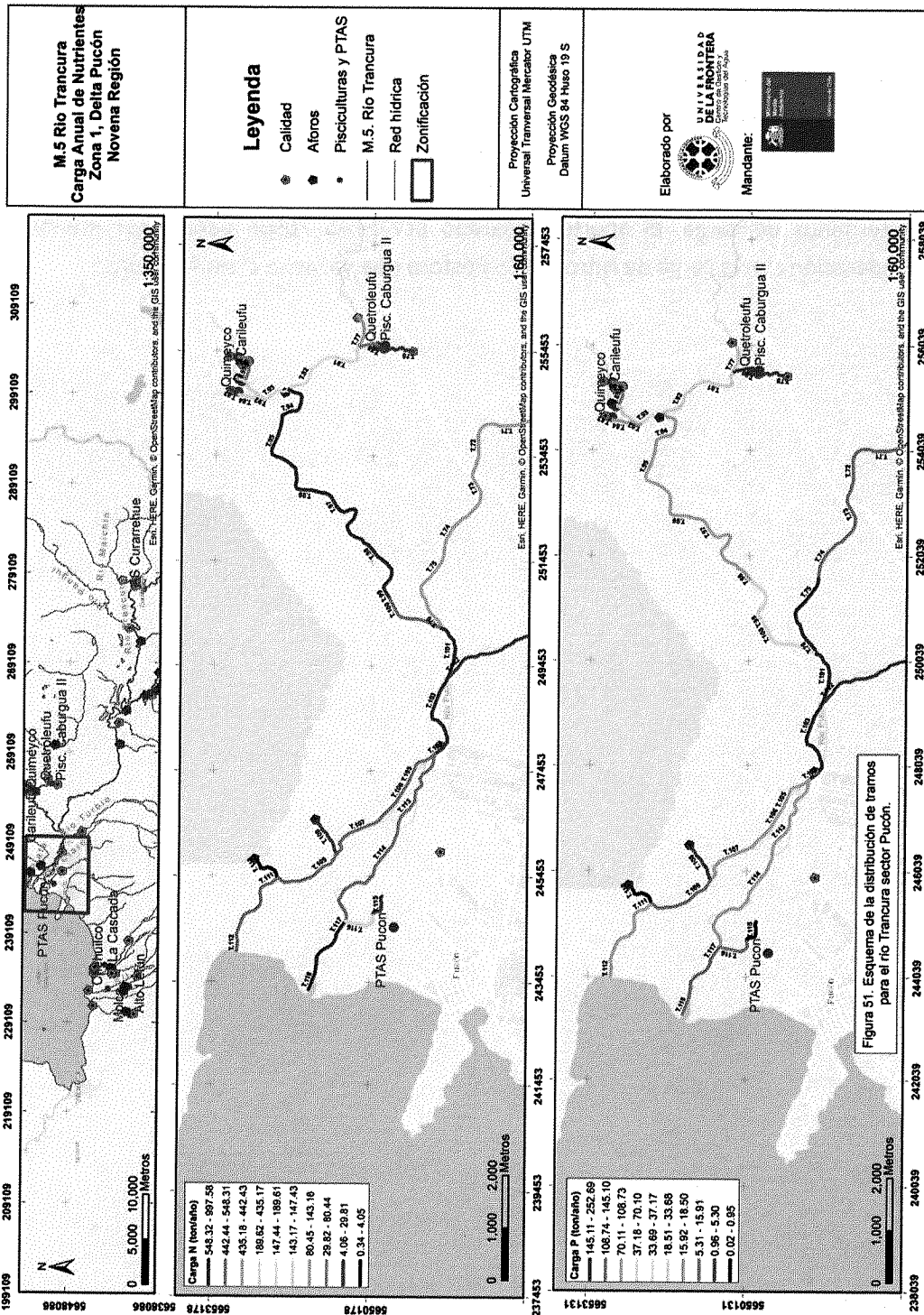
El brazo de río que va por Pucón recibe descargas de la PTAS Pucón de la empresa Aguas Araucanía, la intervención viene a través del tributario Río Claro, el cual descarga en el tramo T.116 del mismo río (esto según supuestos del modelo). Es posible observar que en términos de carga, el aporte declarado por PTAS Pucón parece ser menor en comparación con la carga de Nitrógeno y Fósforo que ya viene el río Trancura.



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

0000611

Repetición de
Figura 51.
Esquema de la
distribución de
tramos para el río
Trancura sector
Pucón.



Centro de Gestión y Tecnologías del Agua, Avenida Francisco Salazar 01145,
Casilla Postal 54D, Fono: (56) 45 2325555, centrodelagua@ufrontera.cl, Temuco, Chile

ESCENARIO 1: Valores <LD=0

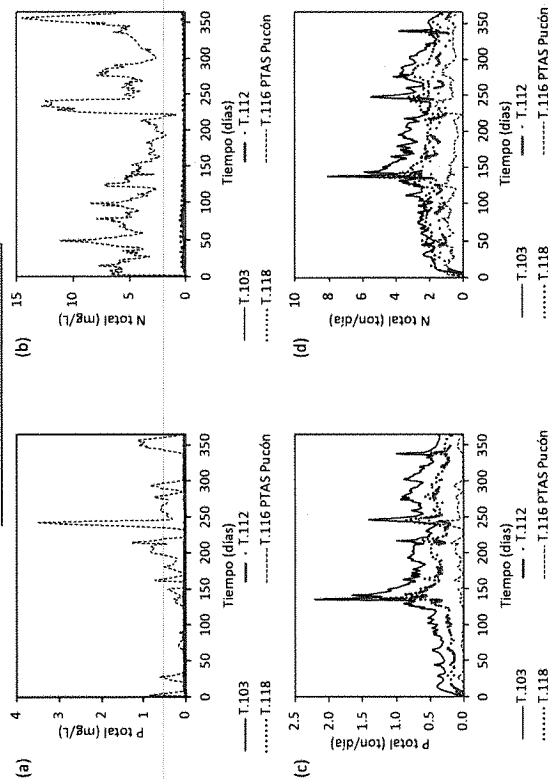


Figura 70. Escenario 1 — Modelación de transporte de nutrientes en río Trancura, zona de descarga al Lago Villarrica (Delta). Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno. Carga (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total.

ESCENARIO 2: Valores <LD=50%

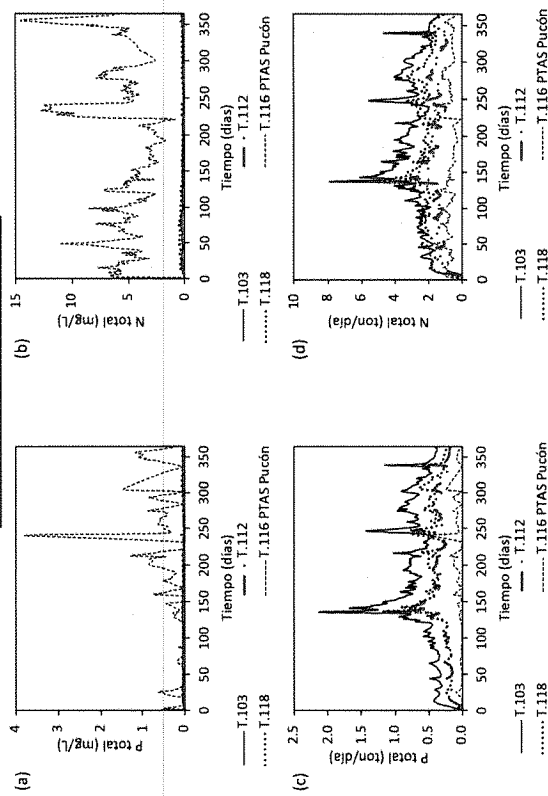


Figura 71. Escenario 2 — Modelación de transporte de nutrientes en río Trancura, zona de descarga al Lago Villarrica (Delta). Concentración (a) Fósforo Total y (b) Nitrógeno. Carga (c) Fósforo Total y (d) Nitrógeno total.



6.2.6 Resumen de emisiones por Fuente Puntual (Escenarios 1 y 2)

La Figura 72 presenta un resumen del aporte de Fósforo Total de cada una de las fuentes puntuales consideradas en este estudio para el Escenario 1 y 2, y la Figura 73 un resumen del aporte de Nitrógeno Total para las mismas fuentes. La Tabla 46 y Tabla 47 presentan los valores de las emisiones registradas en carga para Fósforo y Nitrógeno Total respectivamente, diferenciados por cada escenarios propuesto.

De la Figura 72 se desprende que las mayores emisiones de Fósforo proveniente de fuentes puntuales, para el Escenario 1, se asociarían principalmente a las pisciculturas Molco, Loncotraro, Caburgua II, Curarrehue, Catripulli y a las Aguas Servidas de Curarrehue y la PTS Pucón, ya en el Escenario 2, las mismas fuente se repiten, pero la piscicultura Quimeyco llama la atención con una emisión por sobre las 4 ton/año, esto se debe a que, para el caso del fósforo, Quimeyco reporta una gran cantidad de datos bajo el límite de detección analítico.

Respecto del Nitrógeno Total, la Figura 73 presenta las emisiones de cada fuente puntual tanto para el Escenario 1 y 2, entre ambos escenarios no se observan grandes diferencias.

En este mismo sentido, las fuentes puntuales con mayor emisión declarada de Nitrógeno Total corresponden a las pisciculturas Curarrehue, Caburgua II y Catripulli.

Es importante recordar, que tanto para el Fósforo Total como para el Nitrógeno Total, y en ambos escenarios evaluados, a cada piscicultura se les restó la carga de nutrientes que trae el río previo a su ingreso a la planta, por lo que a cada emisión declarada se le ajustado su valor en función de esta resta.

Realizando un análisis por cada río y estero (ver Tabla 46 para Fósforo Total y Tabla 47 para Nitrógeno Total), en el estero Molco (M1) es la Piscicultura Molco la que muestra mayor responsabilidad en las emisiones de Fósforo (74% Esc.1 – 68.5% Esc.2) y Nitrógeno (70.7% Esc.1 y 2), esto respecto de la carga total de M1. Para el caso del estero Loncotraro (M2) la Piscicultura Loncotraro sería la mayor responsable de las emisiones totales de Fósforo (61.3% Esc.1 – 56.2% Esc.2) y Nitrógeno (66.9% Esc.1 – 51.0% Esc.2). En el Estero Correntoso (M3), la Piscicultura la Castada aportaría con las emisiones totales de Fósforo (9.0% Esc.1 y 2) y Nitrógeno (26.7% Esc.1 y 2). En Estero Los Chilcos (M4) las responsabilidades de la Carga estarían compartida casi por partes iguales entre las pisciculturas Los Chilcos y Loncotraro. Finalmente, para el Río Trancura (M5), y para el caso del Fósforo Total, Escenario 1 y 2, las pisciculturas Caburgua II (1.5% Esc.1 – 1.27% Esc.2), Curarrehue (3.17% Esc.1 y 2), Catripulli (3.3% Esc.1 y 2) y a las Aguas Servidas de Curarrehue (2.1% Esc.1 – 1.98% Esc.2) y la PTS Pucón (1.19% Esc.1 – 1.12% Esc.2) serían las mayores responsables de las emisiones registradas en el Río Trancura.

Respecto del Nitrógeno Total, la distribución correspondería para los Escenarios 1 y 2, a las pisciculturas Caburgua II (6.89% Esc.1 – 6.74% Esc.2), Curarrehue (9.80% Esc.1 y 9.59%



Esc.2), Catripulli (6.28% Esc.1 y 6.14% Esc.2) y a las Aguas Servidas de Curarrehue (1.79% Esc.1 – 1.75% Esc.2) y la PTS Pucón (2.42% Esc.1 – 2.37% Esc.2).

Emisiones de Fósforo, Escenarios 1 y 2.

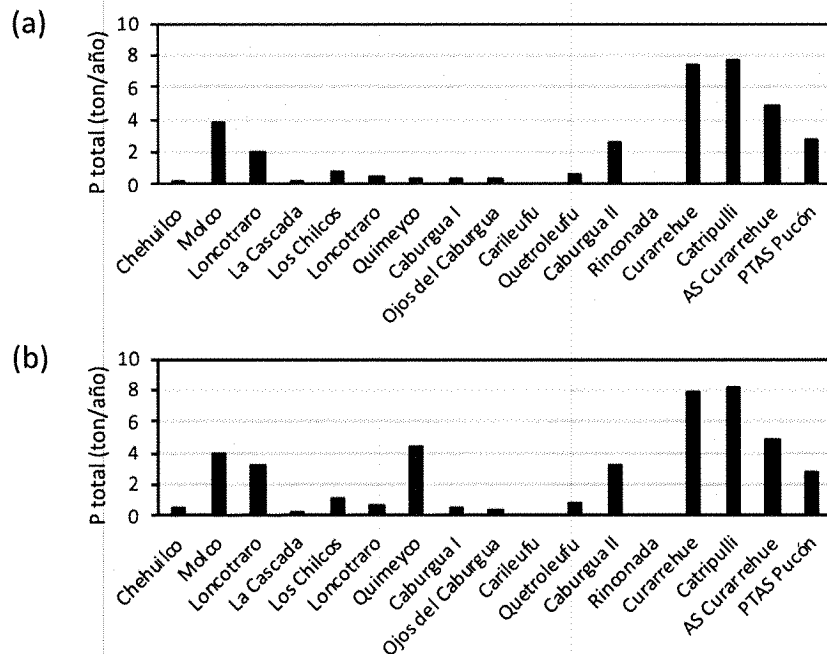


Figura 72. Emisiones de fuentes puntuales en carga, ton/año para Fósforo (a) Escenario 1: Valores <LD=0 y (b) Escenario 2: Valores <LD=50%.

Emisiones de Nitrógeno, Escenarios 1 y 2.

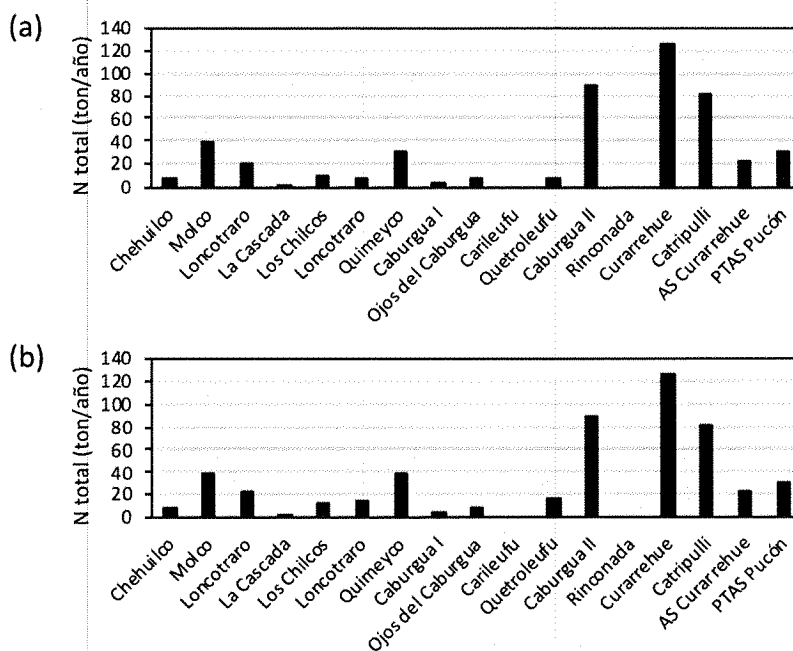


Figura 73. Emisiones de fuentes puntuales en carga, ton/año para Nitrógeno (a) Escenario 1: Valores <LD=0 y (b) Escenario 2: Valores <LD=50%.

Tabla 46. Distribución de la participación en las emisiones de Fósforo Total.

Clasificación	Nombre del estero	Nombre Piscicultura	Escenario 1 (P-total)						Escenario 2 (P-total)											
			Pisciculturas/AS/PTAS			Fuentes Difusas			TOTAL rfo/estero			Pisciculturas/AS/PTAS			Fuentes Difusas			TOTAL rfo/estero		
			ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%
M1	Estero Molco	Chehuilco	0.08	1.53	1.28	24.47	5.23	0.57	9.74	1.27	21.71	5.85								
		Molco	3.87	74.00			4.01	68.55												
M2	Estero Loncotraro	Loncotraro	2.62	62.09	1.60	37.91	4.22	3.15	56.25	2.45	43.75	5.60								
M3	Estero Correntoso	La Cascada	0.17	9.04	1.71	90.96	1.88	0.17	9.04	1.71	90.96	1.88								
M4	Estero Los Chilcos	Los Chilcos	1.05	33.33	1.56	49.52	3.15	1.14	33.73	1.54	45.56	3.38								
		Loncotraro	0.54	17.14			0.70	20.71												
M5	Río Trancura	Quimeyco	0.32	0.14				4.39	1.78											
		Caburgua I	0.41	0.18				0.44	0.18											
		Ojos del Caburgua	0.39	0.17				0.39	0.16											
		Carileufu	0.0	0.00				0.0	0.00											
		Quetroleufu	0.70	0.30				0.86	0.35											
		Caburgua II	2.68	1.15	205.00	88.27	232.25	3.14	1.27	213.95	86.71	246.74								
		Rinconada	0.0	0.00				0.0	0.00											
		Curarrehue	7.37	3.17				7.82	3.17											
		Catripulli	7.74	3.33				8.11	3.29											
		AS Curarrehue	4.88	2.10				4.88	1.98											
		PTAS Pucón	2.76	1.19				2.76	1.12											

Tabla 47. Distribución de la participación en las emisiones de Nitrógeno Total.

