

Anexos

Anexo A: Clasificación del río Biobío, según Leopold & Wolman (1957).

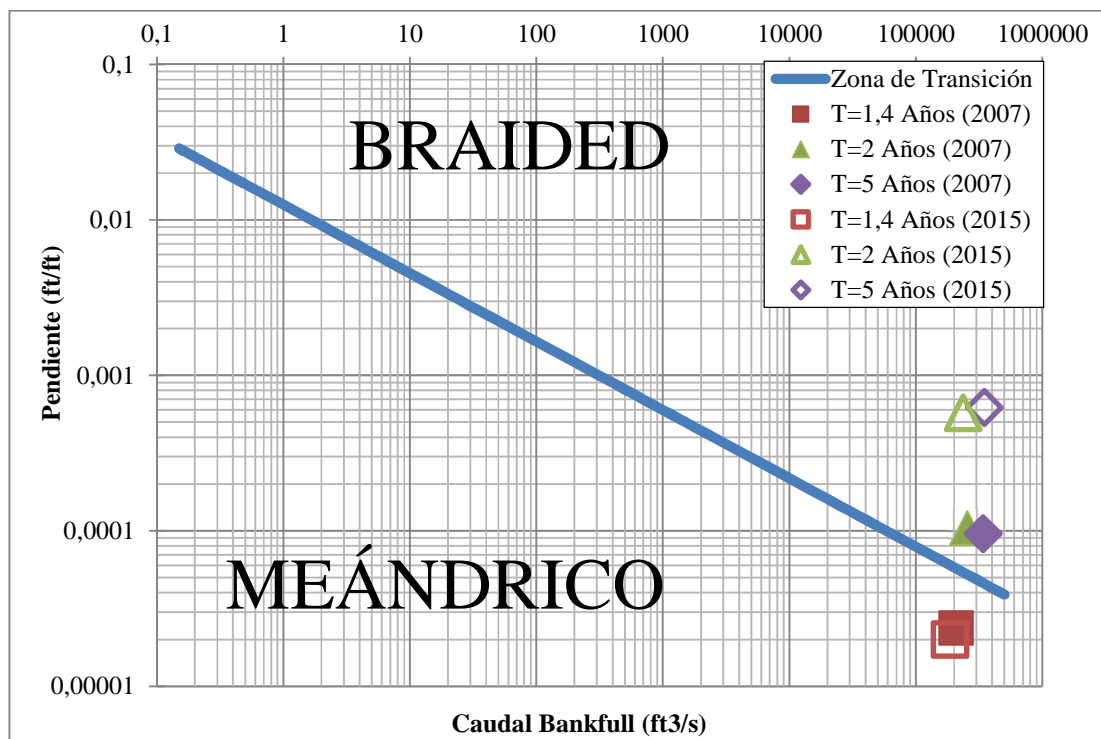


Figura 9: Clasificación morfológica según Leopold & Wolman, para el río Biobío.

(Fuente: Leopold & Wolman, 1957)

Tabla 4: Pendiente y caudal bankfull del río Biobío, según Santana (2007 y 2015).

	Santana 2007			Santana 2015		
	T=1,4 años	T=2 años	T=5 años	T=1,4 años	T=2 años	T=5 años
Q (m³/s)	5878	7144	9569	5255	6658	9800
Q (ft³/s)	207579,611	252287,9791	337926,0459	185578,5736	235125,051	346083,7339
I (m/m)	0,0000238	0,000105	0,0000962	0,00002	0,000576	0,000624

(Fuente: Santana, 2007 y 2015)

Anexo B: Variables morfológicas de Mueller para el tramo designado del río Biobío.

Año 1955.

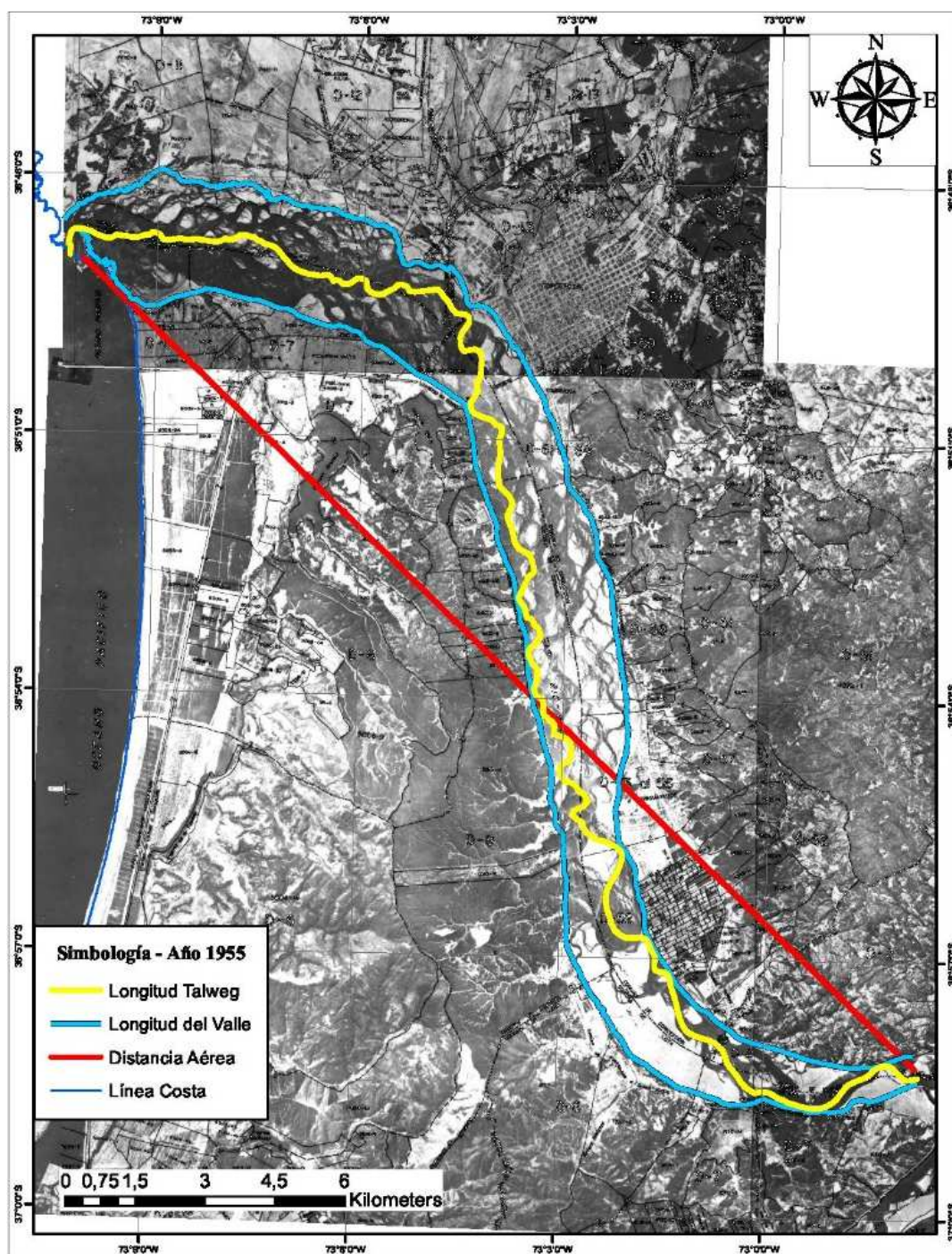


Figura 10: Parámetros morfológicos geométricos de Mueller (1968), aplicados al río Biobío en el año 1955.

(Fuente: IREN, 1955)

Año 1996.

