

REPORTE: ESTIMACIÓN DE PUNTOS DE CAMBIO USANDO REGRESIÓN SEGMENTADA PARA DATOS DEL BROTE DE COVID-19 EN CHILE

FELIPE OSORIO

Para evaluar las estrategias de cuarentena en casos de COVID-19 en Chile se desarrolló la estimación de puntos de cambio usando el procedimiento de regresión segmentada propuesto por [Muggeo \(2003\)](#). Los datos fueron ajustados considerando un modelo de regresión para datos Poisson con tendencia exponencial, el que permite estimar los cambios de régimen, las tasas de crecimiento y los tiempos de duplicación (en días) del número de casos. El modelo así como el proceso de estimación es descrito en [Muggeo et al. \(2020\)](#).

El modelo propuesto es apropiado para casos donde la pandemia se encuentra en un estado inicial. De acuerdo con los datos observados aún se aprecian tasas de crecimiento elevadas. Además, el tiempo requerido para la duplicación de casos con COVID-19 en la gran mayoría de las regiones ha aumentado considerablemente desde que se observaron los primeros casos aunque a nivel nacional se ha producido una mejora menos acentuada. A continuación se presentan los resultados de estimación y gráficos del ajuste del modelo de regresión segmentada para cada una de las regiones de Chile. Los datos (descargados el día 28 de abril de 2020) han sido obtenidos desde la página web: <https://github.com/MinCiencia/Datos-COVID19/tree/master/output/producto3>

El código en R para replicar los resultados de este reporte se encuentran disponibles en: <https://github.com/faosorios/COVID-19/tree/master/segmented>

REFERENCIAS

- Muggeo, V.M.R. (2003). Estimating regression models with unknown break-points. *Statistics in Medicine* **22**, 3055-3071.
- Muggeo, V.M.R. (2008). Segmented: an R package to fit regression models with broken-line relationships. *Rnews* **8**, 20-25.
- Muggeo, V.M.R., Sottile, G., Porcu, M. (2020). Modelling COVID-19 outbreak: segmented regression to assess lockdown effectiveness. doi: [10.13140/RG.2.2.32798.28485](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32798.28485)

TABLA 1. Estimación de los tiempos de duplicación para los casos de COVID-19 en Chile.

Región	# de regímenes	Tiempos de duplicación					
Chile	6	2.09	3.76	6.30	9.39	14.07	17.49
Santiago	5	1.91	4.27	8.61	10.76	14.57	
Arica	2	2.62	11.22				
Tarapaca	3	0.02	5.17	8.81			
Antofagasta	3	1.90	6.25	8.88			
Atacama	2	5.43	10.99				
Coquimbo	3	1.34	5.47	58.35			
Valparaíso	4	1.00	3.26	14.28	24.54		
O'Higgins	4	0.02	5.74	28.87	9.14		
Maule	4	5.61	18.52	2.79	27.16		
Ñuble	4	0.94	3.99	6.48	50.11		
Biobío	4	2.05	6.09	20.66	41.36		
Araucanía	4	1.38	3.31	7.54	20.78		
Los Ríos	3	1.81	6.84	32.15			
Los Lagos	4	1.91	3.60	12.54	41.80		
Aysén	2	5.10	–				
Magallanes	3	2.31	6.54	20.37			

TABLA 2. Estimación de las tasas de crecimiento para los casos de COVID-19 en Chile.

Región	# de regímenes	Tasa de crecimiento					
Chile	6	39.3	20.3	11.6	7.7	5.1	4.0
Santiago	5	43.7	17.6	8.4	6.7	4.9	
Arica	2	30.3	6.4				
Tarapaca	3	–	14.3	8.2			
Antofagasta	3	44.1	11.7	8.1			
Atacama	2	13.6	6.5				
Coquimbo	3	67.8	13.5	1.2			
Valparaíso	4	100.0	23.7	5.0	2.9		
O'Higgins	4	–	12.8	2.4	7.9		
Maule	4	13.1	3.8	28.1	2.6		
Ñuble	4	108.9	19.0	11.3	1.4		
Biobío	4	40.2	12.0	3.4	1.7		
Araucanía	4	65.4	23.3	9.6	3.4		
Los Ríos	3	46.6	10.7	2.2			
Los Lagos	4	43.7	21.2	5.7	1.7		
Aysén	2	14.6	0.0				
Magallanes	3	34.9	11.2	3.5			

TABLA 3. Estimación de los puntos de cambio para los casos de COVID-19 en Chile.