Clasificación	Nombre del estero	Nombre Piscicultura	Escenario 1 (N-total)					Escenario 2 (N-total)				
			Pisciculturas/AS/PTAS		Fuentes Difusas		TOTAL	Pisciculturas/AS/PTAS		Fuentes Difusas		TOTAL
			ton/año	%	ton/año	%	ton/año	ton/año	%	ton/año	%	ton/año
M1	Esterio Molco	Chehuilco	8.54	15.59	7.47	13.64	54.77	8.54	15.59	7.47	13.64	54.77
		Molco	38.76	70.77				38.76	70.77			
M2	Esterio Loncotraro	Loncotraro	28.45	66.97	12.29	28.93	42.48	22.93	51.00	22.03	49.00	44.96
M3	Esterio Correntoso	La Cascada	3.08	26.71	8.45	73.29	11.53	3.08	26.57	8.51	73.43	11.59
M4	Esterio Los Chilcos	Los Chilcos	13.28	52.64	3.66	14.51	25.23	13.35	40.84	5.68	17.38	32.69
		Loncotraro	8.38	33.21				13.66	41.79			
M5	Río Trancura	Quimeyco	30.98	2.40				38.71	2.93			
		Caburgua I	5.09	0.39				5.09	0.39			
		Ojos del Caburgua	8.79	0.68				8.79	0.67			
		Carileufu	0.00	0.00				0.00	0.00			
		Quetroleufu	7.57	0.59				16.82	1.27			
		Caburgua II	89.00	6.89	888.38	68.76	1292.00	89.00	6.74	900.13	68.15	1320.73
		Rinconada	0.00	0.00				0.00	0.00			
		Curarrehue	126.68	9.80				126.68	9.59			
		Catripulli	81.11	6.28				81.11	6.14			
		AS Curarrehue	23.10	1.79				23.10	1.75			
		PTAS Pucón	31.30	2.42				31.30	2.37			



6.3 Modelo de nutrientes en cuenca del Lago Villarrica (N-SPECT)

Para la estimación del aporte difuso en la cuenca del Lago Villarrica se recurrió a una modelación utilizando el Software N-SPECT y a la validación de este utilizando el punto de control M5 en puente Quelhue, según los cálculos y estimaciones realizadas mediante modelación matemática utilizando el Software WASP 8.

La Tabla 48 presenta una comparación de la superficie estimada en cada uno de los estudios realizado a la fecha en la cuenca por MMA-UACH (2009 y MMA-UCT (2012). Además se incorpora a la comparación los usos de suelo utilizados en este estudio, correspondientes a la cobertura de usos de suelo más actualizada en formato raster "Land Cover Chile 2014" (Zhao et al., 2016). La Figura 74 presenta un resumen gráfico comparativo entre las coberturas utilizadas en los estudios antes mencionados.

Tabla 48: Detalle de las coberturas de usos de suelo (ha y %) en la cuenca del Lago Villarrica.

Uso de suelo	UACH (2009)		UCT (2012)		Land Cover Chile (2014)	
	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Agua	23457	8.00%	7356	3.00%	23202	8.10%
Bosque nativo	93258	31.80%	107503	43.50%	44858	15.60%
Matorral	21031	7.20%	20302	8.20%	36883	12.80%
Nieve	11130	3.80%	5502	2.20%	1127	0.40%
Plantaciones exóticas	4079	1.40%	1873	0.80%	4890	1.70%
Pradera (pastizal)	44955	15.30%	25961	10.50%	36401	12.70%
Suelo desnudo	11166	3.80%	14790	6.00%	12000	4.20%
Renoval	69706	23.80%	63033	25.50%	126950	44.20%
Agrícola	20	0.00%	69	0.10%	598	0.20%
Urbano	14098	4.80%	604	0.20%	350	0.10%
TOTAL	292900	100.00%	246993	100.00%	287259	100.00%

Fuente: la información fue extraída de (MMA-UACH, 2009), (MMA-UCT, 2012) y (Zhao et al., 2016).

La Tabla 49 y la Figura 75 presentan un resumen comparativo entre las estimaciones realizadas por MMA-UACH (2009) y MMA-UCT (2012). De acuerdo a MMA-UACH (2009) la mayor carga de Nitrógeno y Fósforo Total (ton/año) provendría de Maichín, Palguín, Trancura, Caburgua y Liucura en ambos casos. Por otro lado, para MMA-UCT (2012), los aportes vendrían mayoritariamente de Maichín, Caburgua y Pucón (hay que considerar que en este estudio sólo se modelaron las subcuencas de la cabecera de la cuenca del Lago Villarrica).

De acuerdo al presente estudio, respecto del aporte de Fósforo Total, las subcuencas con mayor aporte (de mayor a menor) serían: Maichín, Trancura, Caburgua, Pucón y Palguín. Por otro lado, para el Nitrógeno Total, las subcuencas con mayor aporte (de mayor a menor) serían: Maichín, Trancura, Caburgua y Pucón.



De acuerdo a la sumatoria de aportes totales (ver Figura 76), los resultados del presente estudio reportan menores valores para el Nitrógeno y Fósforo Total en comparación a lo reportado por MMA-UACH (2009) y MMA-UCT (2012). Respecto del cálculo realizado por MMA-UACH (2009), el presente estudio reportaría una carga de 531.14 ton/año de Nitrógeno Total mientras que MMA-UACH 2009 900.74 ton/año y 173.89 ton/año de Fósforo Total, mientras que MMA-UACH 320.88 ton/año, ver Tabla 49. Por otro lado, sólo considerando las subcuencas estudiadas por MMA-UCT (2012), los resultados obtenidos por el presente estudio mostrarían diferencias en los aportes de Nitrógeno y Fósforo total, siendo para Nitrógeno Total 627.81 ton/año en MMA-UCT (2012) y 499.88 ton/año para el presente estudio, y en el caso del Fósforo Total 209.3 ton/año MMA-UCT (2012) y 161.90 ton/año en el presente estudio.

Por otro lado, el mayor aporte de Nitrógeno provendría de la cobertura Pradera (37.5%), seguida de Renoval (31.2%) y Matorral (23.2%). Respecto del Fósforo, este provendría principalmente de las coberturas Renoval (31.1%), Matorral (24.0%), "Pradera" (22.65%) y Plantaciones Exóticas (14.4%). Es importante recordar que estos aportes estarían asociados al número de hectáreas de cada uso en la cuenca estudiada.

Finalmente, la Figura 78 cobertura de usos de suelo utilizadas en el presente estudio para la modelación con N-SPECT. De esta forma, la Figura 79 presenta el resultado de la modelación de la carga de Nitrógeno en ton/año y la Figura 80 la carga de Fósforo en ton/año.

Por último la Figura 81 y Figura 82 muestran la concentración de Nitrógeno y Fósforo en mg/L respectivamente.

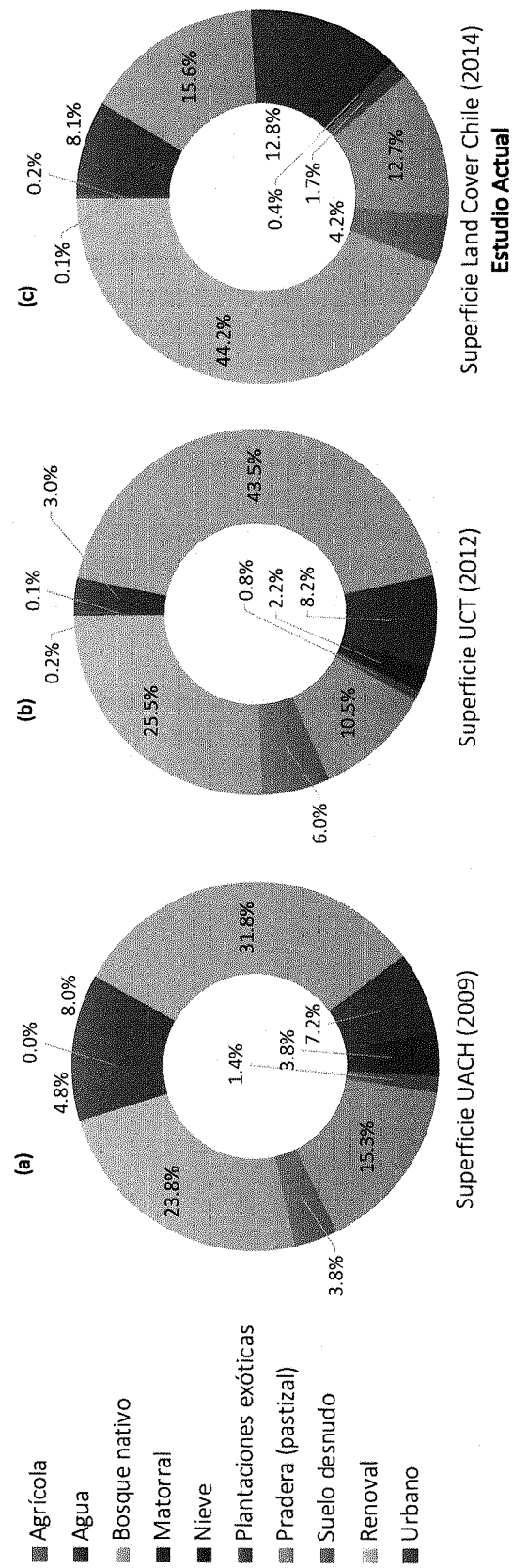


Figura 74: Comparativa de superficies (%) según **(a)** MMA-UACH (2009), **(b)** MMA-UCT (2012) y **(c)** Zhao et al., (2016).

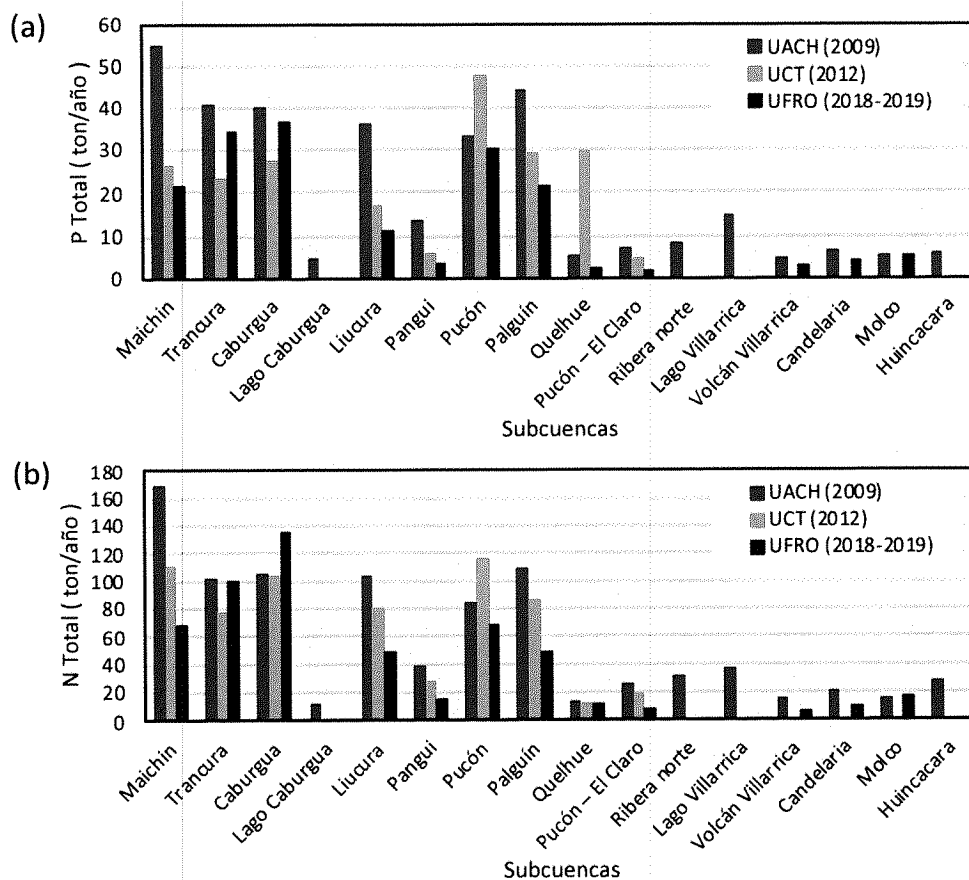


Figura 75: Resumen comparativo de los aportes de (a) Fósforo y (b) Nitrógeno por subcuenca desde fuentes difusas.

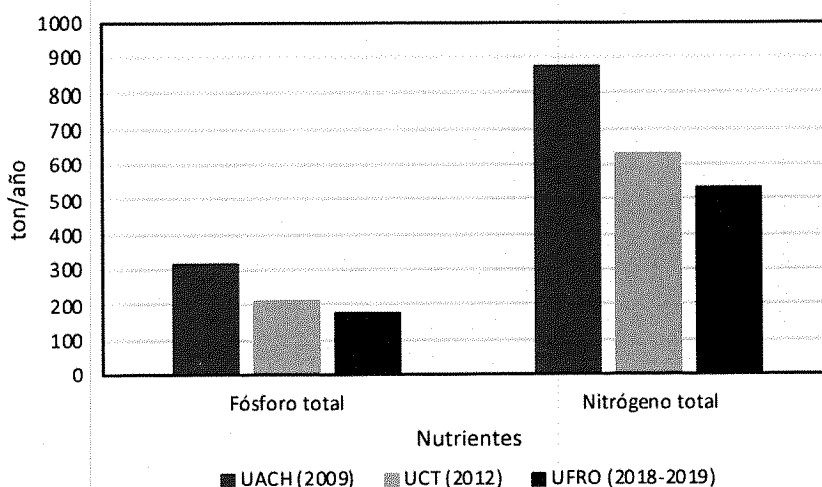


Figura 76: Resumen comparativo de resultados del cálculo de aporte fuentes difusas según MMA-UACH (2009), MMA-UCT (2012) y UFRO (2018-2019).

Tabla 49: Aporte anual (ton/año) según las 14 subcuencas de la cuenca del Lago Villarrica.