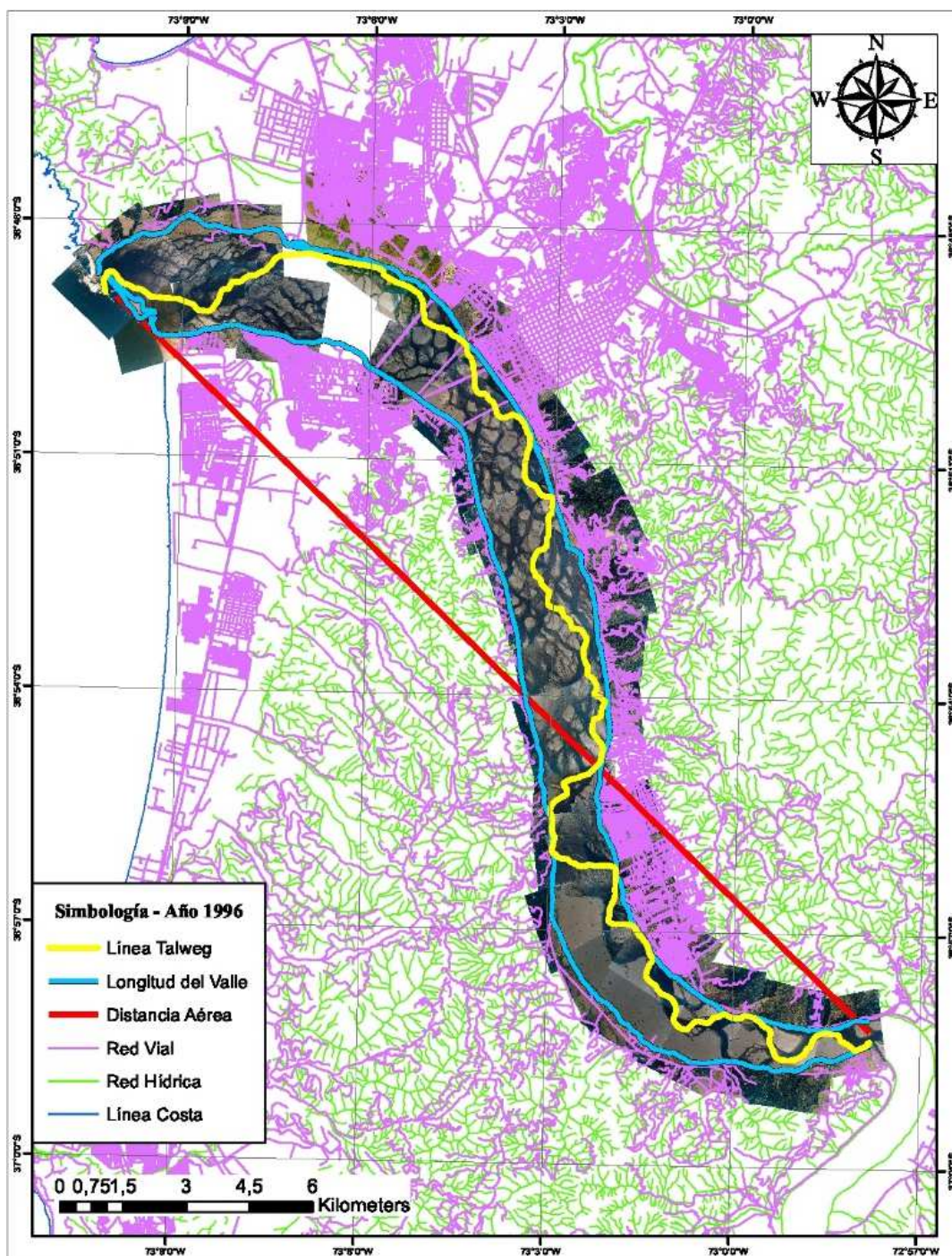


Figura 11: Parámetros morfológicos geométricos de Mueller (1968), aplicados al río Biobío en el año 1996.

(Fuente: EULA, 1996)

Año 2003.

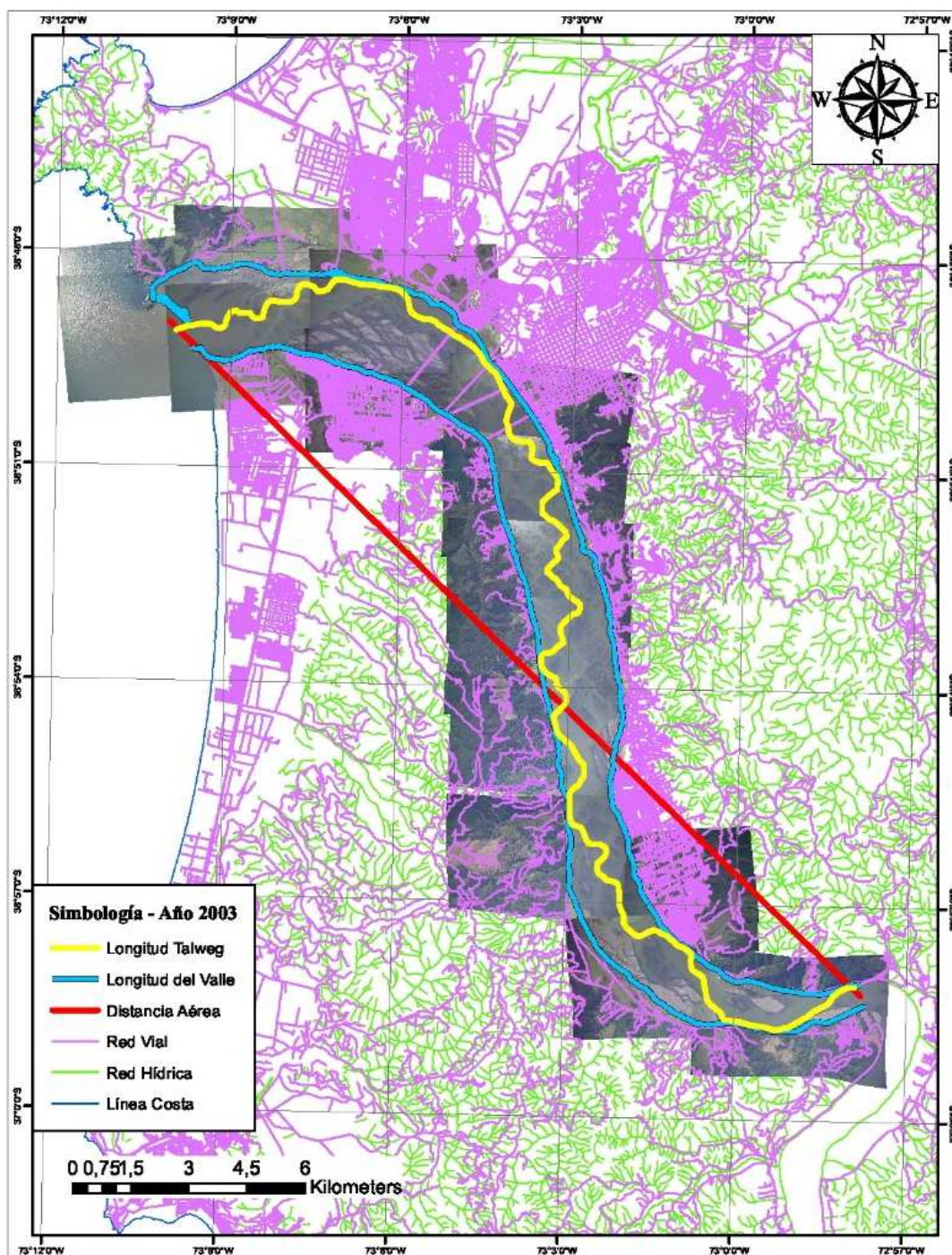


Figura 12: Parámetros morfológicos geométricos de Mueller (1968), aplicados al río Biobío en el año 2003.

(Fuente: José Leniz, 2003)

Año 2009.