Región	# de regímenes	Puntos de cambios (fechas)				
Chile	6	03-20	03-29	04-05	04-12	04-19
Santiago	5	03-19	03-29	04-12	04-17	
Arica	2	04-11				
Tarapaca	3	03-24	04-15			
Antofagasta	3	03-23	04-16			
Atacama	2	04-10				
Coquimbo	3	03-24	04-08			
Valparaíso	4	03-22	04-02	04-21		
O'Higgins	4	03-20	04-05	04-22		
Maule	4	04-05	04-17	04-19		
Ñuble	4	03-18	03-30	04-09		
Biobío	4	03-26	04-06	04-20		
Araucanía	4	03-25	04-01	04-09		
Los Ríos	3	03-30	04-09			
Los Lagos	4	03-22	04-03	04-11		
Aysén	2	04-06				
Magallanes	3	04-04	04-13			

TABLA 4. Estimación y intervalos de confianza para el tiempos de duplicación datos de COVID-19 en Chile.

Segmento	Estimación	Intervalo de confianza (95 %)	
1	2.0913	1.9707	2.2280
2	3.7583	3.5894	3.9439
3	6.2990	5.8223	6.8615
4	9.3913	8.7620	10.1181
5	14.0658	13.1470	15.1230
6	17.4865	16.6378	18.4264

TABLA 5. Estimación y intervalos de confianza para el tiempos de duplicación datos de COVID-19 en Santiago.

Segmento	Estimación	Intervalo de confianza (95 %)	
1	1.9107	1.7624	2.0862
2	4.2716	4.0275	4.5470
3	8.6123	8.3029	8.9459
4	10.7598	9.3186	12.7281
5	14.5702	13.9494	15.2487

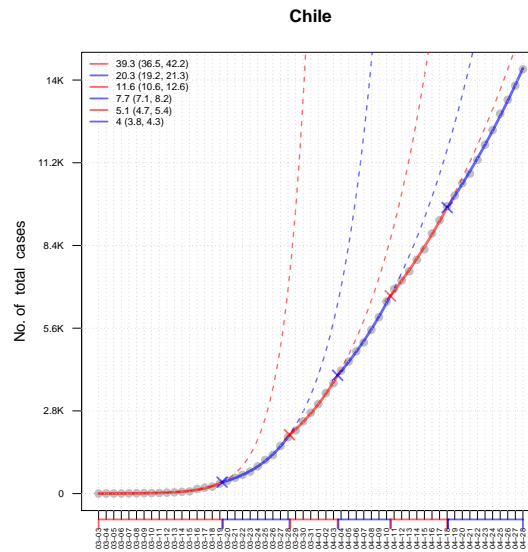


FIGURA 1. Regresión segmentada y puntos de cambio para datos de COVID-19 a nivel nacional.

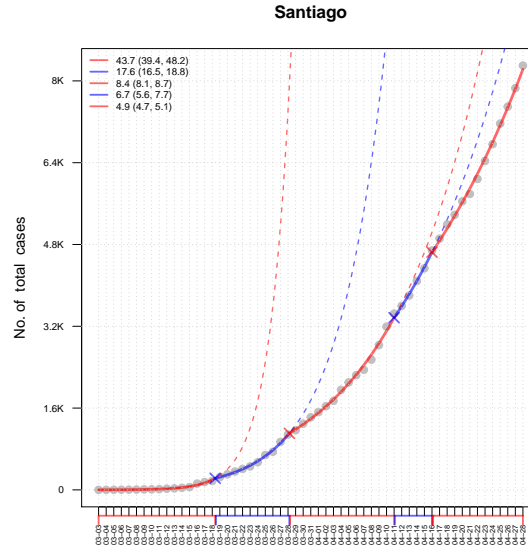
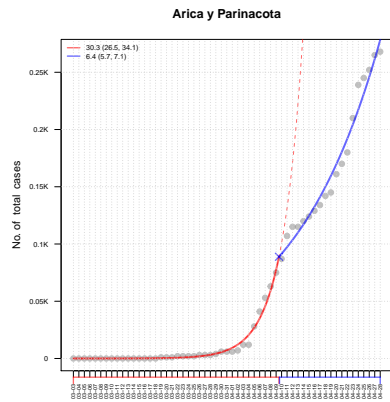
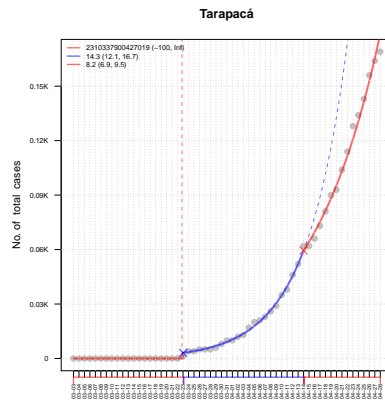