Subcuencas	UACH (2009)			UCT (2012)			UFRO (2018-2019)		
	Nitrógeno total (ton/año)	Fósforo total (ton/año)	Nitrógeno total (ton/año)	Fósforo total (ton/año)	Nitrógeno total (ton/año)	Fósforo total (ton/año)	Nitrógeno total (ton/año)	Fósforo total (ton/año)	
Maichin	168.53	54.27	110.26	26.02	67.09	21.27			
Trancura	101.84	40.6	76.14	23.2	99.48	34.31			
Caburgua	104.32	39.77	103.22	27.36	135.41	36.20			
Lago Caburgua	10.49	4.25	-	-					
Liucura	103.86	35.65	80.39	16.81	48.77	11.15			
Pangui	37.77	13.14	27.53	5.61	15.19	3.46			
Pucón	83.7	32.94	115.23	47.42	68.15	29.86			
Palguín	108.94	44.25	86.12	29.12	47.98	21.57			
Quelhue	12.89	5.22	10.44	29.5	10.62	2.42			
Pucón – El Claro	25.13	6.74	18.48	4.26	7.19	1.65			
Ribera norte	29.97	7.69	-	-	N/A	N/A			
Lago Villarrica	35.78	14.49	-	-					
Volcán Villarrica	15.03	4.76	-	-	5.58	2.88			
Candelaria	20.56	6.46	-	-	9.62	3.76			
Molco	15.44	4.96	-	-	16.06	5.35			
Huincacara	26.49	5.69	-	-	N/A	N/A			
TOTAL	900.74	320.88	627.81	209.30	531.14	173.89			



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

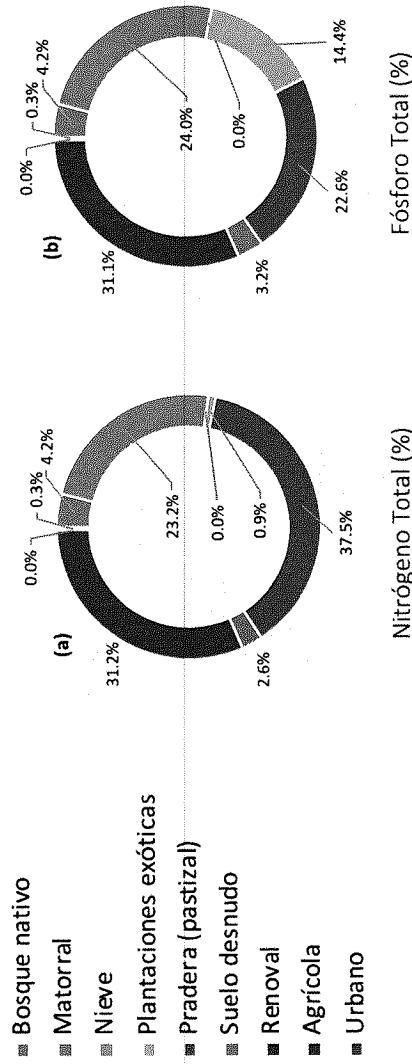
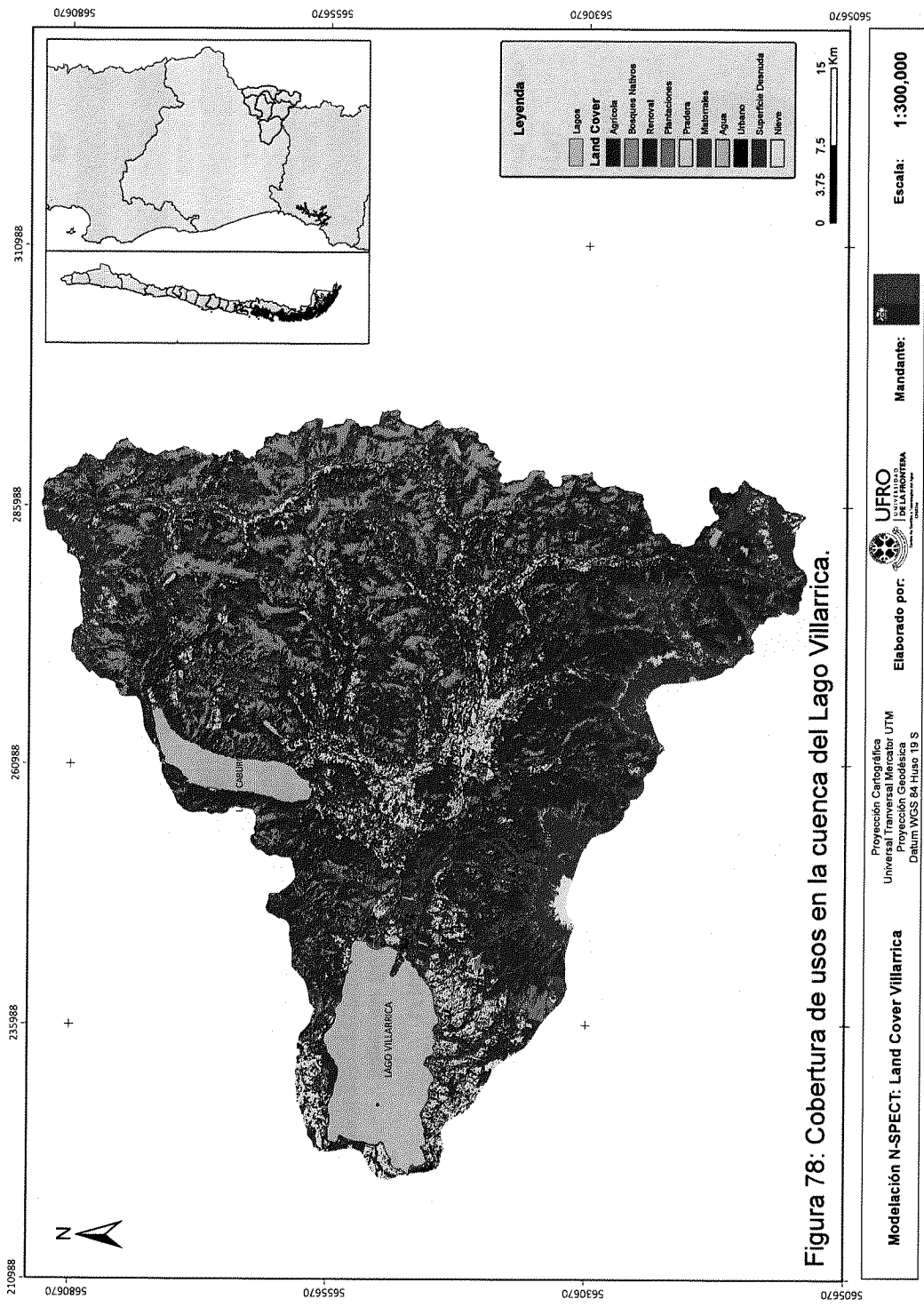


Figura 77: Resumen comparativo de los aportes de (a) Nitrogeno Total y (b) Fósforo Total por cada uso de suelo.

Tabla 50: Cantidad de nutrientes (ton/año, ton/año/ha y %) según coberturas de uso de suelo (Zhao et al., 2016) en N-SPECT.

Uso de suelo	LAND COVER CHILE (2014)				UFRO (2018-2019)			
	Superficie (ha)	Superficie (%)	NT (ton/año)	NT (ton/año/ha)	NT (%)	PT (ton/año)	PT (ton/año/ha)	PT (%)
Agua	23202	8.08%	-	-	-	-	-	-
Bosque nativo	44858	15.62%	37067	0.83	4.2%	12347	0.28	4.2%
Matorral	36883	12.84%	203514	5.52	23.2%	70636	1.92	24.0%
Nieve	1127	0.39%	123	0.11	0.0%	64	0.06	0.0%
Plantaciones exóticas	4890	1.70%	7596	1.55	0.9%	42363	8.66	14.4%
Pradera (pastizal)	36401	12.67%	329703	9.06	37.5%	66643	1.83	22.6%
Suelo desnudo	12000	4.18%	22660	1.89	2.6%	9516	0.79	3.2%
Renova	126950	44.19%	274375	2.16	31.2%	91634	0.72	31.1%
Agrícola	598	0.21%	320	0.54	0.0%	91	0.15	0.0%
Urbano	350	0.12%	2755	7.86	0.3%	996	2.84	0.3%
TOTAL	287259	100.00%	878112	29.51	100%	294289	17.25	100%

Figura 78.
Cobertura de
usos en la
cuenca del
Lago Villarrica.



Centro de Gestión y Tecnologías del Agua, Avenida Francisco Salazar 01145,
Casilla Postal 54D, Fono: (56) 45 2325555, centrodelagua@ufrotera.cl, Temuco, Chile



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

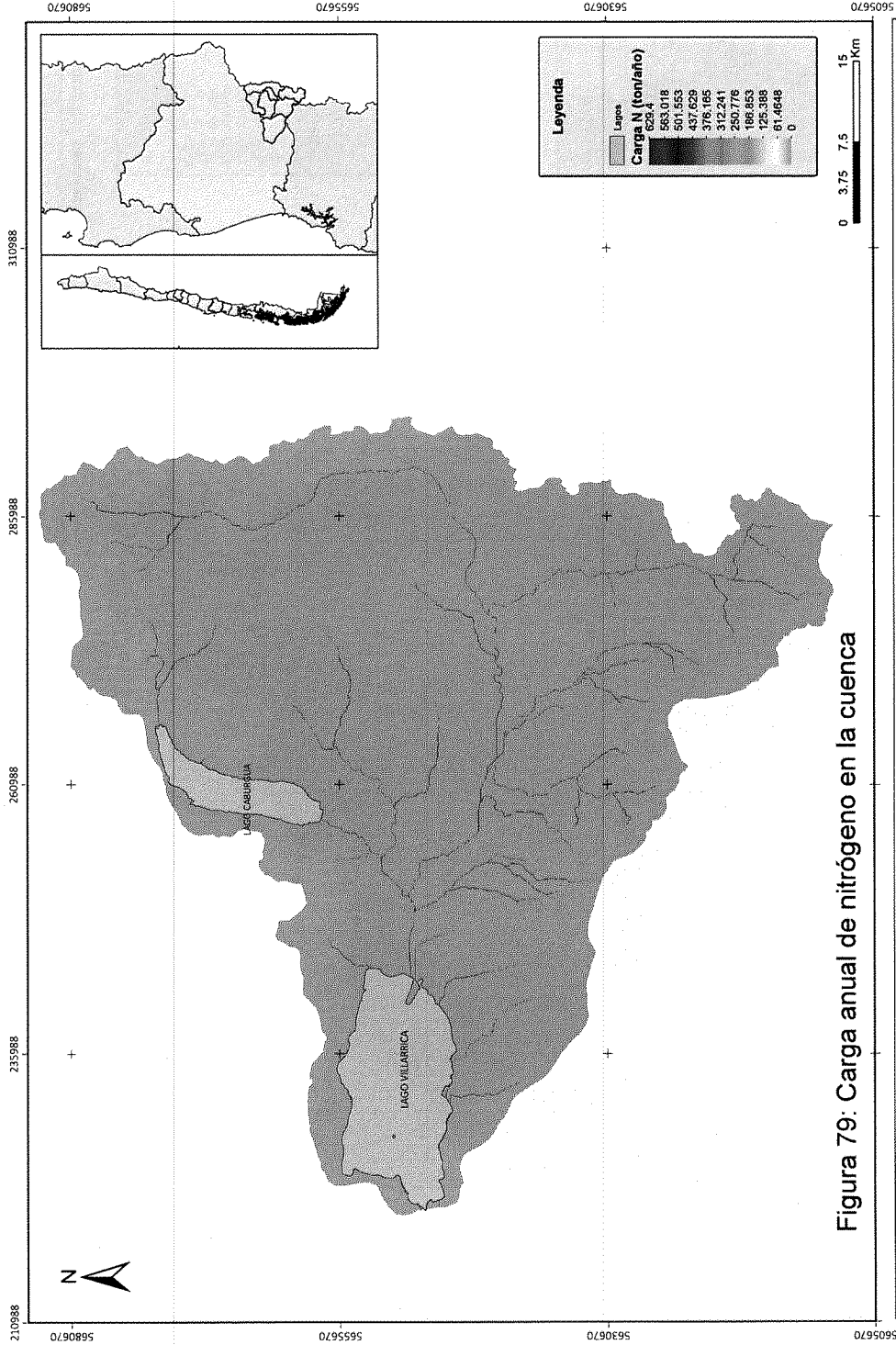
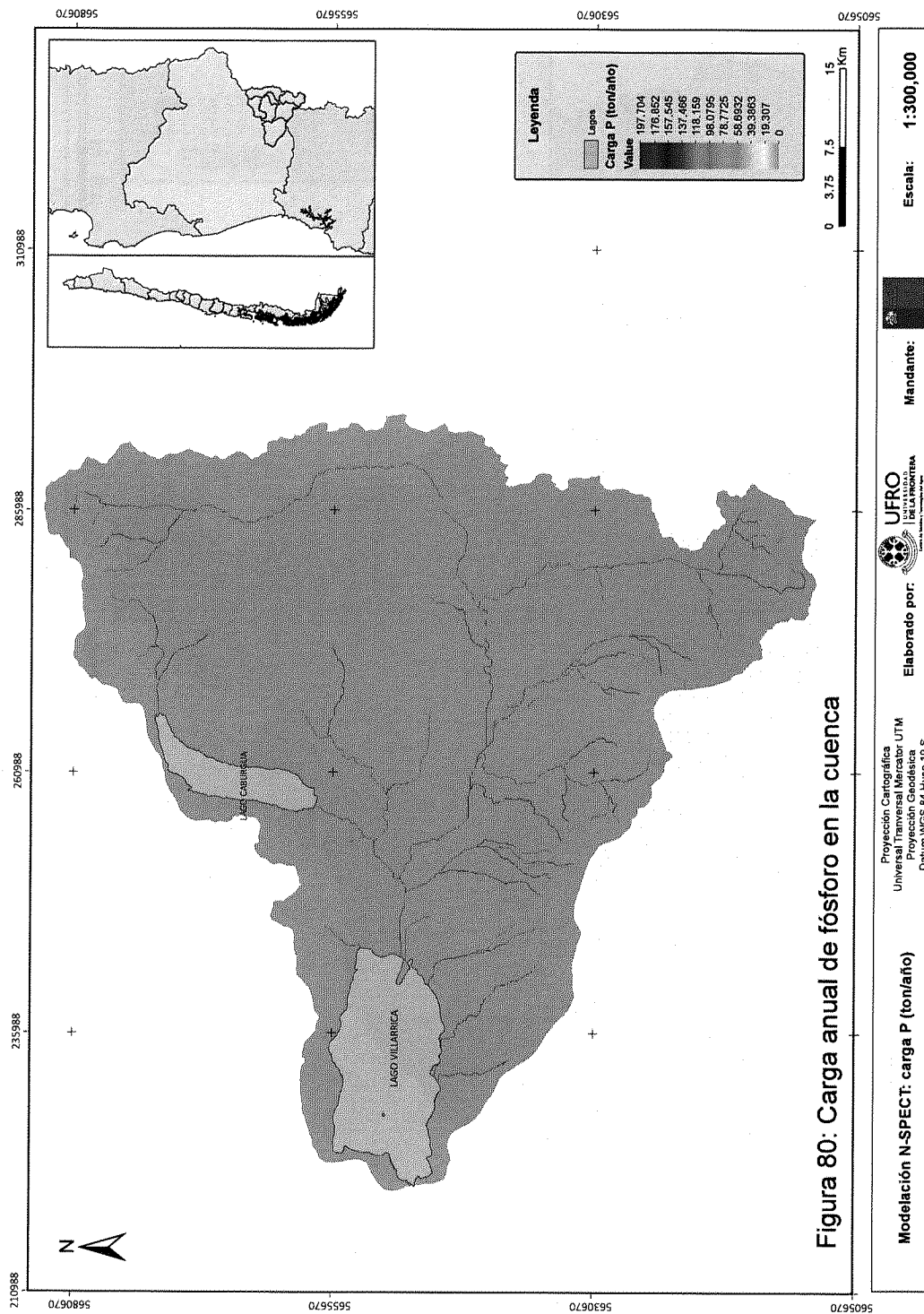


Figura 79.
Carga anual
de nitrógeno
en la cuenca
del Lago
Villarrica.

000624

Figura 80.
Carga anual
de Fósforo
en la Cuenca
del Lago
Villarrica.





UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

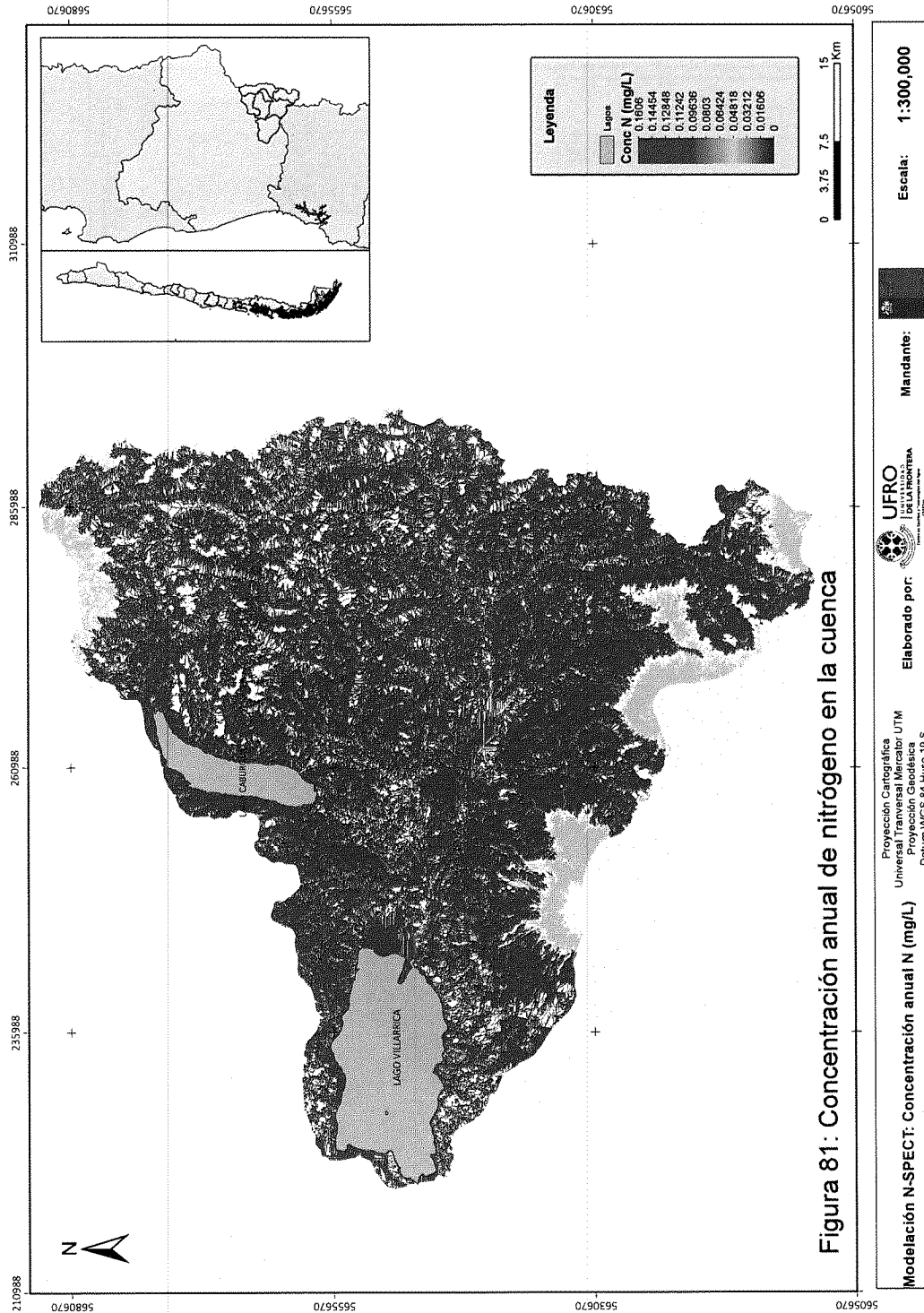


Figura 81.
Concentración
de Nitrógeno
en la cuenca
del Lago
Villarrica.