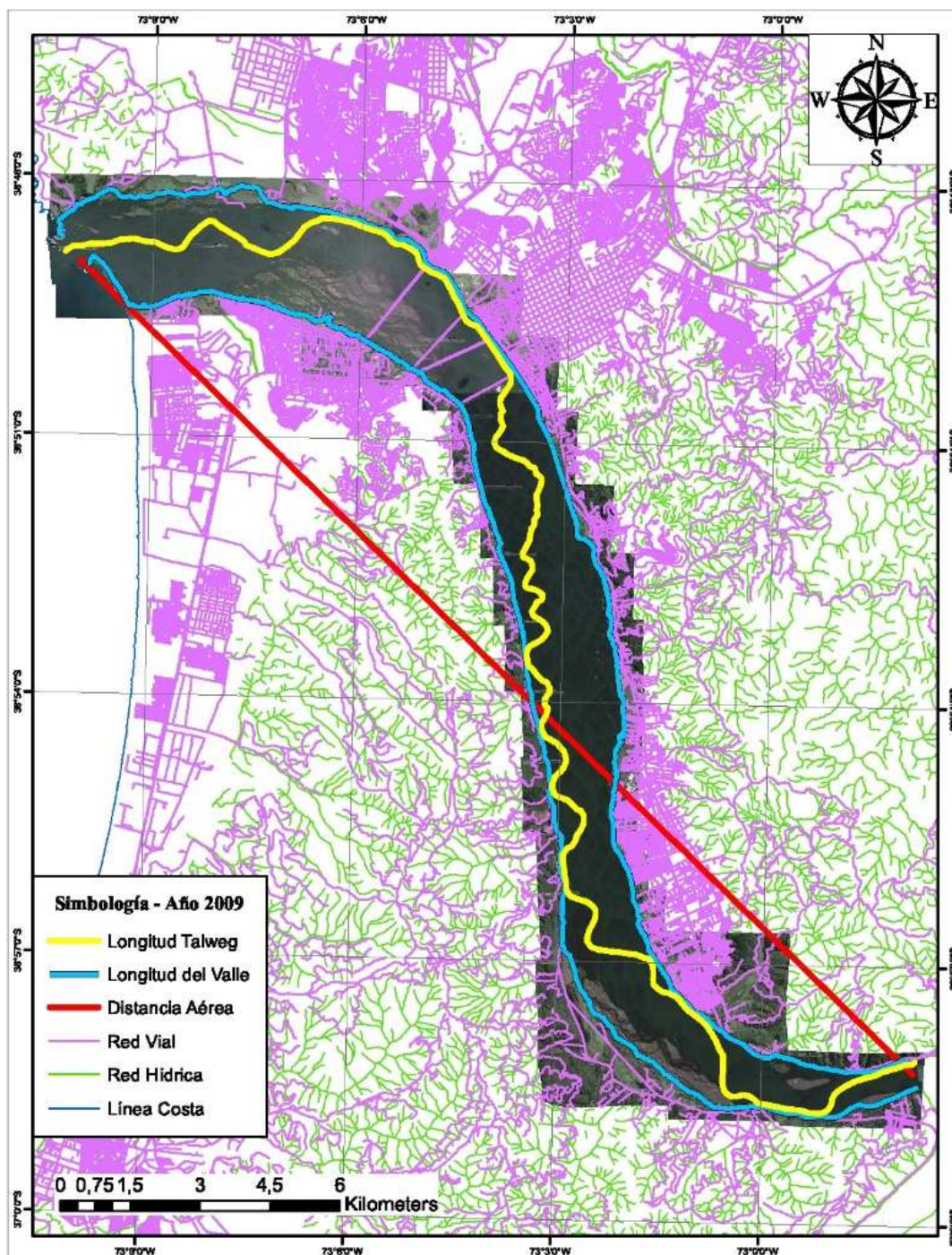


Figura 13: Parámetros morfológicos geométricos de Mueller (1968), aplicados al río Biobío en el año 2009.

(Fuente: Google Earth, 2009)

Año 2014.

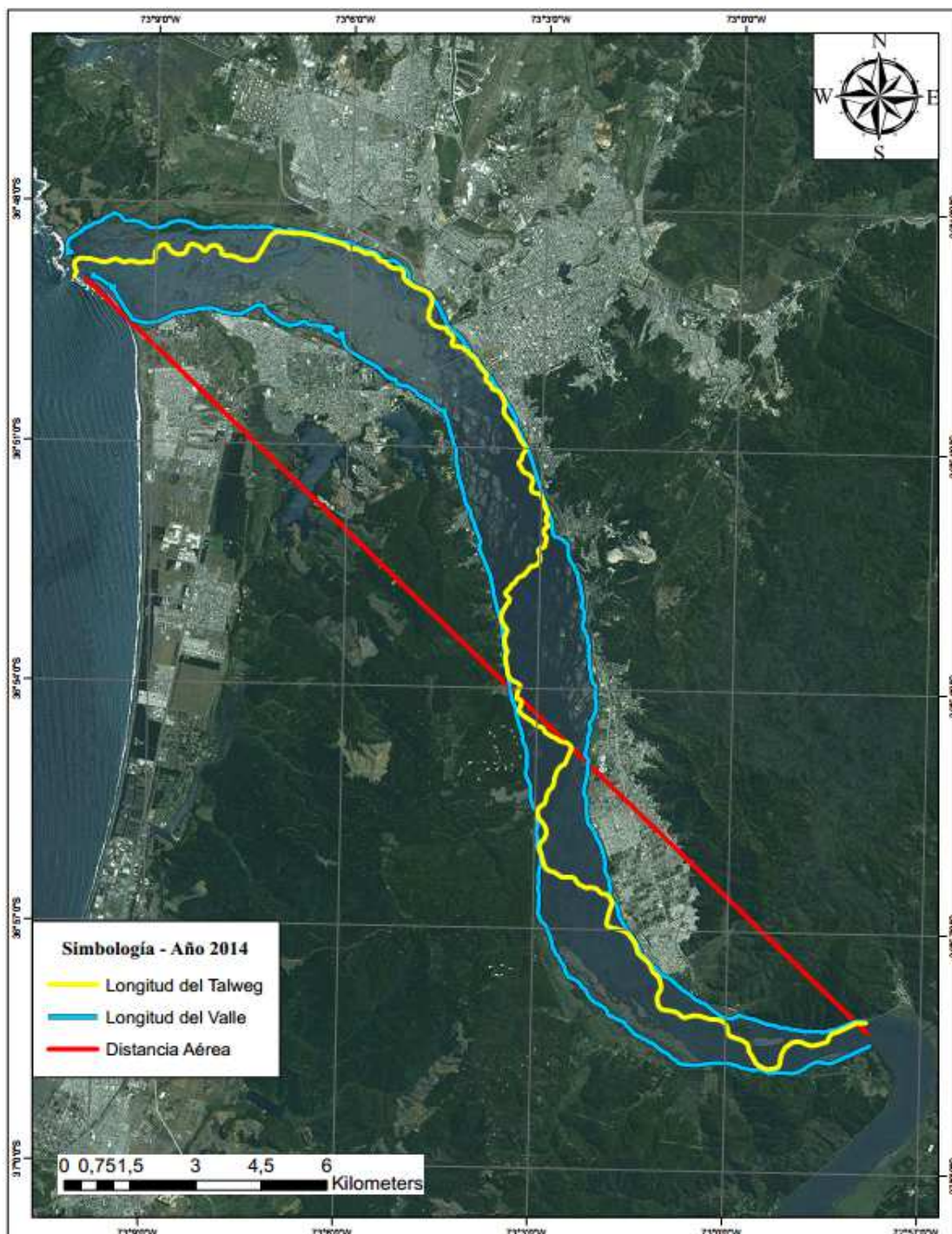


Figura 14: Parámetros morfológicos geométricos de Mueller (1968), aplicados al río Biobío en el año 2014.

(Fuente: Bing Maps, 2014)

Anexo B: Método ANOVA para los criterios morfológicos.

Tabla 5: Método ANOVA para los criterios morfológicos de Mueller (1968), Rust (1978) y formación de islas.

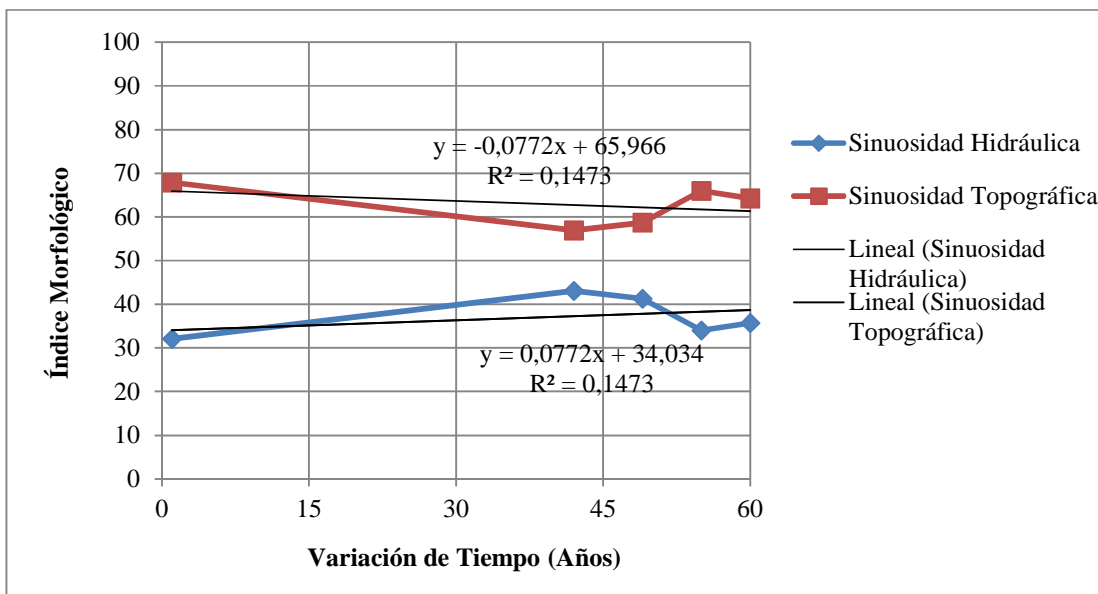
Parámetro	α	β	R^2	R^2_C	Prob. F		$F_{Calculado}$	Prueba Hip.	Int. de confianza (α)	
					α	β			Inf. 95%	Sup. 95%
LV (km)	0,006	32,54	0,097	-0,204	0,610	6,6E-06	0,322	-	-0,026	0,038
LT (km)	0,023	36,51	0,259	0,012	0,381	4,9E-05	1,049	-	-0,048	0,093
IS	4,9E-04	1,122	0,170	-0,107	0,491	3,9E-05	0,613	-	-0,002	0,003
ST	9E-04	1,461	0,259	0,012	0,381	4,9E-05	1,049	-	-0,002	0,004
SV	2,3E-04	1,302	0,097	-0,204	0,610	6,6E-06	0,322	-	-0,001	0,002
SH (%)	0,077	34,03	0,147	-0,137	0,524	0,0064	0,518	-	-0,264	0,418
STp (%)	-0,077	65,96	0,147	-0,137	0,524	9,3E-04	0,518	-	-0,418	0,264
P.E.	-0,030	3,405	0,437	0,249	0,225	0,035	2,327	-	-0,094	0,033
AV1 (km ²)	1,9E-04	0,026	0,932	0,909	0,008	3,6E-04	41,35	Se rechaza	9,8E-05	2,9E-04
AS1 (km ²)	-0,0055	0,656	0,365	0,153	0,281	0,044	1,722	-	-0,019	0,008
AV2 (km ²)	-5,9E-06	0,053	0,002	-0,330	0,939	5,6E-04	0,007	-	-2,4E-04	2,2E-04
AS2 (km ²)	2,1E-04	0,367	6,4E-04	-0,332	0,968	0,199	0,002	-	-0,015	0,016
AV3 (km ²)	0,003	-2E-04	0,382	0,176	0,267	0,999	1,853	-	-0,004	0,009
AS3 (km ²)	-0,036	4,577	0,402	0,203	0,251	0,029	2,018	-	-0,115	0,044
AV4 (km ²)	0,012	-0,147	0,451	0,268	0,215	0,699	2,464	-	-0,012	0,035
AS4 (km ²)	0,124	-0,792	0,654	0,539	0,097	0,765	5,671	-	-0,042	0,290
AV5 (km ²)	0,007	0,203	0,546	0,395	0,154	0,332	3,609	-	-0,005	0,019
AS5 (km ²)	-0,004	1,027	0,447	0,262	0,218	0,004	2,421	-	-0,014	0,005
AV6 (km ²)	7,1E-04	0,006	0,747	0,663	0,059	0,606	8,854	-	-4,9E-05	0,001
AS6 (km ²)	-0,006	0,697	0,227	-0,030	0,417	0,118	0,883	-	-0,028	0,015
AVT (km ²)	0,023	0,133	0,618	0,490	0,115	0,805	4,846	-	-0,010	0,057
AST (km ²)	0,063	6,695	0,658	0,544	0,096	0,012	5,764	-	-0,021	0,148
Islas	1,112	15,83	0,934	0,912	0,007	0,142	42,46	Se rechaza	0,573	1,667