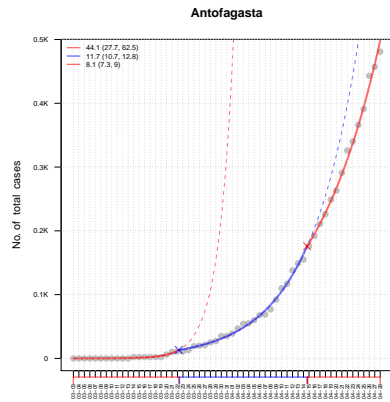
FIGURA 2. Regresión segmentada y puntos de cambio para datos de COVID-19 en Región Metropolitana



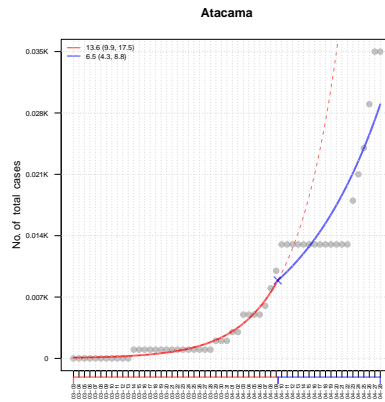
(a)



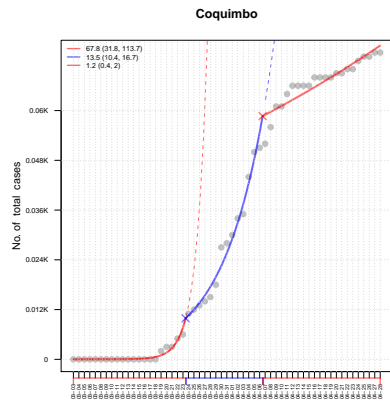
(b)



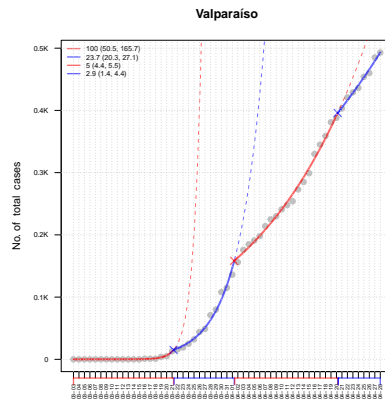
(c)



(d)



(e)



(f)

FIGURA 3. Regresión segmentada y puntos de cambio para regiones de Arica a Valparaíso.