Centro de Gestión y Tecnologías del Agua, Avenida Francisco Salazar 01145,
Casilla Postal 54D, Fono: (56) 45 2325555, centrodelagua@ufrontera.cl, Temuco, Chile

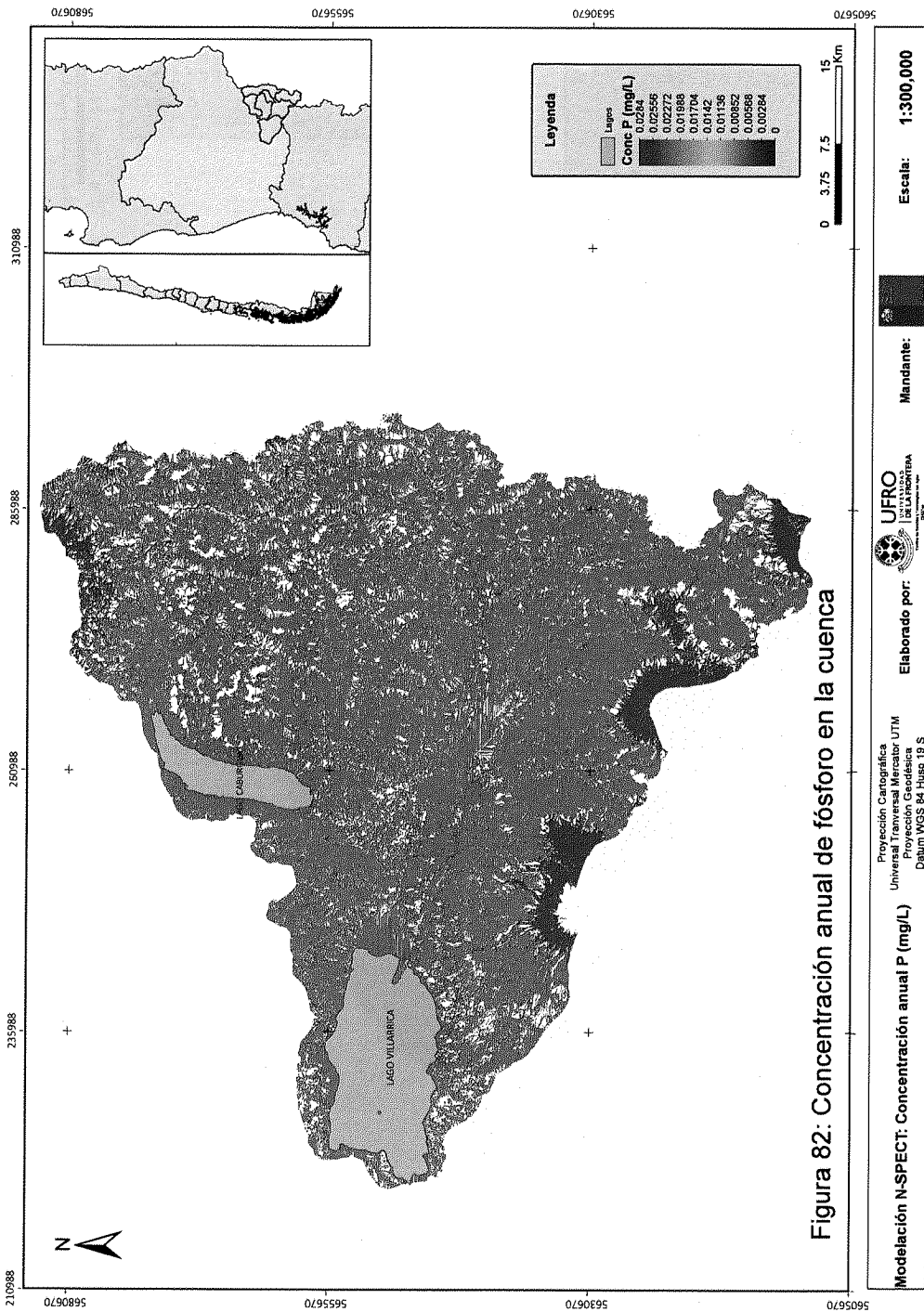


Figura 82.
Concentración
de Fósforo en
la cuenca
del Lago
Villarrica.



6.4 Diferencias encontradas en los aportes difusos modelados (WASP y N-SPECT)

Existen diferencias entre los resultados modelados con WASP y N-SPECT relativos a los aportes desde fuentes difusas la Tabla 51 y Tabla 52 presentan las diferencias considerando los resultados obtenido por WASP bajo los supuestos del Escenario 1 y Escenario 2. Considerando que WASP modela el aporte proveniente de las fuentes puntuales, es posible realizar una estimación del aporte difuso por diferencia con las mediciones de terreno. Debido a que N-SPECT modeló únicamente los aportes provenientes de los usos de suelo, se consideran que las diferencias entre ambos pueden deberse a la existencia de otras fuentes difusas presentes en la cuenca y que no fueron incluidas en el modelamiento de N-SPECT.

Para el caso, el caso del Fósforo Total, de las modelaciones faltarían por explicar entre 37.26 y 46.14 ton/año, y en el caso del Nitrógeno, entre 389.11 y 403.89 ton/año.

En este sentido, los resultados obtenidos por la Mesa Técnica, organizada por el Ministerio del Medioambiente, permitió levantar nuevas fuentes, que, aun faltando más información detallada respecto a su comportamiento en el tiempo, permiten realizar una estimación aproximada de los aportes que podrían estar faltando en el cálculo. La Tabla 53 presenta un resumen de las nuevas fuentes difusas encontradas, y la Tabla 54 y Tabla 55 un nuevo cálculo de las diferencias (para el Escenario 1 y 2 de WASP). En estas últimas dos tablas es posible apreciar que, para el caso de Fósforo, la diferencia es negativa, lo que se debería a un sobre cálculo de los valores difusos obtenidos a partir de la información de la Mesa Técnica, y, por otro lado, el Nitrógeno muestra un acortamiento de la brecha existente entre lo reportado por WASP como difuso y lo calculado por N-SEPTC más la información de la Mesa Técnica.

A modo de aclaración, las nuevas fuentes puntuales encontradas por la Mesa Técnica no se consideran en este análisis debido a que ellas descargarían de forma directa al Lago Villarrica, por lo que no entrarían en el cálculo realizado por WASP.



Tabla 51. Diferencias encontradas en el cálculo de los aportes desde fuentes difusas según modelos WASP (Escenario 1) y N-SPECT.

Modelos	PT (ton/año)	NT (ton/año)
WASP (Escenario 1)	211.15	920.25
N-SPECT	173.89	531.14
Diferencia	37.26	389.11
Diferencia %	17.6%	42.3%

Tabla 52. Diferencias encontradas en el cálculo de los aportes desde fuentes difusas según modelos WASP (Escenario 2) y N-SPECT.

Modelos	PT (ton/año)	NT (ton/año)
WASP (Escenario 2)	220.03	935.03
N-SPECT	173.89	531.14
Diferencia	46.14	403.89
Diferencia %	20.9%	43.2%

Tabla 53. Resumen del inventario de emisiones para la cuenca del Lago Villarrica.

Tipo de Fuente	Fuente de información	Fuentes	PT (ton/año)	NT (ton/año)
Difusa	Mesa Técnica (Aguas Araucanía)	Viviendas s/ alcantarillado (Villarrica y Pucón)	5.2	33.8
Difusa	INE (pre censo 2016)	Viviendas rurales	30.03	195.19
Difusa	MMA-UFRO (2018, Tabla 23, ley de Fick con base 100 años)	Fosas, hoteles y condominios bordelago (ribera sur)	24.72	120.61
Difusa	Mesa Técnica (M. Pucón)	Termas (Pucón) (*)	1.97	4.88
Difusa	Presente Estudio	Difuso Coberturas Cuenca (N-SPECT)	173.9	531.1
TOTAL DIFUSO			235.82	885.58



Tabla 54. Diferencias encontradas en el cálculo de los aportes desde fuentes difusas Mesa Técnica más N-SPECT y (menos) WASP (Escenario 1).

Modelos+Info Mesa Tec.	PT (ton/año)	NT (ton/año)
WASP (Escenario 2)	211.15	920.25
Mesa Tec. + N-SPECT	235.82	885.58
Diferencia	-24.67	34.67
Diferencia %	-11.7%	3.7%

Tabla 55. Diferencias encontradas en el cálculo de los aportes desde fuentes difusas Mesa Técnica más N-SPECT y (menos) WASP (Escenario 2).

Modelos+Info Mesa Tec.	PT (ton/año)	NT (ton/año)
WASP (Escenario 2)	220.03	935.03
Mesa Tec. + N-SPECT	235.82	885.58
Diferencia	-15.79	49.45
Diferencia %	-7.1%	5.3%

000631



**UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA**
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

RESUMEN DEL INVENTARIO DE EMISIONES

Compilación de principales resultados del levantamiento de datos y modelaciones matemáticas del estudio.



7. RESUMEN DE INVENTARIO DE EMISIONES

Un resumen de todas las fuentes de emisión levantadas en la cuenca del Lago Villarrica es presentada en la Tabla 56 para el Escenario 1 de WASP y Tabla 57 para el Escenario 2 de WASP.

Respecto del Fósforo Total, la Figura 83 muestra la distribución para ambos escenarios, donde se observa que el aporte difuso según lo modelado con N-SPECT correspondería entre el 61 y 62.8% del aporte total, a ello le seguirían las Pisciculturas (10.1–12.5%), Viviendas Rurales (10.5–10.8%) y Fosas, hoteles y Condominios de la ribera Sur del lago (8.7–8.9%).

Finalmente, la distribución de emisiones de Nitrógeno Total se presenta en la Figura 84, donde el aporte difuso calculado con N-SPECT correspondería a un rango del 36.1–36.8% de las emisiones totales, seguido de Pisciculturas (31.1–32.3%), Viviendas Rurales (13.3–13.5%) y Fosas, hoteles y Condominios de la ribera Sur del lago (8.2–8.4%).



Tabla 56. Resumen del inventario de emisiones para la cuenca del Lago Villarrica (con WASP Escenario 1).

Tipo de Fuente	Fuente de información	Fuentes	PT (ton/año)	NT (ton/año)
Difusa	Mesa Técnica (Aguas Araucanía)	Viviendas s/ alcantarillado (Villarrica y Pucón)	5.2	33.8
Difusa	INE (pre censo 2016)	Viviendas rurales	30.03	195.19
Difusa	MMA-UFRO (2018, Tabla 23, ley de Fick con base 100 años)	Fosas, hoteles y condominios bordelago (ribera sur)	24.72	120.61
Difusa	Mesa Técnica (M. Pucón)	Termas (Pucón) (*)	1.97	4.88
Difusa	Presente Estudio	Difuso Coberturas Cuenca (N-SPECT)	173.9	531.1
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Colector O'Higgins (*)	2.48	5.66
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Puente Carmelito (*)	0.05	0.01
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Puente Candelaria (*)	1.58	1.91
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Frente PUCV	0.03	1.77
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Castillo, Zona norte	0.31	8.7
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Sector Carmelito	1.05	16.52
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Estero Carmelito	0.29	5.42
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Costanera Villarrica	0.16	16.24
Puntual	Presente Estudio	AS Curarrehue	4.88	23.1
Puntual	Presente Estudio	PTAS Pucón	2.76	31.3
Puntual	Presente Estudio	Pisciculturas (Escenario 1)	27.94	449.71
TOTAL			277.34	1445.96

NOTA: (*) La especie de fósforo analizada por la Municipalidad de Pucón fue P-disuelto, se considera para el presente cálculo que todo el Fósforo Disuelto pasa a ser Fósforo Total.



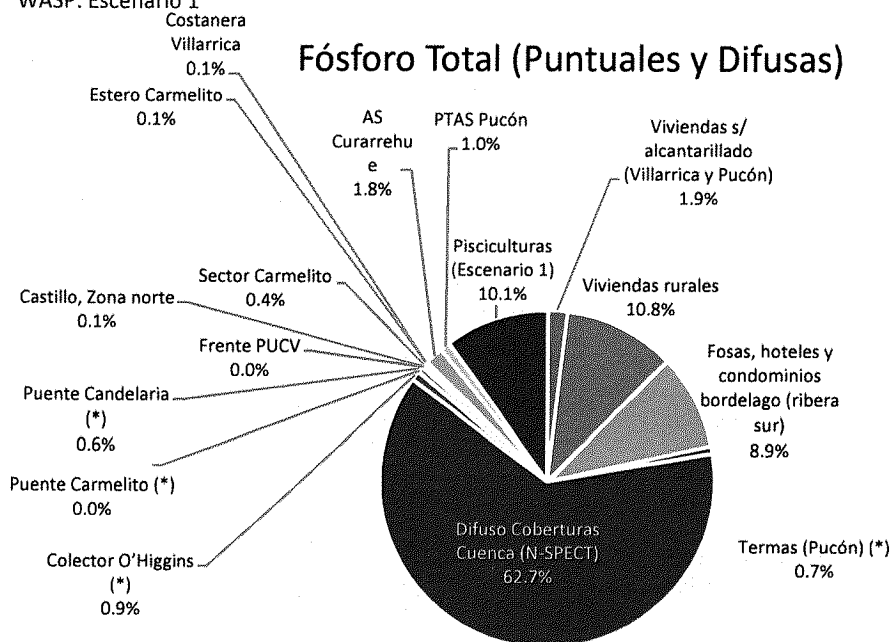
Tabla 57. Resumen del inventario de emisiones para la cuenca del Lago Villarrica (con WASP Escenario 2).

Tipo de Fuente	Fuente de información	Fuentes	PT (ton/año)	NT (ton/año)
Difusa	Mesa Técnica (Aguas Araucanía)	Viviendas s/ alcantarillado (Villarrica y Pucón)	5.2	33.8
Difusa	INE (pre censo 2016)	Viviendas rurales	30.03	195.19
Difusa	MMA-UFRO (2018, Tabla 23, ley de Fick con base 100 años)	Fosas, hoteles y condominios bordelago (ribera sur)	24.72	120.61
Difusa	Mesa Técnica (M. Pucón)	Termas (Pucón) (*)	1.97	4.88
Difusa	Presente Estudio	Difuso Coberturas Cuenca (N-SPECT)	173.9	531.1
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Colector O'Higgins (*)	2.48	5.66
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Puente Carmelito (*)	0.05	0.01
Puntual	Mesa Técnica (Municipalidad Pucón)	Puente Candelaria (*)	1.58	1.91
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Frente PUCV	0.03	1.77
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Castillo, Zona norte	0.31	8.7
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Sector Carmelito	1.05	16.52
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Estero Carmelito	0.29	5.42
Puntual	Mesa Técnica (Directemar)	Costanera Villarrica	0.16	16.24
Puntual	Presente Estudio	AS Curarrehue	4.88	23.10
Puntual	Presente Estudio	PTAS Pucón	2.76	31.30
Puntual	Presente Estudio	Pisciculturas (Escenario 2)	35.78	475.24
TOTAL			285.18	1471.49

NOTA: (*) La especie de fósforo analizada por la Municipalidad de Pucón fue P-disuelto, se considera para el presente cálculo que todo el Fósforo Disuelto pasa a ser Fósforo Total.