(Fuente: Elaboración propia)

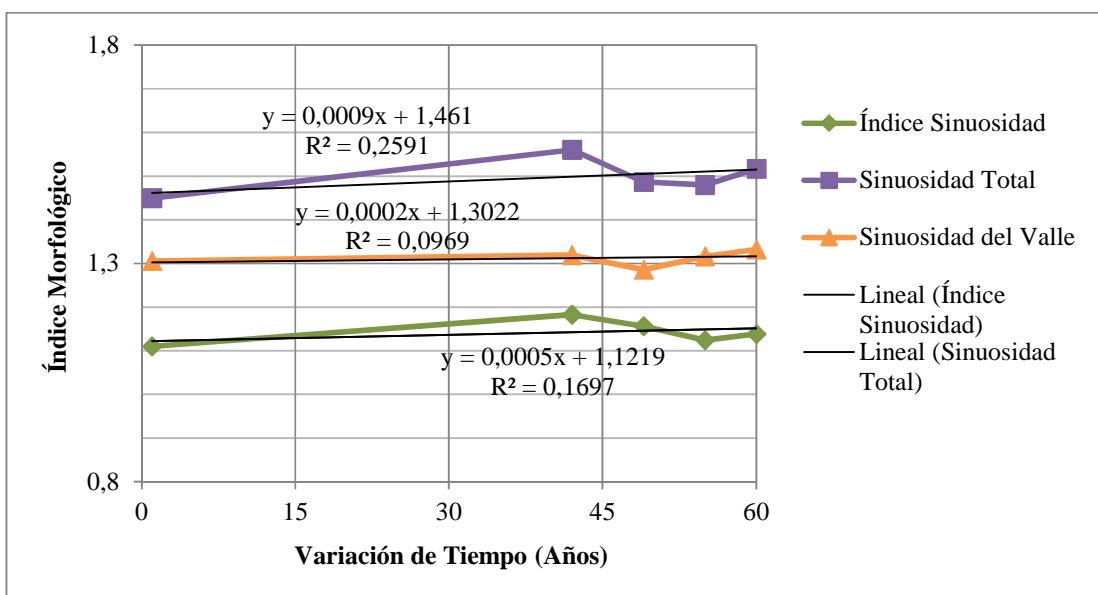
* Para la comprobación de la hipótesis nula, se procedió a comparar con respecto al valor tabulado en la distribución F de Fisher, con grados de libertad 1 (numerador) y 3 (denominador). $F_{Tabla} = 10,128$.

“-“ : El guión en la columna “prueba de hipótesis”, significa que no existen elementos suficientes para rechazar la hipótesis nula.

Parámetros morfológicos según Mueller (1968).



a)



b)

Figura 15: Variaciones temporales de los parámetros de Mueller (1968), en el tramo del río Biobío. (a) Sinuosidad hidráulica y topográfica, (b) Índice de sinuosidad, sinuosidad total y del valle.

(Fuente: Elaboración propia)

Anexo C: Parámetro de entrelazado en el tramo designado del río Biobío.

Año 1955.

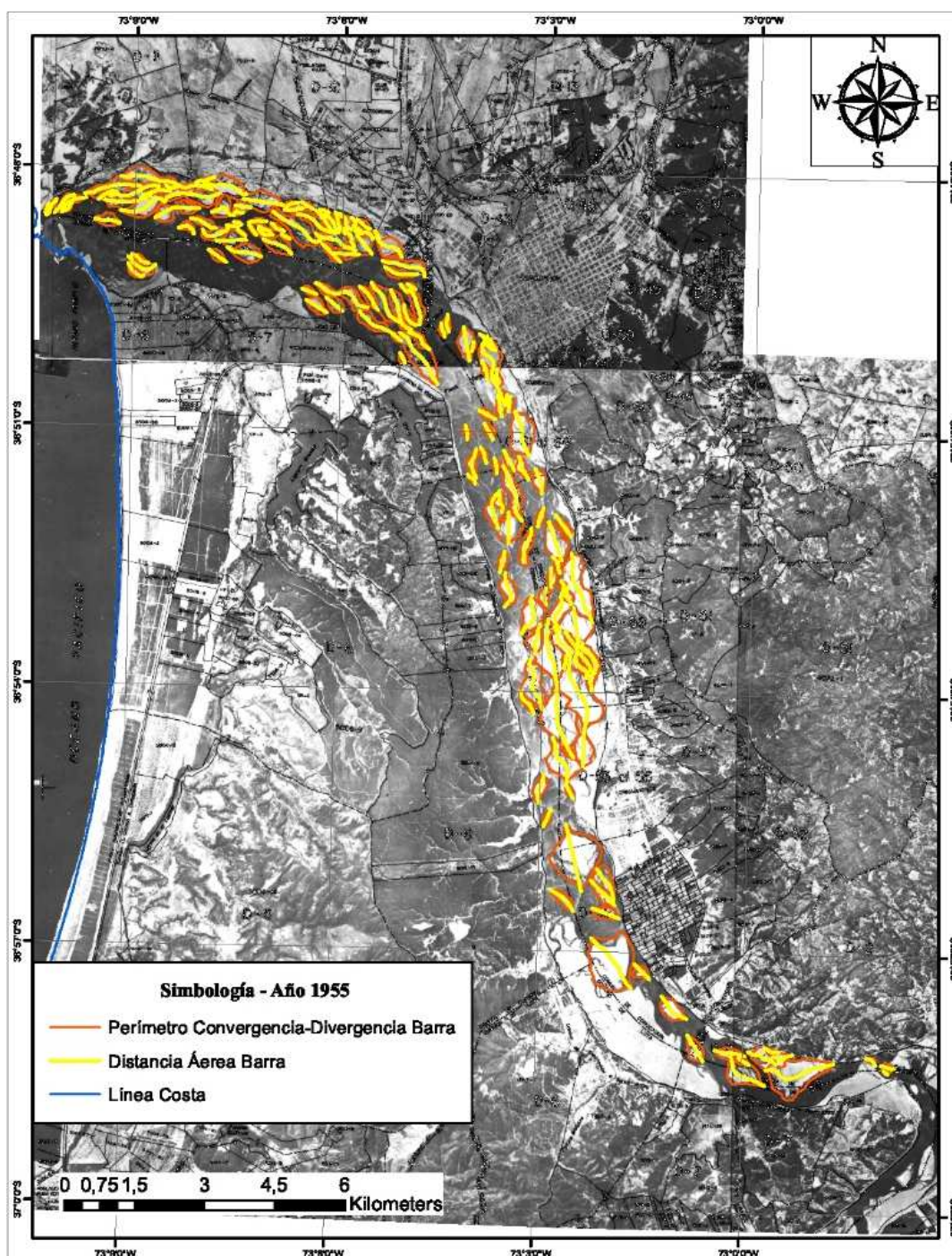


Figura 16: Parámetro de entrelazado según Rust (1978), en el tramo del río Biobío para el año 1955.