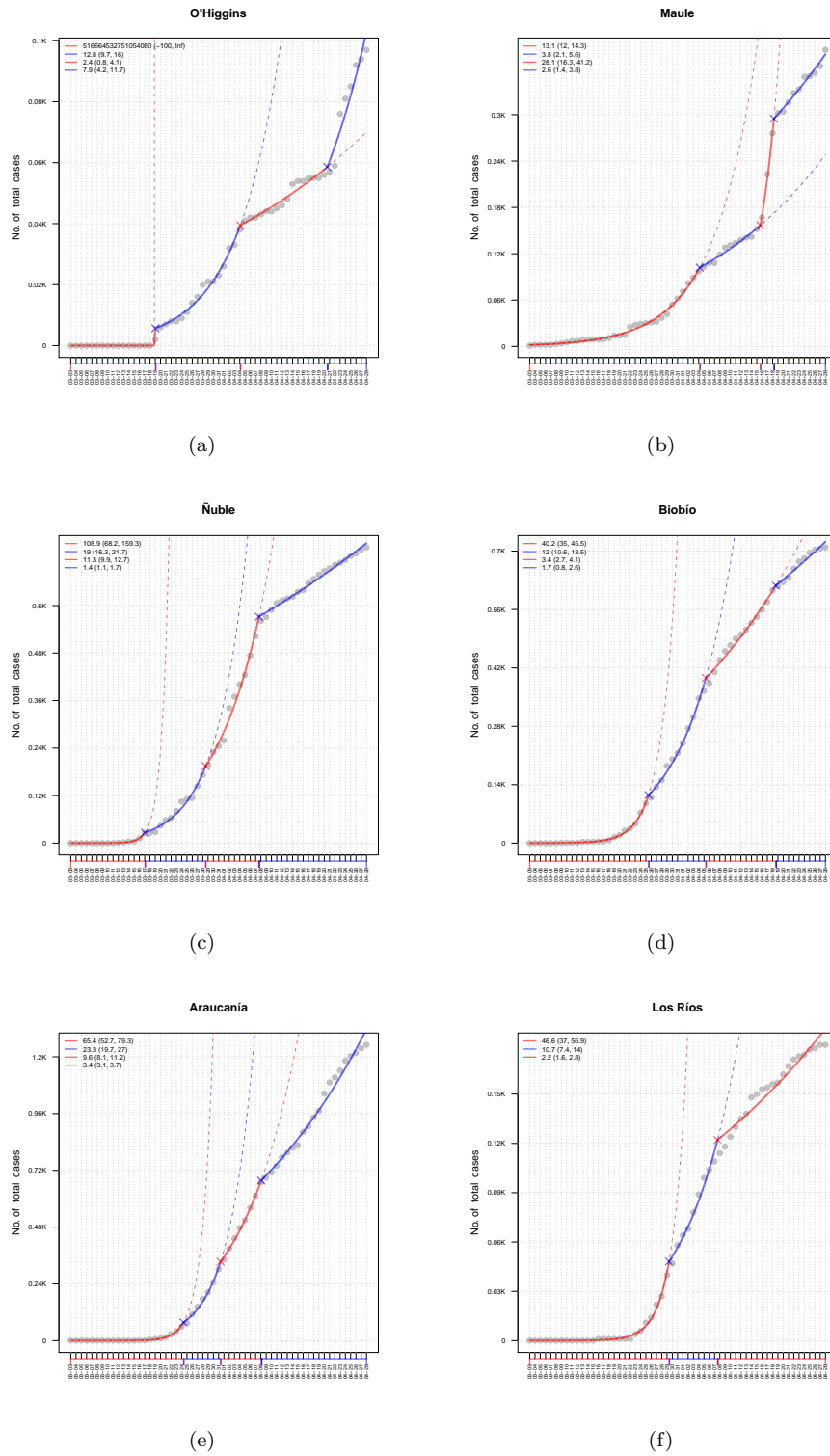


FIGURA 4. Regresión segmentada y puntos de cambio para regiones de O'Higgins a Los Ríos.

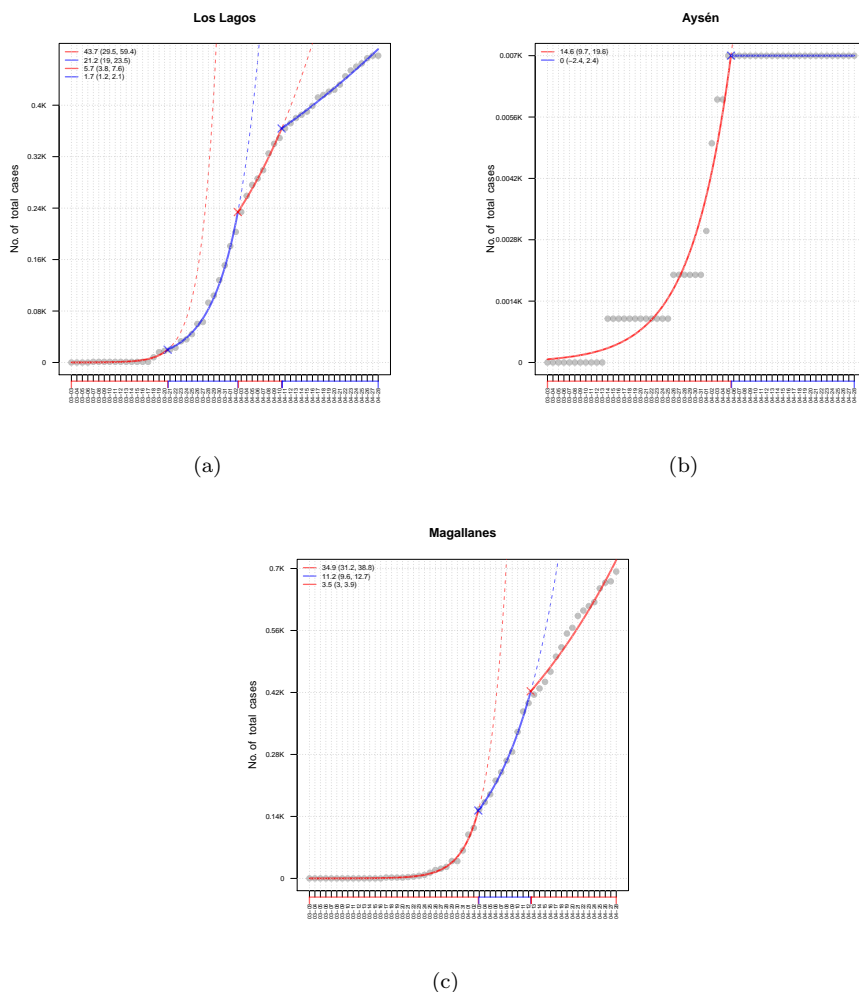


FIGURA 5. Regresión segmentada y puntos de cambio para regiones de Los Lagos a Magallanes.

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, CHILE
 Current address: Departamento de Matemática, Universidad Técnica Federico Santa María,
 Av. España 1680, Casilla 110-V, Valparaíso, Chile
 Email address: felipe.osorios@usm.cl