WASP: Escenario 1



WASP: Escenario 2

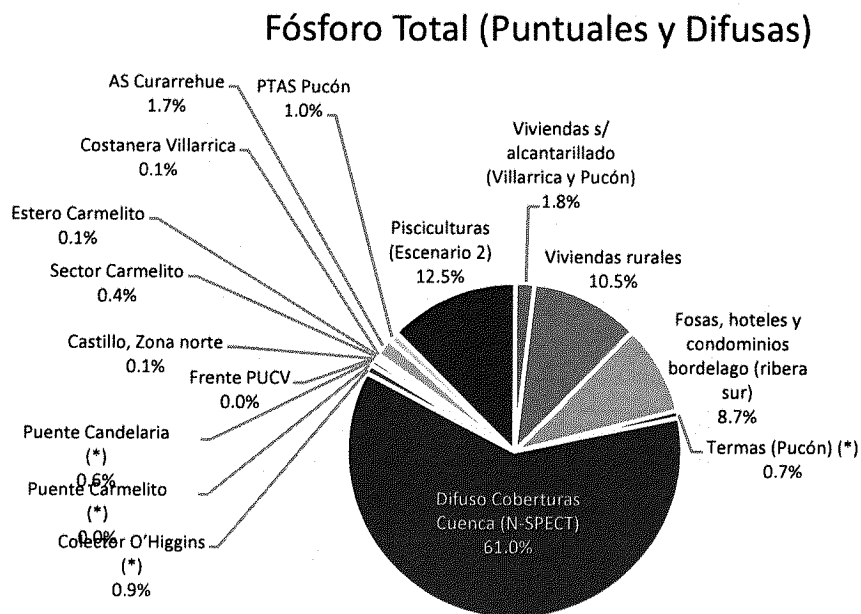
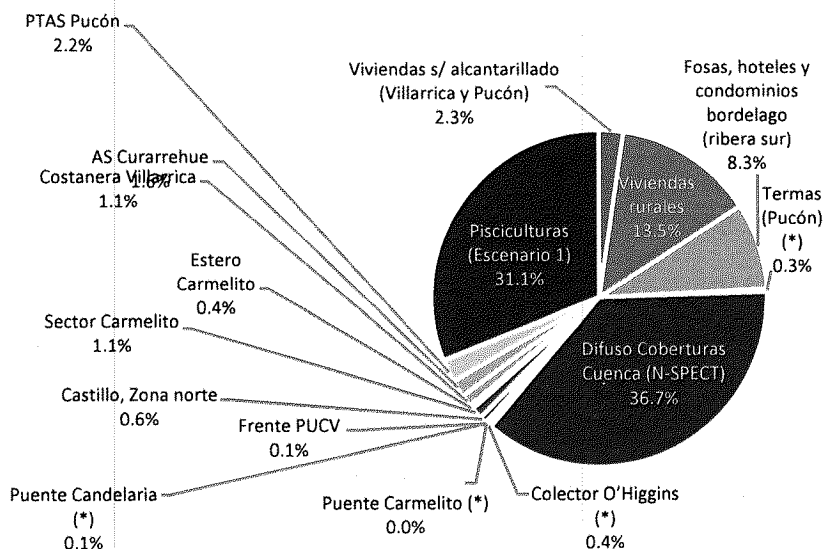


Figura 83. Distribución de emisiones de Nitrógeno Total según datos de la Tabla 56.
NOTA: (*) La especie de fósforo analizada por la Municipalidad de Pucón fue P-disuelto, se considera para el presente cálculo que todo el Fósforo Disuelto pasa a ser Fósforo Total.

WASP: Escenario 1

Nitrógeno Total (Puntuales y Difusas)



WASP: Escenario 2

Nitrógeno Total (Puntuales y Difusas)

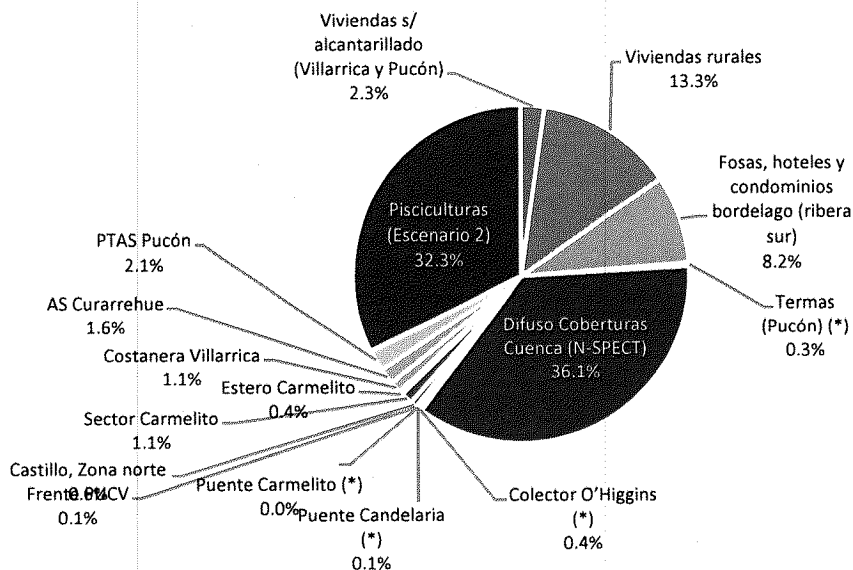


Figura 84. Distribución de emisiones de Nitrógeno Total según datos de la Tabla 56.

NOTA: (*) La especie de fósforo analizada por la Municipalidad de Pucón fue P-disuelto, se considera para el presente cálculo que todo el Fósforo Disuelto pasa a ser Fósforo Total.

000637



**UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA**
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

CONCLUSIONES GENERALES



8. CONCLUSIONES GENERALES

1. Respecto a la medición de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) en cauces aportantes al Lago Villarrica. De forma general se observaron variaciones importantes en las concentraciones de Nitrógeno y Fósforo en las condiciones de borde utilizadas para la estimación y modelación de aportes desde fuentes puntuales y difusas en la cuenca. Por lo tanto, se sugiere aumentar el número de muestreos tanto en la cantidad como en su periodicidad de forma sostenida en el tiempo; se aconseja realizar dos muestreos mensuales por un periodo de al menos un año completo para conocer las variaciones estacionales y su relación con las emisiones desde fuentes puntuales y difusas.
2. Respecto a la concentración de Fósforo Total, en los puntos de control (ver Figura 12b y b'), éste no mostró mayor variación durante el año, no así para el Nitrógeno total (ver Figura 12h y h') el cual muestra variaciones importantes en el Río Trancura en sus dos puntos de control (M5 y M6). Por lo tanto, se sugiere aumentar el número de muestreos tanto en la cantidad como en su periodicidad.
3. Respecto a la identificación y análisis de propuestas de medidas para reducir la carga de nutrientes provenientes de fuentes puntuales y difusas fue posible analizar 13 estudios realizado en la cuenca del Lago Villarrica (desde el año 1999 al año 2018). De ellos se desprendieron alrededor de 88 medidas, las cuales fueron ordenadas y sistematizadas, para luego ser evaluadas en 2 talleres ampliados a servicios públicos, empresas presentes en la cuenca y a la comunidad. De ello es posible concluir lo siguiente:
 - a. Respecto de las medidas de Gestión, es necesaria la implementación de un PDA para el Lago Villarrica, el cual considere: monitoreo constante, normas de emisión asociadas a límites de cargas de contaminantes anuales en todos los esteros y ríos de la cuenca, control de remoción de áridos en los afluentes aportantes, mejora de estándares de construcción en la ribera del Lago y regulación en el uso de lanchas y botes. Además de mejorar el sistema de monitoreo actual, considerando parámetros orgánicos, que implique mayor periodicidad de recolección de información, y que se encuentre asociada a una base de datos online y de acceso público. Finalmente, es necesaria la creación de instrumentos económicos para el incentivo de las mejoras implementadas en el PDA que incluyan impuestos verdes, programas para la gestión ambiental municipal, sellos ambientales con apoyo internacional, fomento de buenas prácticas agrícolas y subsidios para la mejora productiva sustentable.



- b. En cuanto a fuentes puntuales, se propone establecer menores límites de detección de reportes de pisciculturas, generando, además, límites menores de carga de nutrientes diarios/mensuales de sus efluentes. Considerar aumento en el valor de las multas y mayor inversión en fiscalización estatal, y finalmente la implementación de mejoras a las PTAS existentes e instalación de PTAS en urbes que no la poseen.
 - c. Respecto de las fuentes difusas, se propone el desarrollar un sistema de remoción de nutrientes hacia la zona pelagial del Lago Villarrica, el cual sea monitoreado y utilizado como bioindicador de la salud de este acuífero.
 - d. Respecto a medidas que pudieran ser evaluadas en este estudio mediante modelaciones matemáticas con WASP o N-SPECT, no fue posible establecer medidas concretas que implicaran algún tipo de intervención cuantificada sobre alguna de las diferentes fuentes de emisión establecidas en las mesas de trabajo, por lo cual no fue posible cumplir con este punto de la metodología. Se sugiere incluir este aspecto en un futuro estudio, identificando medidas de reducción concretas que permitan evaluar su efecto en la carga de nutrientes de los ríos y esteros.
4. Respecto de la evaluación, mediante modelos de transporte, y considerando los escenarios 1 (valores bajo el Límite de Detección = 0) y escenario 2 (valores bajo el Límite de Detección = 50%), de un conjunto de medidas para reducir la carga de nutrientes proveniente de los principales cauces aportantes al Lago Villarrica, fue posible determinar que:
 - a. el aporte de Fósforo a la cuenca proviene en un 83.5–85.7% desde fuentes difusas, por lo tanto, es importante evaluar escenarios de control y reducción que ayuden a la mitigación de este aporte hacia el lago manejando los usos de suelo.
 - b. que, del aporte de Nitrógeno, éste es aportado en un 35.1–36.2% por fuente puntuales y 63.8–64.9% por fuentes difusas.
 - c. que, respecto al aporte por ríos y esteros, es el Río Trancura es el que mayor cantidad de nutrientes aporta. Fósforo Total: con 232.25–246.74 ton/año de un total aportado al lago de 246.38–263.45 ton/año, y Nitrógeno Total: con 1292.– 1320.73 ton/año de un total aportado al lago de 1424.27–1464.67 ton/año.
 - d. que, respecto de las principales fuentes puntuales aportantes, las Aguas Servidas de Curarrehue aportan significativamente a la carga que llega al lago desde el Río Trancura, de igual manera las pisciculturas Catripulli, Curarrehue, Caburgua II, Molco y Loncotraro son fuentes importantes de Nitrógeno y Fósforo Total, por lo que se sugiere poner atención a los procesos de cada



planta, con la intención de buscar fórmulas de optimización en el tratamiento de sus efluentes.

5. Respecto a las cargas por tipo de uso de suelo, el mayor aporte de Nitrógeno provendría de la cobertura Pradera (37.5%), seguida de Renoval (31.2%) y Matorral (23.2%), y el Fósforo provendría principalmente de las coberturas Renoval (31.1%), Matorral (24.0%), "Pradera" (22.65%) y Plantaciones Exóticas (14.4%).
6. Respecto del levantamiento de información realizado por la Mesa Técnica organizada por el Ministerio de Medio Ambiente:
 - a. Fue posible obtener datos relevantes de fuentes difusas como Viviendas sin alcantarillado (Villarrica y Pucón), Viviendas rurales, Fosas, hoteles y condominios bordelago (ribera sur) y Termas. Esta información fue sumada a lo calculado por N-SPECT, lo que permitió acortar la brecha existente entre los valores difusos reportados por WASP y lo calculado por N-SPECT.
7. Respecto de la aplicación de Agroquímicos, fue posible identificar las zonas y la cantidad de agroquímicos fosfatados y nitrogenados que se aplican en la cuenca, pero no fue posible establecer un método convincente para este estudio que representara de mejor manera el transporte de excedentes de estos agroquímicos hasta un cuerpo de agua que conectara al Lago Villarrica, por lo que se sugiere incluir este cálculo en un próximo estudio en la zona.
8. Finalmente se concluye que es necesario realizar un trabajo de evaluación de escenarios de contaminación y determinación de los límites de carga máxima de nutrientes que cada río y estero estudiado sería capaz de soportar, lo cual permitiría el establecimiento de normas de regulación para cada una de las fuentes estudiadas.



9. REFERENCIAS

- Besoain, E. y Sadzawka, M. A. (1999). Las Rocas Fosfóricas y sus Posibilidades de Uso Agrícola en Chile. In R. y M. Besoain (Ed.), *Libros INIA N° 2* (Vol. Colección, p. 23–36.). Santiago, Chile. Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2018/05/LIBRO-FERTILIZACION-1.pdf>
- Burke, L., & Sugg, Z. (2006). Modelamiento Hidrológico de la Descarga de las Cuencas Hidrológicas en el Arrecife Mesoamericano. *World Resources Institute*.
- DGA, D. G. de A. (2009). Antecedentes para el análisis general de impacto económico y social de la norma secundaria del lago Villarrica. Retrieved from <http://documentos.dga.cl/CQA5169.pdf>
- DICTUC-MMA. (2013). *Análisis Detallado de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación por MP2.5 de Temuco y Padre Las Casas*.
- MMA-UACH. (2009). Diagnóstico de la calidad de las aguas del Lago Villarrica.
- MMA-UCT. (2012). Análisis de la Carga de Nutrientes de las principales subcuencas aportantes al Lago Villarrica.
- MMA-UFRO. (2018). Informe Final "Determinación de las concentraciones de nutrientes en los principales afluentes al Lago Villarrica, estimación de su carga y propuesta de medidas para su reducción."
- MMA. (2011). Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) Para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales del Lago Villarrica., 75 p. Retrieved from http://www.sinia.cl/1292/articles-51209_Agies_lagovillarrica.pdf
- ODEPA, O. de E. y P. A. (2010). Estudio de Diagnóstico de Mercado y Estudio de la Cadena de Comercialización de Fertilizantes en Chile Informe final. *Informe Final*.
- Zhao, Y., Feng, D., Yu, L., Wang, X., Chen, Y., Bai, Y., ... Gong, P. (2016). Remote Sensing of Environment Detailed dynamic land cover mapping of Chile : Accuracy improvement by integrating multi-temporal data, 183, 170–185. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.05.016>