(Fuente: IREN, 1955)

Año 1996.

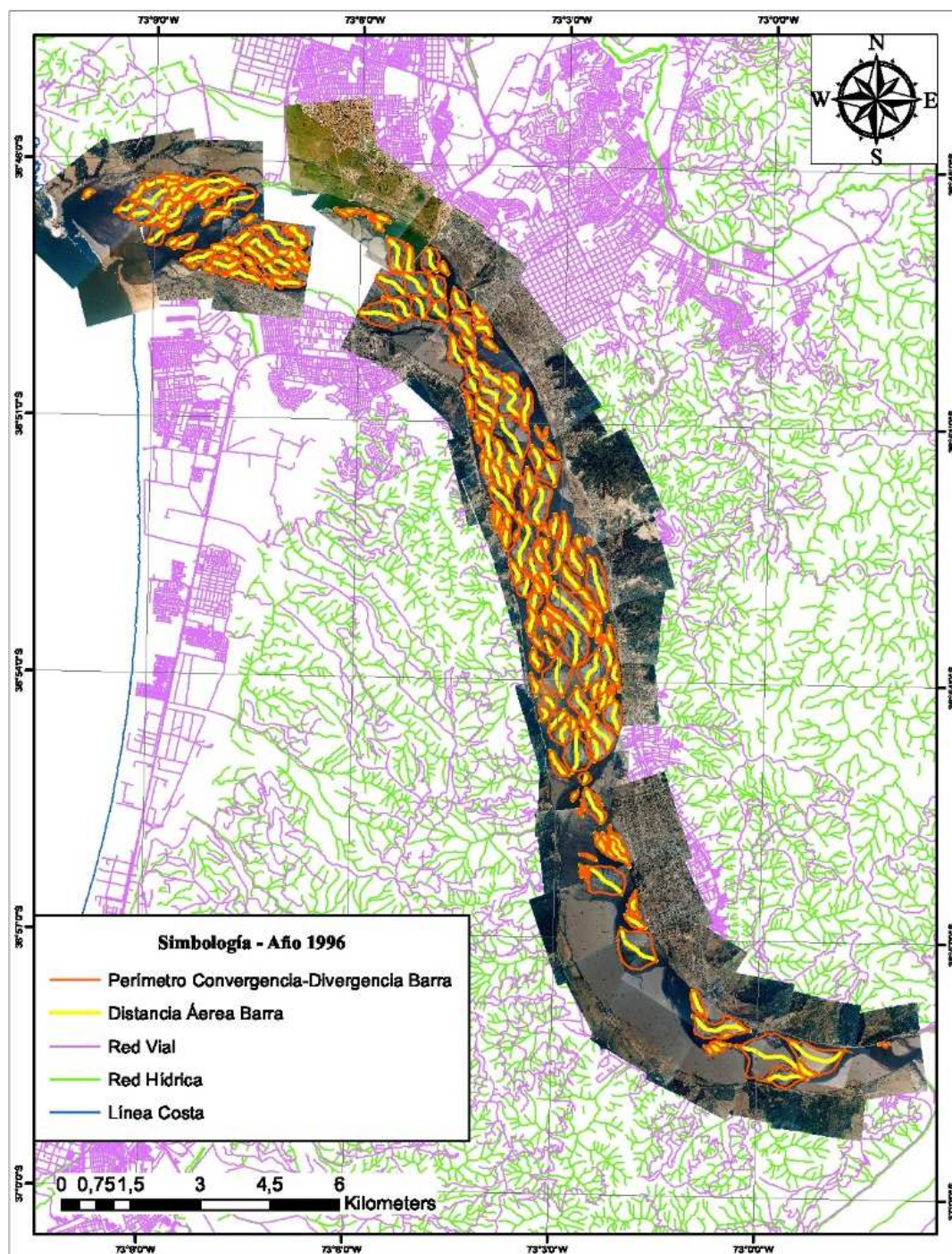


Figura 17: Parámetro de entrelazado según Rust (1978), en el tramo del río Biobío para el año 1996.

(Fuente: EULA, 1996)

Año 2003.

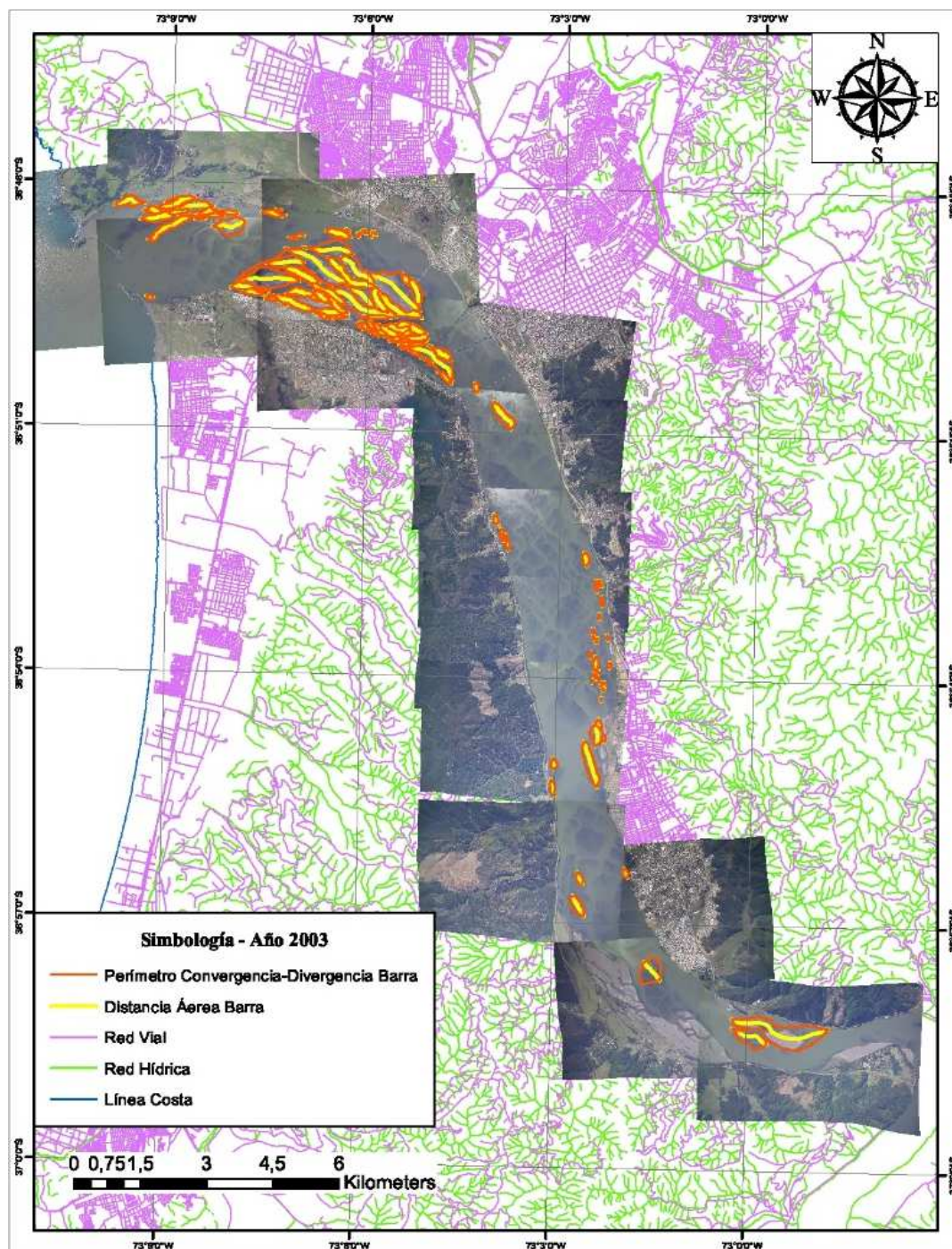


Figura 18: Parámetro de entrelazado según Rust (1978), en el tramo del río Biobío para el año 2003.

(Fuente: José Léniz, 2003)

Año 2009.