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

000642

**10. ANEXO 1. Compendio general de medidas asociadas al Plan de
Descontaminación Ambiental del Lago Villarrica**

ANEXO 1

ID	Temáticas	Medida	Fuente de información	Año	Página	Tipo de fuente	Cualitativas / Cuantitativas	Tipología
1	Gestión	Elaboración de norma primaria y secundaria de calidad ambiental para protección de aguas de ríos y lagos, con sus respectivos monitoreos para verificar cumplimiento	CONAMA	1999	3	Ambas	Cualitativa	
2	Gestión	Agregar estaciones de monitoreo si es estrictamente necesario	CAPE IDEPE DGA	2004	104-106	Ambas	Cualitativa	Monitoreo
	Gestión		CAPE IDEPE DGA	2004	104-105	Ambas	Cualitativa	Monitoreo
3	Gestión	Frecuencia mínima de monitoreo (cuatro periodos estivales), donde en verano se debe realizar mayor cantidad debido a que ocurre mayor número de eventos de contaminación, para posteriormente hacer su modelación	CAPE IDEPE DGA	2004	104-105	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
	Gestión		UCT (Imperial)	2012	42	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
	Gestión		Informe Claudia Espinoza	2017	79	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
4	Gestión	Plataforma única de monitoreo de calidad de agua disponible a la ciudadanía	CONAMA	1999	4	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
	Gestión		AGIES NSCA MMA	2011	51	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
	Gestión		Informe Claudia Espinoza	2017	79	Ambas	Cuantitativa	Educación ambiental
5	Gestión	Análisis de la reglamentación vigente en Chile para Planes de Descontaminación "aplicados a lagos" (comparación con aplicación en aire): C) Monitoreo, seguimiento y control de un futuro PDA y su cumplimiento oficial	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	3	Puntual	Cuantitativa	Normativo
6	Gestión	Monitoreo a los centros termales (calidad de aguas y parámetros físico-químicos) por efecto de la temperatura sobre cauce	NUEVA	NUEVA	NUEVA	Puntual	Cuantitativa	Turismo
7	Gestión	Incorporar en la red de observación el Monitoreo de Coliformes fecales como indicador de la descarga de aguas servidas urbanas y rurales	ACTA 3a MESA TÉCNICA	2018	-	Puntual	Cuantitativa	Monitoreo
8	Gestión	Unicar estaciones de control establecidas para calibración de modelos testaciones	UCT (Imperial)	2012	42	Ambas	Cualitativa	Monitoreo
9	Gestión	Herramientas Tecnológicas de Descontaminación en Lagos: A) Modelos de emisión-calidad	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	2	Ambas	Cuantitativa	
10	Gestión	Generar incentivos para la reforestación y forestación de bosque nativo siempre-verde de las áreas identificadas como potencialmente forestables	Estudio UCT	2012	99	Difusa	Cuantitativa	General
11	Gestión	Usar el más alto estándar en tecnología ambiental para los botes recreacionales y profesionales, por ejemplo, el uso de cubiertas libres de Biotodas y el uso de motores con un bajo nivel de emisiones	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Difusa	Cualitativa	Turismo
12	Gestión	Se debe considerar la construcción de una planta de tratamiento para el pueblo	UACH	2009	19 y 55	Puntual	Cuantitativa	
13	Gestión	Se propone que en las zonas 7, 8, 14 y 15 (con aglomeración de viviendas en el borde lago) que tienen alta influencia en la carga de fósforo y nitrógeno, se construyan pequeñas plantas de tratamiento, plantas elevadoras de aguas servidas o humedales artificiales para disminuir la carga orgánica y nutrientes descargados al lago.	UFRO	2018	112	Difusa	Cuantitativa	Residencial
14	Gestión	Construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas para Pucón, Villarrica y	CONAMA	1999	1 y 2	Puntual	Cuantitativa	
15	Gestión	Instalar estaciones de control a nivel de subcuencas con presencia de pisciculturas	Estudio UCT	2012	98	Puntual	Cualitativa	Monitoreo
16	Gestión	Disminuir el ingreso de nutrientes por otras actividades (pisciculturas, casa de verano etc.).	UACH	2009	19	Ambas	Cuantitativa	
17	Gestión	Garantizar un buen rendimiento de plantas de alcantarillado (Planta Pucón)	UACH	2009	19	Puntual	Cuantitativa	Residencial
18	Gestión	Mejoramiento integral al sistema alcantarillado de Pucón, Villarrica y expansión	CONAMA	1999	1	Ambas	Cuantitativa	Residencial
19	Gestión	Diseño largo plazo de alcantarillado en la zona interurbana Villarrica-Pucón, o mejora de sistemas de fosas sépticas.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Residencial
20a	Gestión	Incorporar en el diseño del alcantarillado un colector de aguas lluvia.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Residencial
20b	Gestión	Implementar un sistema de alcantarillado para las zonas de alta densidad poblacional y	CONAMA	1999	1	Difusa	Cualitativa	Residencial
21	Gestión	Implementar un sistema de alcantarillado para las zonas de alta densidad poblacional y	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Puntual	Cualitativa	General
22	Gestión	Elaboración plan de manejo de la cuenca lacustre	CONAMA	1999	1	Ambas	Cualitativa	Normativo
23	Gestión	Elaborar norma de emisión para motores de lanchas	CONAMA	1999	2	Puntual	Cualitativa	Turismo
24	Gestión	Reglamentar el uso de lanchas y motores acuáticos en relación a normas por	CONAMA	1999	2	Puntual	Cualitativa	Turismo
25	Gestión	Actualización Plan Regulador intercomunal Villarrica-Pucón	CONAMA	1999	3	Ambas	Cualitativa	Normativo
26	Gestión	Elaboración de política ambiental para lagos araucanos y patagónicos	CONAMA	1999	3	Ambas	Cualitativa	Normativo
27	Gestión	Programa de apoyo a la gestión ambiental municipal y a los consejos ecocívicos	CONAMA	1999	3	Ambas	Cualitativa	Educación ambiental
28	Difusa	Acuerdo de cooperación con Departamento de Ecología del Estado de Washington EEUU - CONAMA sobre gestión lacustre	CONAMA	1999	4	Difusa	Cualitativa	General
29	Gestión	Se debe restringir/fiscalizar más la extracción de áridos en el río Trancura	UACH	2009	19 y 55	Difusa	Cuantitativa	Industrial
30	Gestión	Difusión y educación en materia de conservación de ecosistemas acuáticos.	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Difusa	Cualitativa	Educación ambiental

31	Gestión	Otorgamiento de un sello ambiental para aquellas empresas, organizaciones o personas que reduzcan voluntariamente sus contaminantes en la cuenca.	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Difusa	Cualitativa	Educación ambiental
32	Gestión	Propuesta de acciones público-privadas para abordar "contexto y legitimidad", un PDA en el lago Villarrica. : B) Instrumentos de gestión ambiental: compensaciones de PDA en el lago Villarrica. : C) Difusión de implementación de medidas en la comunidad PDA en el lago Villarrica. : C) Difusión de implementación de medidas en la comunidad	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	2	Puntual	Cuantitativa	General
33	Gestión	Propuesta de acciones público-privadas para abordar "con éxito y legitimidad", un PDA en el lago Villarrica. : C) Difusión de implementación de medidas en la comunidad PDA en el lago Villarrica. : C) Difusión de implementación de medidas en la comunidad	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	2	Difusa	Cualitativa	Educación ambiental
34	Puntual	Tratamiento de aguas residuales de descargas en el entorno del lago (canales urbanos y tuberías)	ACTA 3a	2018	-	Puntual	Cuantitativa	Residencial Industrial
35	Gestión	Lista de prioridades y estado de calidad de ríos por tramo o subcuenca	MESA TÉCNICA	2012	42	Ambas	Cuantitativa	Gestión
36	Difusa	Promueven uso de aditivos de nutrientes al lago. Políticas de incentivo para la reducción del uso de fósforo, como remover subsidios que promuevan el exceso	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Difusa agricultura
37	Gestión	Prohibición de fósforo en los detergentes.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Educación ambiental
38	Difusa	Promover la agricultura orgánica a través de subsidios que atraigan a los agricultores y elaborar marketing de productos regionales a través de una estrecha relación entre productores, comerciantes y consumidores.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Difusa agricultura
39	Gestión	Se propone establecer límites de carga anual para cada uno de ríos y arroyos. Estos límites deberán ser definidos en base a los valores propuestos en la NSCA del Lago Villarrica.	UFRO	2018	105	Ambas	Cuantitativa	Normativo
40	Gestión	Propuesta de acciones público-privadas para abordar "con éxito y legitimidad", un PDA en el lago Villarrica. : A) Sustentabilidad de actividades turísticas en la cuenca	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	2	Ambas	Cualitativa	Turismo
41	Gestión	Implementar impuestos verdes, el que contamina paga.	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Ambas	Cualitativa	General
42	Difusa	La zona riparia remueve el nitrato de urea a través de varios mecanismos: absorción por las plantas, desnitrificación por bacterias, inmovilización y reducción del nitrato a nitrógeno.	ECOHYD-MMA	2016	55	Difusa	Cuantitativa	Gestión
43	Difusa	Mantener zonas con menor afluencia de nutrientes de ríos y arroyos y los ambientes, lo que se traduce en la aplicación de la ley 20283 sobre Protección del Bosque Nativo y	UACH	2009	55	Difusa	Cuantitativa	Gestión
44a	Gestión	Métodos químicos (adición de coagulantes) y métodos mecánicos (filtrar agua, tratarla y devolverla) para la remoción de Cianobacterias del agua (Acio, 2018).	Informe Claudia Espinoza	2017	78	Ambas	Cuantitativa	Complementarias
44b	Gestión	Remoción de nutrientes de agua por un filtro anaerobio de columna trófica, favoreciendo organismos (zooplankton y peces) que se alimentan de fitoplancton (top down strategy) y por otro lado controlando los nutrientes y energía solar (bottom up strategy).	Informe Claudia Espinoza	2017	78	Ambas	Cuantitativa	Complementarias
44c	Gestión	Adición de químicos como sulfato de cobre para el control del bloom de algas. En ciertas dosis los iones de cobre mata a las algas, reduciendo la Clorofila en el agua.	Informe Claudia Espinoza	2017	78	Ambas	Cuantitativa	Complementarias
44d	Gestión	Aireación del hipolimnion y adición de compuestos para evitar el reciclaje de nutrientes desde el sedimento. Se usa también el dragado para remover fósforo desde el fondo, pero es muy costoso y limitado a lagos poco profundos.	Informe Claudia Espinoza	2017	78	Ambas	Cuantitativa	Complementarias
45	Gestión	Implementar boya telemétrica de medición de Clorofila "a".	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Puntual	Cualitativa	Monitoreo
46	Gestión	Acciones relacionadas con la protección de las costas, ya que estas son susceptibles de ser protegidas, aunque no necesariamente definiendo áreas protegidas, sino la idea de ser protegidas.	Informe Claudia Espinoza	2017	79	Ambas	Cualitativa	Normativo
47	Gestión	Medición simultánea de nuevos parámetros como grasas, aceites, detergentes e hidrocarburos (parámetros orgánicos)	CAPE IDEPE DGA	2004	105	Ambas	Cualitativa	Monitoreo
48	Gestión	Reducir carga de fósforo en la zona pelagial del lago Villarrica	AGIES NSCA MMA	2011	51	Ambas	Cuantitativa	Monitoreo
49	Gestión	Estimar la capacidad de carga de la cuenca (total)	Estudio UCT	2012	98	Ambas	Cualitativa	Monitoreo
50	Gestión	Evitar resuspensión de sedimento (restringir uso de botes, reducir velocidad en la bahía), cosecha de macrofitas (extracción de biomasa)	UACH	2009	55	Difusa	Cuantitativa	Turismo
51	Gestión	Para poder evaluar la evolución del P y N en las actividades silvoagropecuarias, se proponen los siguientes indicadores: Superficie cultivada por distrito censal (agrícola), Superficie plantada por distrito censal (forestal), Densidad de animales por hectárea, Intensidad de uso de fertilizantes y agroquímicos (masa/volumen/hectárea)	UDD	2016	44-45	Difusa	Cualitativa	Monitoreo
52	Gestión	Evitar trabajos de movimiento de tierra cercana a los cauces. Esta actividad produce que el fósforo se suelte de la tierra y sea arrastrado por los ríos.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Difusa	Cuantitativa	Industrial

000044

53	Diffusa	Herramientas Tecnológicas de Descontaminación en Lagos: D) Medidas para reducción de nutrientes por fuentes domiciliarias difusas.	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	3	Diffusa	Cualitativa	General
54	Gestión	El uso de bioindicadores se propone como una nueva herramienta para conocer la calidad del agua	UDD	2016	73	Ambas	Cualitativa	General
55	Puntual	Aplicación de monitores de sustrato en el cultivo de algas para la producción de biofertilizantes	Informe Claudia Espinoza	2017	76	Puntual	Cuantitativa	General
56	Puntual	Establecer un límite de carga de nutriente diario o mensual en base a la producción anual de las pisciculturas. Esta carga máxima para las pisciculturas debería estar en función de su cercanía al Lago y obtenerse a través de modelos.	Informe Claudia Espinoza	2017	75	Puntual	Cuantitativa	Control
57	Puntual	Tecnología que podría ser utilizada para la reducción de Fósforo y Nitrógeno por parte de las pisciculturas: aplicación de un Proceso continuo de cultivo de microalgas para la producción de biomasa y la eliminación de nutrientes de las aguas residuales utilizando un fotobiorreactor de membrana	UFRO	2018	106	Puntual	Cuantitativa	Industrial
58	Puntual	Tecnología que podría ser utilizada para la reducción de Fósforo y Nitrógeno por parte de las pisciculturas: utilización de humedales artificiales	UFRO	2018	106	Puntual	Cuantitativa	Industrial
59	Puntual	Tecnología que podría ser utilizada para la reducción de Fósforo y Nitrógeno por parte de las pisciculturas: utilización de membranas	UFRO	2018	108	Puntual	Cuantitativa	Industrial
60	Puntual	Establecer un límite máximo de extracción de agua. Esta medida fue incorporada en la legislación europea (SustainAqua, 2009), forzando a las empresas acuícolas a implementar tecnologías que permiten el reutilizamiento del agua, para mantener sus niveles de producción. Esta medida, impide la dilución de contaminantes al tener acceso a grandes cantidades de agua. En el caso de Hungría, se aplica una tasa a los vertidos industriales, sobre la base de cargas anuales vertidas, la cual es destinada a actividades recreativas y manejo del agua ambiental.	Informe Claudia Espinoza	2017	76	Puntual	Cuantitativa	Control
61	Puntual	activados con un flujo continuo del efluente + precipitación fisicoquímica que promueva la precipitación de fósforo y el reajuste o extensión de una planta para incrementar la remoción biológica por microorganismos (remoción de P) ** Disminuir de 2 mg/l a 1 mg/l la concentración del efluente, esto dado que, en muchos casos, de acuerdo a los reportes de la SISS, se alcanzan estas reducciones con la tecnología que la planta presenta actualmente. ** Establecer una concentración de 0,1 mg/l, lo que implica implementar tecnología como son agregar químicos y filtros como se indica de acuerdo a Tetra Tech (2013).	Informe Claudia Espinoza	2017	73	Puntual	Cuantitativa	Residencial
62	Puntual	Herramientas Tecnológicas de Descontaminación en Lagos: B) Mejoramiento tecnológico para tratamientos de afluentes (fuentes industriales) y su factibilidad en el país	Acta 1° seminario de cooperación Bavaria - MMA	2018	2	Puntual	Cualitativa	
63	Puntual	Sistemas de tratamiento mediante el uso de sistemas de filtros (ej. filtros rotatorios) y piscinas de decantación, y en algunos casos de recirculación de agua	UDD	2016	30	Puntual	Cuantitativa	
64	Puntual	Solicitar en un determinado tiempo cambiar gradualmente el sistema de flujo abierto a recirculación de agua, incorporando tratamiento biológico a su sistema de tratamiento. Los costos de inversión son reducidos y los de operación y mantenimiento se basan en consumo energético y en equipos de desinfección (Machado et al., 2014)	Informe Claudia Espinoza	2017	76	Puntual	Cuantitativa	Industrial
65	Puntual	Medidas de descontaminación aguas servidas de Curarrehue: implementación de una Planta de tratamiento de aguas servidas en Curarrehue con tratamiento secundario o bien el tratamiento separado de cada uno de los 7 puntos de descarga.	Informe Claudia Espinoza	2017	77	Puntual	Cuantitativa	Residencial
66	Puntual	Incentivar sistemas de recirculación para disminuir carga de pisciculturas	AGIES NSCA MMA	2011	8	Puntual	Cuantitativa	General
67	Puntual	Evaluar la asignación de cargas de efluentes para las pisciculturas	Estudio UCT	2012	98	Puntual	Cuantitativa	Control

000647

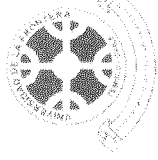
11. ANEXO 2. Registro de asistencia y fotografías Taller 1

ANEXO 2

LISTA DE ASISTENCIA

PRIMER TALLER DE TRABAJO, PDA LAGO VILLARRICA

VIERNES 17 DE AGOSTO DEL 2018, TEMUCO



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

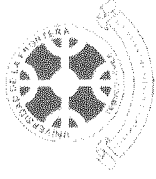
ID	Nombres	Apellidos	Organización	Teléfono/Celular	Correo electrónico	Firma
1	Carlos ESSE	ESSE	U. Antofagasta	9-76920877	carlos.esse@unafoname.cl	
2	GERMAN MAHIG	MAHIG	SOC N AKAHUE	96420056	german@unafoname.cl	
3	Roberto CRUZ	CRUZ	IMTAUFG	96780951	robto.cruz@unafoname.cl	
4	Ricardo LOPEZ	LOPEZ	Smorale	942818580	rlopez@smorale.cl	
5	ESSE	RAMIREZ	INTESAL	93267656	essec@intental.cl	
6	ROBERTO	MARINO	U. Antofagasta	9695177	roberto.marino@unafoname.cl	
7	SERGIO	MARINO	COVAF	452298164	sergio.marino@covaf.cl	
8	Gerardo	Pérez Legas	Gobierno Regional	45 2468768	gperet@gobernacion.cl	
9	Uribe	Gómez	UC-Villarrica	9-42929659	ngalvez@ucv.cl	
10	Carol	Fernández	Los Roldos	8 719.6644	carol@losroldos.cl	

434333

LISTA DE ASISTENCIA

PRIMER TALLER DE TRABAJO, PDA LAGO VILLARRICA

VIERNES 17 DE AGOSTO DEL 2018, TEMUCO



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

000050

11	Alexandra	Aguayo	Los Fiandes	9 75557763	alexandre.aybar@usp.cl	
12	Andrés	Fuente	MMA	—	agrandel@usp.cl	
13	Barón	CITUAÑA	Los Fiandes	983155005	bcistern@usp.cl	
14	Luis	MUNOZ	SMA	—	luis.munoz@usp.cl	
15	GABRIELA	GARCIDO	AGUADA DE CHILE	982505833	ggarcid@usp.cl	
16	Heidi	BEAURA	AGUADA DE CHILE	976996141	hbeaura@usp.cl	
17	INGRID	SUAZO	MARINE FARM	98698728	isua30@marinefarm.cl	
18	Henrieta	SELA	Marine Farm	97102772	msela@marinefarm.cl	
19	ALEXANDRA	AILLANAN	PULSO VERDE	971469543	ale.aillopanan@gmail.com	
20	Denise	GUINÉSSE	Aguas Libres Vca	9900804	denises@gmail.com	
21	Andrea	Fries	SELA	—	andrefr@usp.cl	

sea jos cl

LISTA DE ASISTENCIA

PRIMER TALLER DE TRABAJO, PDA LAGO VILLARRICA

VIERNES 17 DE AGOSTO DEL 2018, TEMUCO



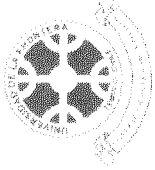
UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agricultor

22	Cristina	Cristina Lopez	SEA	852970917	cl.lopez.d 0502970917
23	Francisco	Hernández	SOCOVE SA SA	94438086	thernandez 0900090917
24	Rodrigo	Torres	Hendrix Spantes	10.951.984-1	rtorres@ phat.com
25	Juan Manuel	Toro	TOROVIA SPA	5914506-1	juntopa@ crailen
26	Alejandra	Pagola P.	ASCC / S. Peruvia	45-2952121	alejandra.pagola@ ASCC-CL
27	Boris	Pacheco	Sistema Medio Ambiente	45-2947770	bpacheco@ambiente.cl
28	César	Hosoya	Perucomision Foods	45-293004	uanhoshosoya@ Perucomision.cl
29	Magdalena	Braun	Multieexport Foods	17630578 978877254	mbraun@ multieexport Foods.com
30	Mª Teresa Castro		Multieexport Foods	991232158	mcastro@ multieexport-foods sola
31	Francisco	Lopez	Multieexport	978678013	frlopez@multieexportfoods.cl
32	Felipe	Pereira	A. ARAUJO	988031161	felipe.pereira@ ARAUJO.cl

LISTA DE ASISTENCIA

PRIMER TALLER DE TRABAJO, PDA LAGO VILLARRICA

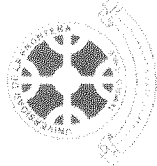
VIERNES 17 DE AGOSTO DEL 2018, TEMUCO



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

33	Maricoly	Flores	SERNAPESCA	45.2238390	mallas@sernapesca.gob.cl	
34	Francisco	Rosado Ugalde	Muni. Villarrica	995413979	asoo@villarrica.cl	
35	Rodrigo	Fuentes Martinez	DGA	45-2462385	hugo.fuentes.pino@dgf.cl	
36	Lily	Pomo	Muni. Carahuen	97027089	ATOSIDUOS@carahuen.cl	
37	Gabriel	Corvalán	MAI	964521240	@gmail.com	
38	Nicolás	Diabzola	MAI	95861266+	MACTANKURA@gmail.com	
39	Pablo	Toro	MMA	2947765	rtoro.q@gmail.com	
40	Marta	Hernández	MMA	2947758	mhernandez@gmail.com	
41	Caroline	Hargaud	TMA	2947758	chargaud@gmail.com	
42	Monica P.N	P.Naud	Muni. Guichón	45 2273004	Umberto@muniguichon.cl	
43	Fernan	SZUA	Periódico de Pucun	982496854	Enlace municipal pucun.cl	

000652



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

LISTA DE ASISTENCIA

PRIMER TALLER DE TRABAJO, PDA LAGO VILLARRICA

VIERNES 17 DE AGOSTO DEL 2018, TEMUCO

44	Juan Pina	6072				
45	Claudio Manríquez	Muni. Municipal / Púcon	Municipalidad Púcon	83619612	Rueda D municipal Púcon	
46	Pablo	Solano Lopez	"	995410394	pablo.solano.lopez@gmail.com	
47	José Luis	Rodríguez López	SECRETARÍA DE SALUD	652551258	j.lopez@secretaria.salud.cl	
48	Marcelo Solano	Ariasaga	COVAF	98473039	marcelo.santos@covaf.cl	
49	Marcela Riquelme	Barraza - Barraza	MUNU	96258299	muriel@munu.cl	
50						
51						
52						
53						
54						



Mesa de Fuentes Difusas



Mesa 1 de Gestión



Mesa 2 de Gestión



Mesa 1 de Fuentes Puntuales

12. ANEXO 3. Registro de asistencia y fotografías Taller 2

ANEXO 3



CHILEO
CIUDADANOS
TODOS

Mesa técnica lago Villarrica- quinta reunión					
Actividad:	21-11-2018	Lugar:		Centro Cultural Villarrica.	
Fecha:	Institución/sector		Cargo/Unidad	Teléfono	Correo Electrónico
N°	Nombre				
1.	Bartolomé Cisterna	Bob Montaña Villarrica	DR. M. L. A. H. U. K.	63 221 63 66	bcisterna@odgta.cl
2.	Heitor Salgado	CAPTANÍA DE PUERTO LAGO VILLARRICA	CAPTAN DE PUERTO	998878911	CPVILLARRICA@ODGTA.CL
3.	JUAN MANUEL PEREZ	CAC VILLARRICA	Participante	994331331	juanmanuel.perez@odgta.cl
4.	Nelson Huete	Captania de Puerto Lago Villarrica	Participante	935038985	CPVILLARRICA@ODGTA.CL
5.	Christian Sandoval	Captania de Puerto Lago Villarrica	Participante	981219464	CPVILLARRICA@ODGTA.CL
6.	Ricardo Lopez	Salmon Chile	Representante Asociado	942858580	rlopez@salmonchile.cl
7.	Gustavo Ciudad	IMA - UFRo	Director IMA	67890851	Gustavo.ciudad@opentel.cl
8.	Juan Carlos Ortega	Unidad Agua UFRo	Director	7315182	juan.ortega@ufrotema.cl
9.	Sebastián Rodríguez	Comité de Asesoría	Sección EU Ambiental	45-2298164	Sebastián.Rodríguez@ufrotema.cl
10.	Francisco Domínguez	U. AUTÓNOMA	PROFESOR ASOCIADO	9824 15322	FRANCISCO.DOMINGUEZ@UGMAY.COM
11.	VICTOR MORA	FUERA DEL AULA	PROFESOR	9-12137346	VICTOR.MORA@UGMAY.COM

Mesa técnica lago Villarica, quinta reunión					
Actividad:	21-11-2018		Centro Cultural Villarica.		
Fecha:	Lugar:				
N°	Nombre	Institución/sector	Cargo/Unidad	Teléfono	Correo Electrónico
12	XIMENA ROJAS	INTESAL	JEFE M. ARG.	9 8837 2750	xrojas@intesal.cl
13	Nicolás Ariabada	MAI	VOCECO	9 5869 2667	nactiankura@barril.com
14	Loreto Lagos	MAI		8 929 1739	loreto.c.lagos@gmail.com
15	Francisco Quezada Yáñez	Municipalidad Villarica	Director DMAP	9 5229 2310	ased@villarica.org
16	Lily Romo C.	Univ. Curanichue	Profesional Oceanografía Pedicuación / AT-ROSA	9 2020 89	Lily.romo@curanichue.cl
17	Luis Muñoz F	SMA	JEFE Regional		luis.munoz@sma.gob.cl
18	Eric Bravo E.	BIOBEA	Enologuista Evaluación Aromas	91-79 600 26	eric.bravo@biobea.cl
19	Carlos Posso Araya	Henarix Genetics Apacucorp S.A	Gerente de Operaciones	9 6193 1706	carlos.posso@henarix-genetics.cl
20	Valeria Hankin	CEGETCO	Ing. de Proyecto	9 775 7754	valeria.hankin@cegetco.cl
21	Karla Abargua G.	CEGETCO	Ing. de Proyecto	9 3202 1927	K.abargua03@cegetco.cl



CHILE LO
CUIDAMOS
TODOS

Mesa técnica lago Villarrica, quinta reunión				
Actividad:	21-11-2018		Centro Cultural Villarrica	
Fecha:				
N°	Nombre	Institución/sector	Lugar:	Correo Electrónico
22	Rodrigo Fuentes Montenegro	DGA	Encargado Ambiental	hugo.fuentes@comp.gor.cl
23	Flavia Pineda	Municipalidad de Temuco	Profesional Unidad Ambiental	UAM3.5-61@bun.cpld.cl
24	Ernesto Sierra	Municipalidad de Temuco	Directora Asesorando y Nuevo Ambiente	ESUMA@munipaltemuco.cl
25	Carol Fernandez	Explosivos	Jefe H. Amb	cfernand@losfiadores.cl
26	Marcelos Nistel	UFAD	Coord. Licita. Villarrica	marcelos.nistel@ufad.cl
27	Vivianne Fernández	UFRO	Profesional	Vivianne.Fernandez@ufro.cl
28	Carolina Lopez	SEA	Co. Amb.	cl.lopez@sea.gor.cl
29	Luis Muñoz	SMA	Jefe Ambiental	luis.munoz@sma.gor.cl
30	Marjorie Schwartz	MMA	Profesional Hcd. ca	mschwartz@mma.gor.cl
31	Boris Padilla	MMA	Profesional	bpadilla@mms.gor.cl



34

Mesa técnica lago Villarica. quinta reunión

Centro de Gestión y Tecnologías del Agua, Avenida Francisco Salazar 01145,
Casilla Postal 54D, Fono: (56) 45 2325555, centrodelagua@ufontera.cl, Temuco, Chile

000659



Taller 2: Validación de medidas.

000661

13. ANEXO 4. Registro fotográfico salidas a terreno complementarias

ANEXO 4



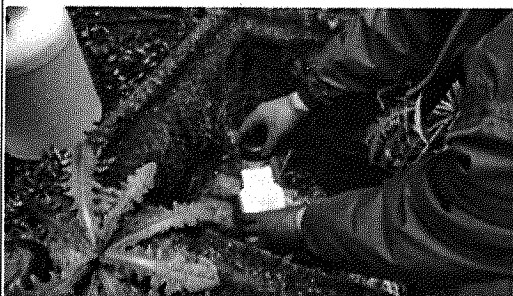
Salida a terreno 30-10-2018: Municipalidad de Pucón



Ducto 2 Termas Los Pozones



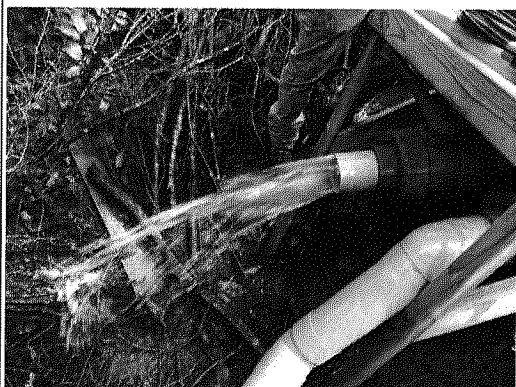
Termas Quimeyco



Ducto 2 Termas Huife



Termas Peumayen



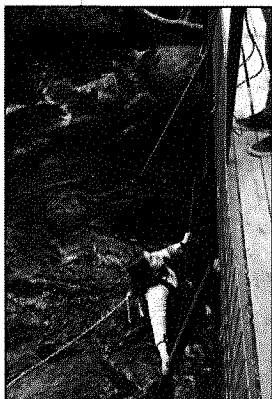
Termas Pucón Indómito



Termas Liucura



Salida a terreno 28-11-2018: Municipalidad de Pucón



Aforo en los Ojos del Caburgua



Ducto 2 Termas de Palguín



Toma de muestra de calidad Termas Trancura



Aforo del ducto Termas de Montevivo



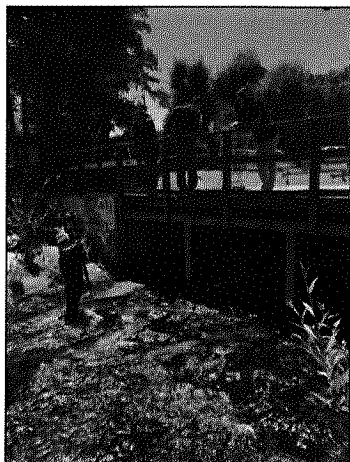
Muestreo de calidad Termas de San Luis



Aforamiento Termas Menetúe



Salida a terreno 18-12-2018: Municipalidad de Pucón



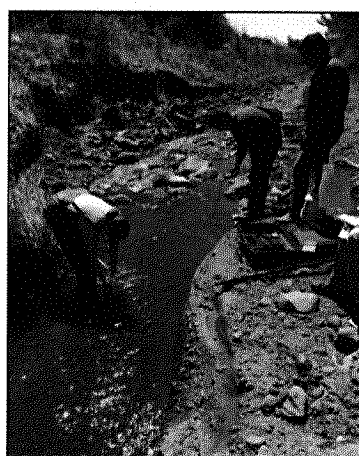
Aforo en canal colector calle O'Higgins



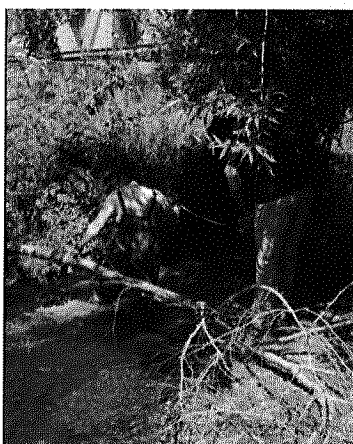
Monitoreo aguas debajo de descarga PTAS Pucón