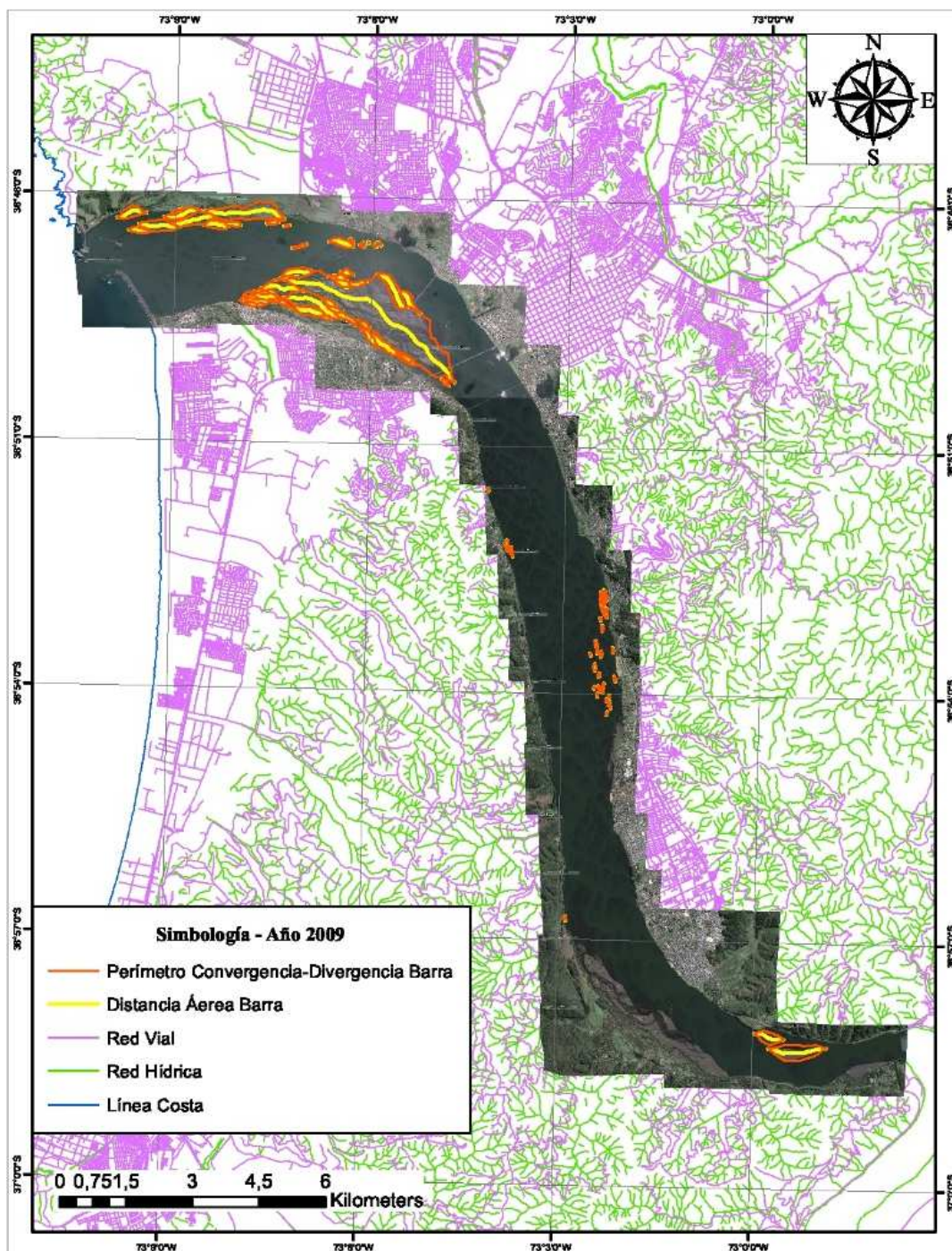


Figura 19: Parámetro de entrelazado según Rust (1978), en el tramo del río Biobío para el año 2009.

(Fuente: Google Earth, 2009)

Año 2014.

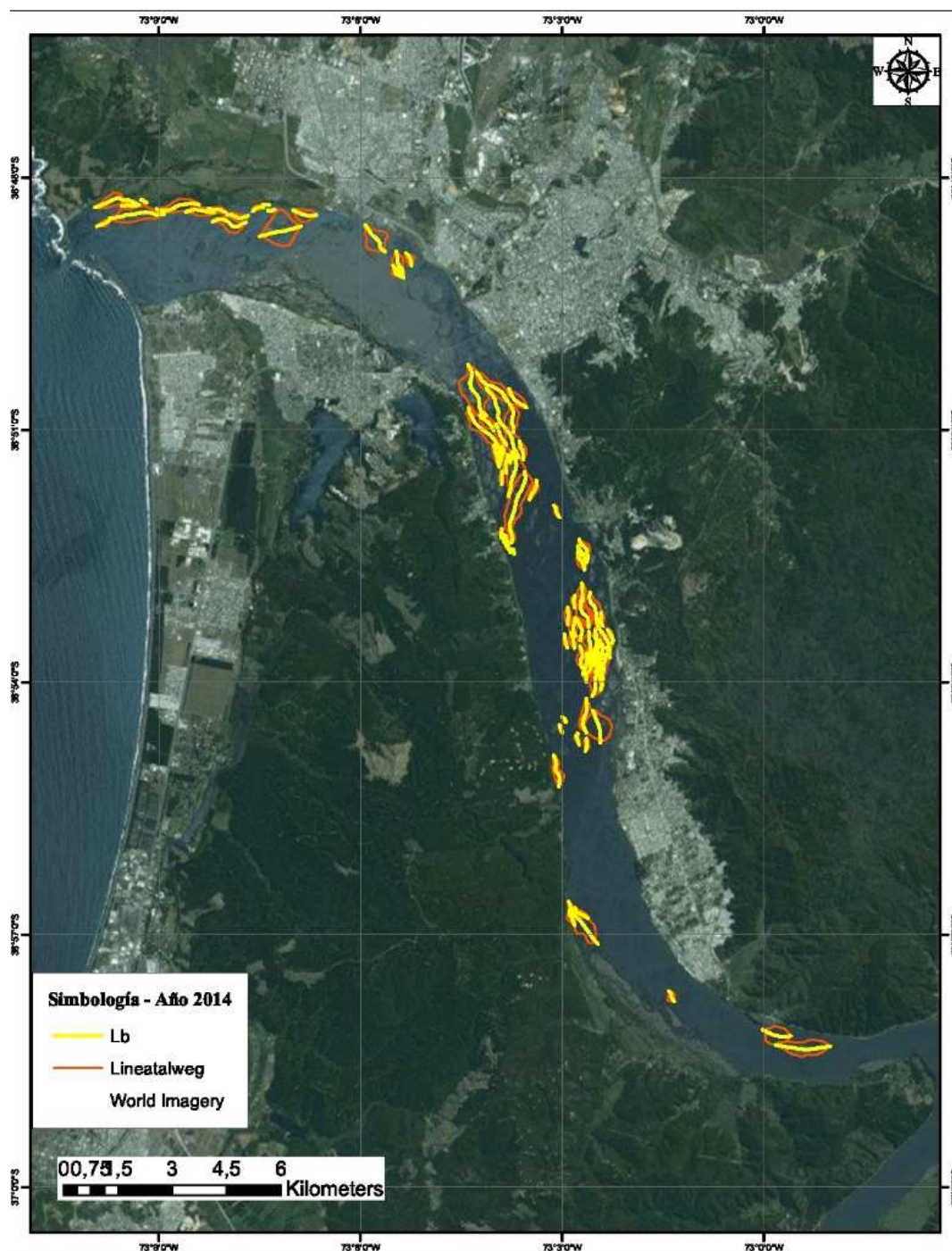


Figura 20: Parámetro de entrelazado según Rust (1978), en el tramo del río Biobío para el año 2014.

(Fuente: Bing Maps, 2014)

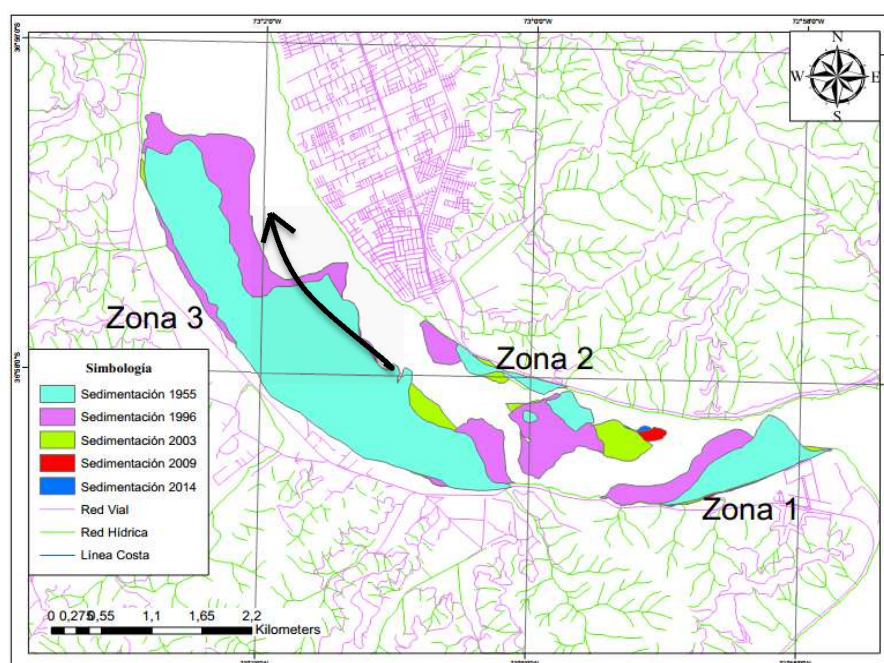
Resumen sobre el parámetro entrelazado para el tramo asignado del río Biobío.

Tabla 6: Resumen del parámetro entrelazado según Rust (1978), aplicado al tramo del río Biobío.

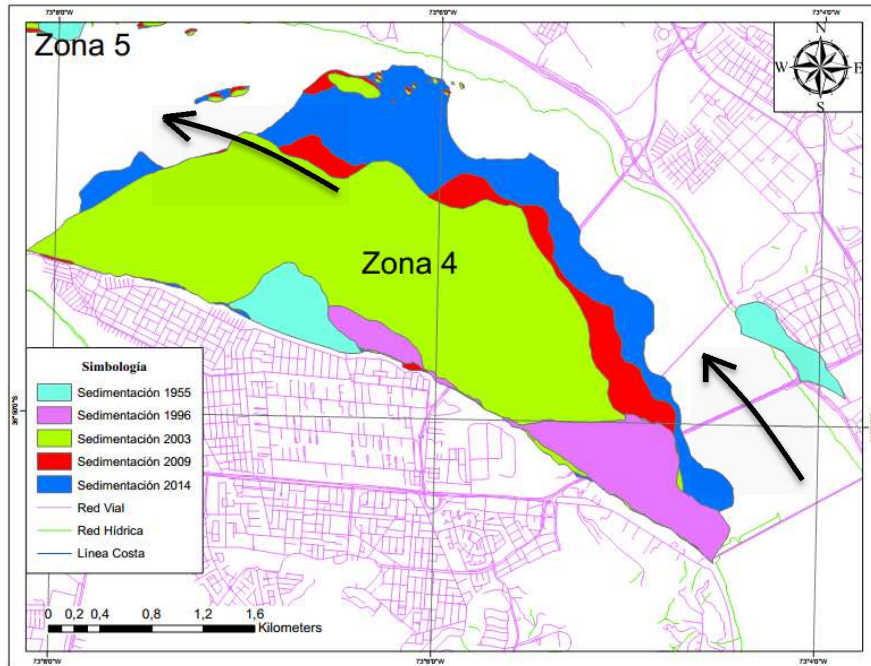
Años	$\sum L_b$ (km)	L_m (km)	PE
1955	98,83	32,62	3,03
1996	116,59	32,96	3,54
2003	56,96	32,13	1,77
2009	34,59	32,9	1,05
2014	44,73	32,75	1,37

(Fuente: Elaboración propia)

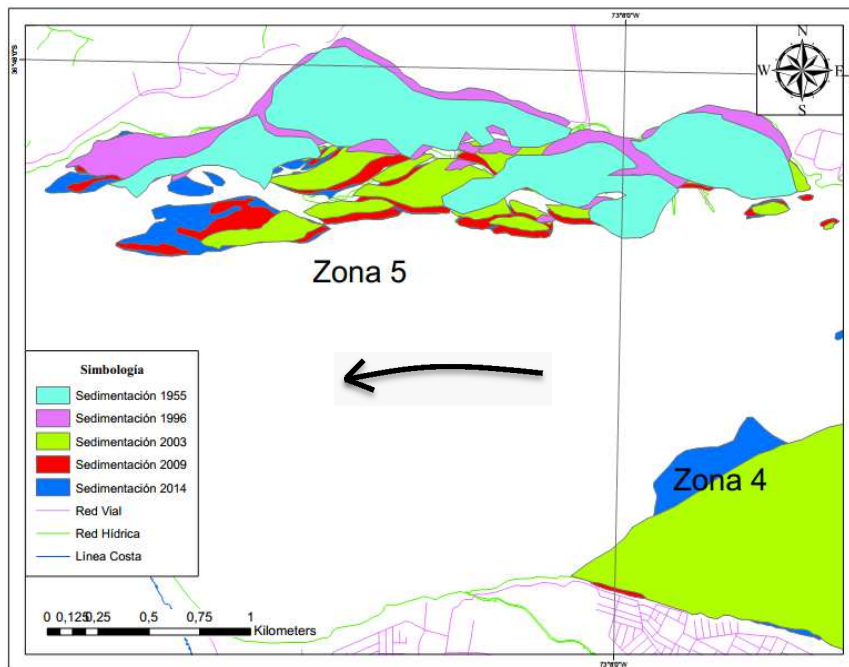
Anexo D: Zonas caracterizadas para los cambios morfológicos, basado en la sedimentación.



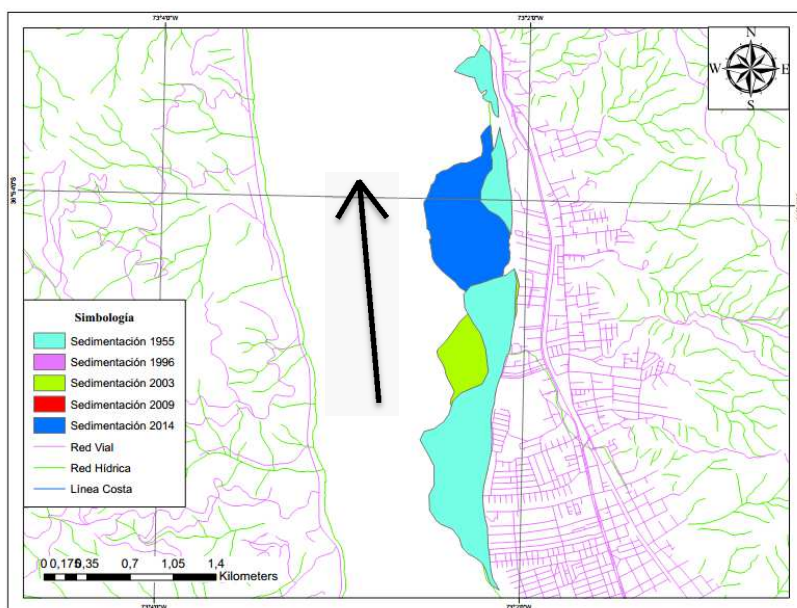
a)



b)



c)

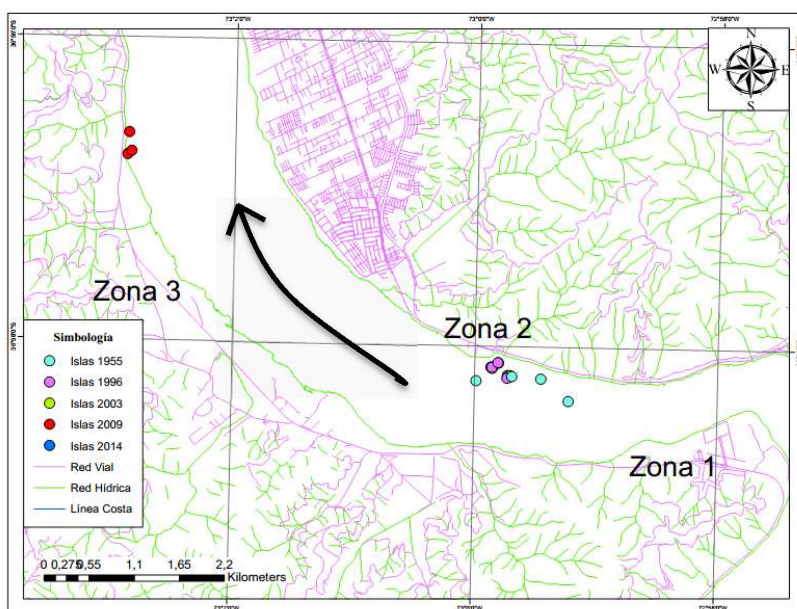


d)