Monitoreo en Ojos del Caburgua



Puente Carmelito



Puente Candelaria



Salida a terreno 29-11-2018: DIRECTEMAR



Frente PUCV



Castillo



Sector Carmelito



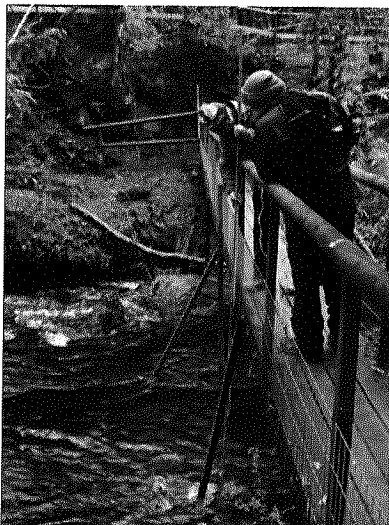
Estero Carmelito



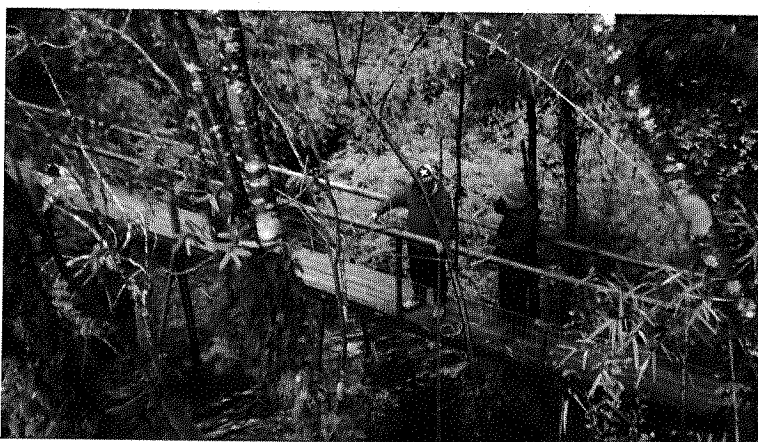
Costanera Villarrica



Salida a terreno 23 y 24-10-2018: Dirección General de Aguas



Aforo en Pasarela 1



Aforo en Pasarela 2



Aforo en estero superior que llega a la poza grande



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

000667

14. ANEXO 5. Geometría WASP para Río Trancura

ANEXO 5

Segment Number	Segment Name	Length (m)	Width (m)	Surface Area (m ²)	Depth (m)	Volume (m ³)	Travel Time (days)	Velocity	Slope (m/m)	Roughness
River	M1									
1	T.1 Trancura B-12	1355.11	50.00	67755.36	0.85	57592.06	0.02	0.76	0.00806	0.04000
2	T.2 Trancura	1469.29	28.38	41691.19	0.71	29392.29	0.01	1.61	0.00000	0.04000
3	T.3 Trancura	1112.87	6.75	7511.90	0.56	4206.66	0.00	8.54	0.00000	0.04000
4	T.4 Trancura	1197.68	20.88	25001.57	1.78	44502.80	0.02	0.87	0.00000	0.04000
5	T.5 trancura	1470.65	13.44	19761.89	1.12	22034.51	0.01	2.15	0.00000	0.04000
6	T.6 E. S/N 1	396.77	6.00	2380.62	0.45	1071.28	0.00	7.57	0.00000	0.04000
7	T.7 As Curarrehue	1039.01	29.72	30878.20	1.03	31881.75	0.01	1.05	0.00000	0.04000
8	T.8 Trancura	896.33	35.00	31371.66	3.00	94114.97	0.03	0.31	0.00000	0.04000
9	T.9 E.S/N 2 B-13	1029.77	6.00	6178.62	0.45	2780.38	0.03	0.44	0.01155	0.04000
10	T.10 Maichin B-14	1875.39	46.00	86267.85	0.95	81954.45	0.02	1.15	0.00598	0.04000
11	T.11 Trancura	1398.69	25.50	35666.71	0.65	23183.36	0.01	1.95	0.00000	0.04000
12	T.12 tRancura	1206.78	15.25	18403.43	0.50	9201.72	0.00	4.23	0.01978	0.04000
13	T.13 Trancura	1307.12	10.13	13234.63	0.43	5624.72	0.00	7.50	0.00000	0.04000
14	T.14 Trancura	1521.78	7.56	11508.43	0.39	4459.52	0.00	11.02	0.00000	0.04000
15	T.15 Trancura	1284.44	6.28	8067.90	0.37	2975.04	0.00	13.94	0.00000	0.04000
16	T.16 Trancura	1200.22	5.64	6770.01	0.36	2432.97	0.00	15.93	0.00000	0.04000
17	T.17 Trancura	1005.09	5.32	5347.38	0.35	1896.65	0.00	17.11	0.00000	0.04000
18	T.18 Pangui B-15	1165.04	30.00	34951.27	0.90	31456.14	0.02	0.71	0.00000	0.04000
19	T.19 Trancura	1319.03	5.00	6595.17	0.35	2308.31	0.00	18.45	0.00000	0.04000
20	T.20 Trancura	1337.11	5.00	6685.55	0.35	2339.94	0.00	18.45	0.00000	0.04000
21	T.21 Trancura	1169.25	5.00	5846.26	0.35	2046.19	0.00	18.45	0.00000	0.04000
22	T.22 Trancura	1279.27	5.00	6396.33	0.35	2238.72	0.00	18.45	0.00000	0.04000
23	T.23 trancura	1388.87	5.00	6944.34	0.35	2430.52	0.00	18.45	0.00000	0.04000

24	T.24 Trancura	1265.12	5.00	6325.58	0.35	2213.95	0.00	18.45	0.00000	0.04000
25	T.25 Trancura	1345.97	5.00	6729.84	0.35	2355.45	0.00	18.45	0.00000	0.04000
26	T.26 Trancura	1231.83	5.00	6159.13	0.35	2155.70	0.00	18.45	0.00000	0.04000
27	T.27 Trancura	1379.85	5.00	6899.26	0.35	2414.74	0.00	18.45	0.00900	0.04000
28	T.28 Trancura	1568.28	5.00	7841.41	0.35	2744.49	0.00	18.45	0.00000	0.04000
29	T.29 Trancura	1256.13	5.00	6280.66	0.35	2198.23	0.00	18.45	0.00000	0.04000
30	T.30 Trancura	1722.47	5.00	8612.36	0.35	3014.32	0.00	18.45	0.00000	0.04000
31	T.31 Huilico B-11	1588.25	3.10	4923.59	0.43	2117.14	0.02	1.09	0.03438	0.04000
32	T.32 Hu P. Catripulli	740.59	3.10	2295.82	0.43	987.20	0.01	1.09	0.01439	0.04000
33	T.33 E. S/N 3	720.19	11.00	7922.14	0.68	5387.06	0.01	1.61	0.01439	0.04000
34	T.34 E/SN 4	773.31	11.00	8506.41	0.68	5784.36	0.01	1.61	0.01491	0.04000
35	T.35 E/SN 4 B-10	608.25	11.00	6690.74	0.68	4549.70	0.00	1.61	0.02086	0.04000
36	T.36E/SN4 P. Curarhue	254.12	13.00	3303.59	0.50	1651.80	0.00	1.86	0.00000	0.04000
37	T.37 E. Guampoe B-9	886.46	11.00	9751.07	0.68	6630.73	0.01	0.85	0.01243	0.04000
38	T.38 guampoe	326.92	2.00	653.83	0.85	555.76	0.00	3.73	0.00000	0.04000
39	T.39 R. Cavisai	1330.32	2.00	2660.65	0.85	2261.55	0.00	15.05	0.00000	0.04000
40	T.40 E. loncofila B-8	218.49	9.70	2119.36	0.98	2076.97	0.00	0.53	0.05144	0.04000
41	T.41Lonv P. Rinconada	1060.17	9.70	10283.65	0.98	10077.98	0.02	3.40	0.01086	0.04000
42	T.42 Cavisai	134.66	2.00	269.32	0.85	228.92	0.00	15.05	0.00000	0.04000
43	T.43 E. Maquina Q25	689.10	2.00	1378.20	0.85	1171.47	0.01	0.60	0.00000	0.04000
44	T.44 cavisai	1229.33	21.00	25815.87	0.90	23234.28	0.01	1.35	0.00942	0.04000
45	T.45 Q-8	849.77	3.40	2889.21	0.36	1040.12	0.02	0.64	0.00942	0.04000
46	T.46 Cavisai	1147.72	21.00	24102.20	0.90	21691.98	0.01	1.35	0.00000	0.04000
47	T.47 Q-7	758.13	4.00	3032.51	0.48	1455.60	0.01	0.92	0.00000	0.04000
48	T.48 Cavisai	483.70	21.00	10157.66	0.90	9141.89	0.00	1.35	0.00000	0.04000
49	T.49 E/SN 5 B-7	873.42	3.60	3144.31	0.37	1163.40	0.02	0.53	0.04279	0.04000
50	T.50 Cavisai	1204.46	21.00	25293.58	0.90	22764.22	0.01	1.35	0.00000	0.04000



51	T.51 Cavisai	1158.52	20.50	23749.72	1.11	26243.44	0.01	1.13	0.00981	0.04000
52	T.52 Vavisai	1173.21	12.75	14958.42	0.73	10882.25	0.00	2.76	0.00000	0.04000
53	T.53 Cavisai	1180.69	8.88	10478.65	0.54	5645.37	0.00	5.35	0.00000	0.04000
54	T.54 Cavisañi	1106.85	20.00	22136.90	1.31	28999.34	0.01	0.98	0.00000	0.04000
55	T.55 Cavisai	1353.77	20.00	27075.40	1.31	35468.77	0.02	0.98	0.00000	0.04000
56	T.56 Trancura	1151.23	5.00	5756.14	0.35	2014.65	0.00	18.45	0.00000	0.04000
57	T.57 Trancura	1704.05	5.00	8520.23	0.35	2982.08	0.00	18.45	0.00709	0.04000
58	T.58 Trancura	1141.03	5.00	5705.14	0.35	1996.80	0.00	18.45	0.00000	0.04000
59	T.59 Trancura	1045.87	5.00	5229.34	0.35	1830.27	0.00	18.45	0.00000	0.04000
60	T.60 Palguil B-6	1226.23	39.00	47822.87	0.83	39597.34	0.01	1.39	0.00932	0.04000
61	T.61 Trancura	1286.54	5.00	6432.72	0.35	2251.45	0.00	18.45	0.00000	0.04000
62	T.62 Llafenco	618.38	7.70	4761.53	0.39	1857.00	0.01	1.24	0.00000	0.04000
63	T.63 Trancura	1303.17	5.00	6515.85	0.35	2280.55	0.00	18.45	0.00000	0.04000
64	T.64 Trancura	1349.81	5.00	6749.06	0.35	2362.17	0.00	18.45	0.00000	0.04000
65	T.65 Trancura	1300.94	5.00	6504.70	0.35	2276.64	0.00	18.45	0.00000	0.04000
66	T.66 Trancura	1362.50	5.00	6812.50	0.35	2384.37	0.00	18.45	0.00000	0.04000
67	T.67 Trancura	1100.52	5.00	5502.59	0.35	1925.91	0.00	18.45	0.00963	0.04000
68	T.68 Trancura	1337.83	5.00	6689.15	0.35	2341.20	0.00	18.45	0.00827	0.04000
69	T.69 Trancura	1176.02	5.00	5880.08	0.35	2058.03	0.00	18.45	0.00000	0.04000
70	T.70 trancura	1057.23	5.00	5286.15	0.35	1850.15	0.00	18.45	0.03000	0.04000
71	T.71 Trancura	1036.87	5.00	5184.33	0.35	1814.52	0.00	18.45	0.02971	0.04000
72	T.72 Trancura	1210.02	5.00	6050.12	0.35	2117.54	0.00	18.45	0.00000	0.04000
73	T.73 Trancura	1266.48	5.00	6332.39	0.35	2216.34	0.00	18.45	0.00980	0.04000
74	T.74 Trancura	1262.88	5.00	6314.42	0.35	2210.05	0.00	18.45	0.00943	0.04000
75	T.75 Trancura	1266.73	5.00	6333.64	0.35	2216.77	0.00	18.45	0.00953	0.04000
76	T.76 Trancura	803.98	5.00	4019.89	0.35	1406.96	0.00	18.45	0.01522	0.04000
77	T.77 Liucura B17	1430.46	17.10	24460.88	2.31	56504.64	0.01	1.43	-0.00752	0.04000



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

78	T.78 Quetroleuf B-16	313.30	7.60	2381.09	0.30	714.33	0.00	0.93	0.00000	0.04000
79	T.79 Quetroleufu P. Caburguall	499.26	7.60	3794.38	0.30	1138.31	0.01	0.93	0.02189	0.04000
80	P. Quetroleufu	487.89	7.60	3707.94	0.30	1112.38	0.01	0.93	0.00000	0.04000
81	T.81 Liucura	1011.60	40.78	41253.05	1.41	58166.80	0.01	0.98	0.00000	0.04000
82	T.82 Liucura	1052.18	40.78	42908.07	1.41	60500.38	0.01	0.98	0.00000	0.04000
83	T.83 Carhuello B-20	344.69	13.20	4549.91	0.67	3048.44	0.01	0.71	0.04888	0.04000
84	T.84 Carh P. Quimeycor	521.31	13.20	6881.26	0.67	4610.44	0.01	0.71	0.00000	0.04000
85	T.85 Carileufu P. Ojos del Caurgua	237.63	13.20	3136.72	0.67	2101.60	0.00	0.71	0.00000	0.04000
86	T.86 P. Carileufu	225.13	13.20	2971.71	0.67	1991.04	0.00	0.71	0.00000	0.04000
87	T.87 E/SN 7 B-19	77.76	1.60	124.41	0.27	33.59	0.00	0.25	0.00000	0.04000
88	T.88 E/SN 7	85.21	1.60	136.34	0.27	36.81	0.00	0.25	0.00000	0.04000
89	T.89 Carileufu	348.18	13.20	4595.99	0.67	3079.31	0.32	0.01	0.03530	0.04000
90	T.90 R. Cabur B-20	88.88	42.00	3733.13	0.90	3359.81	0.00	0.50	0.12195	0.04000
91	T.91 P. Caburgua I	65.42	42.00	2747.44	0.90	2472.70	0.00	0.50	0.00000	0.04000
92	T.92 R. Caburgua	688.26	42.00	28907.05	0.90	26016.34	0.02	0.50	0.00000	0.04000
93	T.93 R. Caburgua	546.10	42.00	22936.15	0.90	20642.53	0.01	0.50	0.01989	0.04000
94	T.94 Liucura	1168.05	29.53	34486.56	1.25	42935.77	0.01	1.54	0.00000	0.04000
95	T.95 Liucura	1231.36	29.53	36355.83	1.25	45263.01	0.01	1.54	0.00000	0.04000
96	T.96 Liucura	1180.28	29.53	34847.90	1.25	43385.63	0.01	1.54	0.00000	0.04000
97	T.97 Liucura	1150.45	29.53	33967.12	1.25	42289.07	0.01	1.54	0.00000	0.04000
98	T.98 Liucura	1194.76	29.53	35275.25	1.25	43917.69	0.01	1.54	0.00000	0.04000
99	T.99 Liucura	1232.59	29.53	36392.10	1.25	45308.16	0.01	1.54	0.00973	0.04000
100	T.100 Liucura	1349.65	29.53	39848.30	1.25	49611.13	0.01	1.54	0.00812	0.04000
101	T.101 Trancuro	1305.17	60.00	78310.14	1.75	137042.7	5	0.05	0.01895	0.04000



102	T.102 Turbio B-5	2653.86	17.00	45115.55	0.70	31580.89	0.03	1.11	0.02445	0.04000
103	T.103 Trancura	1943.66	60.00	116619.3	1.75	204083.8	0.07	0.31	0.00629	0.04000
104	T.104 Trancura	186.10	60.00	11166.02	1.75	19540.54	0.01	0.31	0.00000	0.04000
105	T.105 Trancura	940.50	60.00	56430.24	1.75	98752.92	0.04	0.31	0.00000	0.04000
106	T.106 Trancura	1276.24	60.00	76574.66	1.75	134005.6	0.05	0.31	0.01062	0.04000
107	T.107 Trancura	1051.41	60.00	63084.59	1.75	110398.0	0.04	0.31	0.01062	0.04000
108	T.108 Plata	933.19	4.40	4106.02	0.38	1560.29	0.00	0.00	0.01311	0.04000
109	T.109 Trancura	1449.46	60.00	86967.45	1.75	152193.0	0.05	0.31	0.00000	0.04000
110	T.110 La Casilla	797.50	1.20	957.00	0.35	334.95	0.00	0.00	0.05810	0.04000
111	T.111 Trancura	908.13	60.00	54487.96	1.75	95353.93	0.03	0.31	0.00000	0.04000
112	T.112 Trancura	1222.35	60.00	73340.81	1.75	128346.4	0.05	0.31	0.00000	0.04000
113	T.113 Trancura	2275.01	60.00	136500.7	1.75	238876.3	0.09	0.31	0.00000	0.04000
114	T.114 Trancura	2525.49	60.00	151529.5	1.75	265176.6	0.10	0.31	0.00425	0.04000
115	T.115 Rio claro	587.42	13.00	7636.45	0.28	2138.21	0.00	0.00	0.00425	0.04000
116	T.116 Ptas Pucon	721.17	13.00	9375.25	0.28	2625.07	0.00	0.00	0.00869	0.04000
117	T.117 Trancura	933.07	60.00	55984.36	1.75	97972.62	0.04	0.31	0.00000	0.04000
118	T.118 Trancura	935.69	60.00	56141.68	1.75	98247.95	0.04	0.31	0.00000	0.04000



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
Centro de Gestión y
Tecnologías del Agua

000673

15. ANEXO 6. Certificados de Acreditación

ANEXO 6



acreditación

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACIÓN



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

ANALISIS AMBIENTALES S.A., ANAM S.A.

AREA LOGISTICA Y MUESTREO

ubicado en Av. Américo Vespucio N°451, Quilicura, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de Ensayo

según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Microbiología y muestreo para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 30 de Junio de 2003.

Vigencia de la Acreditación: hasta el 3 de abril de 2021

Santiago de Chile, 9 de marzo de 2018



Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación



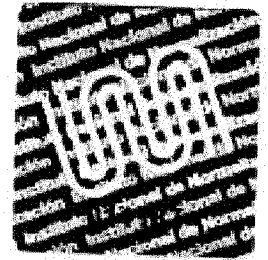
Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



ACREDITACION LE 111

F407-01-30 v01

LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES RIGE ESTA ACREDITACIÓN ESTAN DETALLADAS EN EL ACTA DE COMPROMISO



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

ANALISIS AMBIENTALES S.A., ANAM S.A.

**LABORATORIO CENTRAL - SANTIAGO Y
AREA LOGISTICA Y MUESTREO**

ubicado en Av. Américo Vespucio N°451, Quilicura, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de Ensayo

según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Físico-química y muestreo para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 30 de Junio de 2003,

Vigencia de la Acreditación: hasta el 3 de abril de 2021

Santiago de Chile, 9 de marzo de 2018


Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación


Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



ACREDITACION LE 112