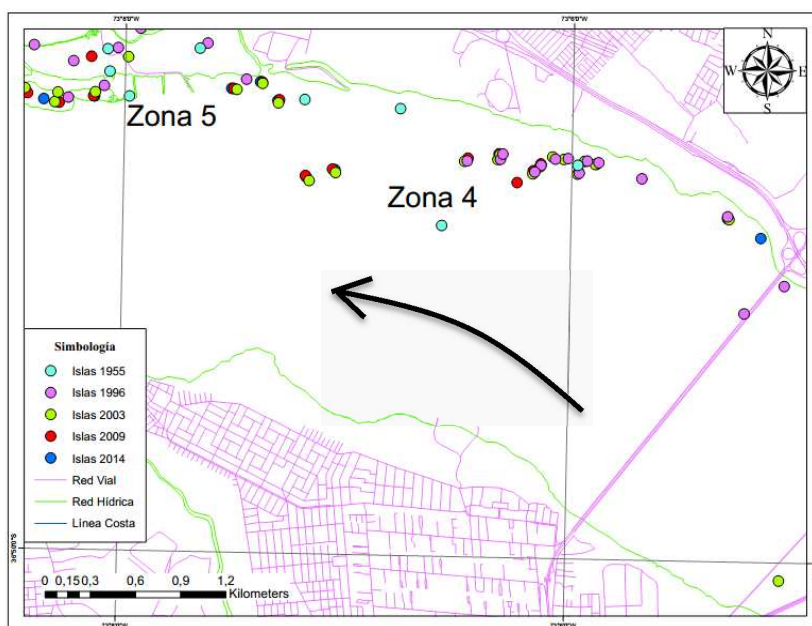
Figura 21: Procesos de sedimentación para las distintas zonas del río Biobío. (a) Zonas 1, 2 y 3, (b) Zona 4, (c) Zona 5, (d) Zona 6.

(Fuente: Elaboración propia)

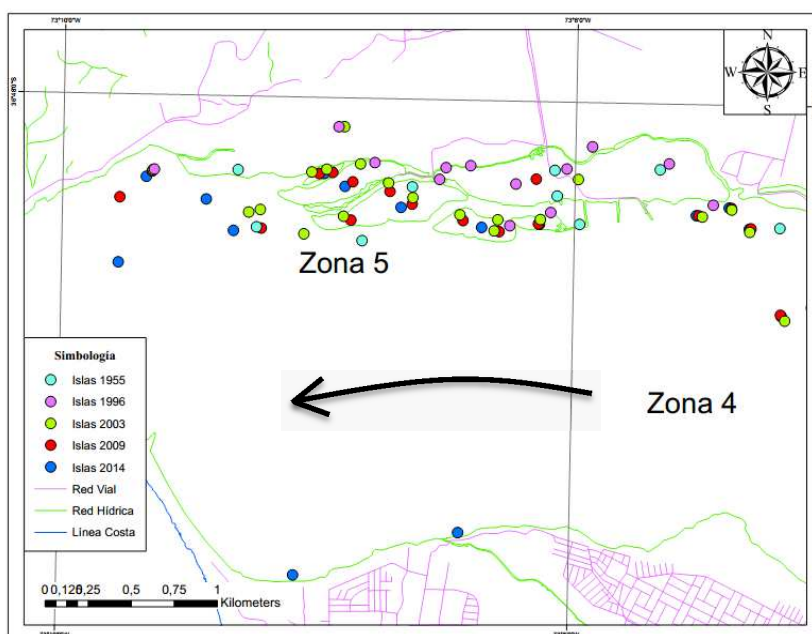
Anexo E: Zonas caracterizadas para los cambios morfológicos, basado en las islas fluviales.



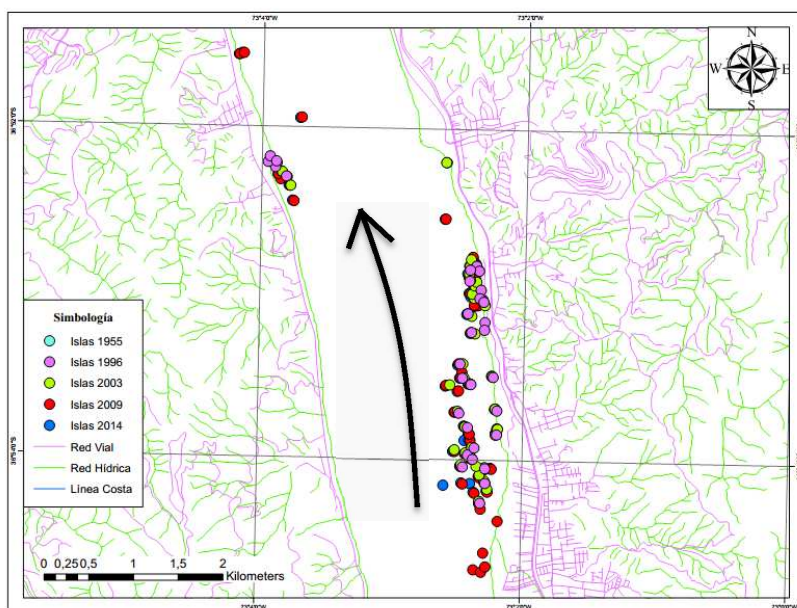
a)



b)



c)



d)

Figura 22: Islas fluviales para las distintas zonas del río Biobío. (a) Zona 1, 2 y 3, (b) Zona 4, (c) Zona 5 y (d) Zona 6.

(Fuente: Elaboración propia)

Anexo F: Gráficos sobre la sedimentación y vegetación de las zonas delimitadas en el río Biobío.

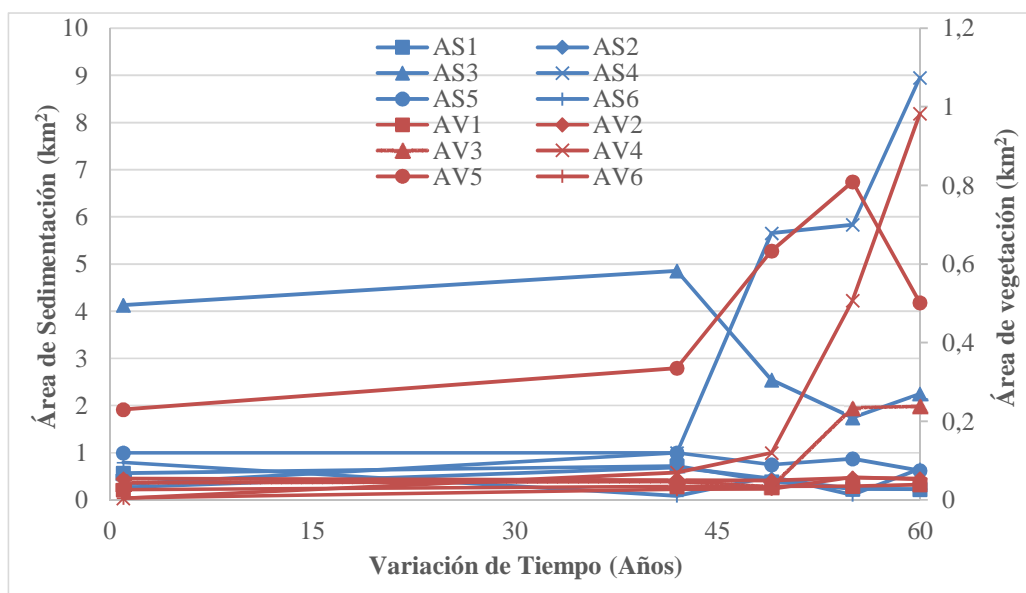


Figura 23: Sedimentación y vegetación total en el tramo del cauce del río Biobío.

(Fuente: Elaboración propia)

Anexo G: Datos hidrológicos sobre las precipitaciones medias anuales para el tramo asignado del río Biobío, entregados por la DGA.

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
PERIODO: 01/01/2003 - 31/12/2014

Estación:	Rio Biobío en Desembocadura													
Código BNA:	08394001-8	Altitud (msnm):	16	UTM Norte (mts):	5921211	Página:	1							
Cuenca:	RIO BIO-BIO	Latitud S:	36° 50' 19"	UTM Este (mts):	672821	Fecha Emisión:	14/01/2015							
SubCuenca:	Rio Bío-Bío Bajo (Entre Río Laja y Desembocadura)	Longitud W:	73° 03' 43"	Área Drenaje (km²):	21217,00									

Tabla 7: Precipitación media anual para el tramo estudiado del río Biobío.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Abril-Septiembre
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	3,0	17,0	2,0	41,5	96,0	161,0	63,5	138,0	8,0	9,0	18,0	16,0	573,0	508,0
2003	7,6	0	9,2	11,3	65,1	216,6	110,3	29,9	87,2	45,1	0	12,1	594,4	520,4
2009	3,6	3,6	9,9	15,8	185,5	228,9	103,5	190,7	38,8	58,4	49,4	1,8	889,9	763,2
2014	8,7	9,6	79,3	90,5	178,1	335,9	-	124,4	142,4	17,1	-	-	986	871,3

(Fuente: DGA, 2014)