

Estimación de Corto Plazo de Utilización de Camas UCI por COVID-19

REPORTE N° 32

Leonardo J. Basso, PhD, Director ISCI – Profesor Titular FCFM Universidad de Chile

Marcel Goic, PhD, Investigador ISCI – Profesor Asistente FCFM Universidad de Chile

Denis Sauré, PhD, Investigador ISCI – Profesor Asistente FCFM Universidad de Chile

Magdalena Badal – Data Scientist ISCI, Ingeniera Civil Industrial Universidad de Chile

Mirko Bozanic – Data Scientist ISCI, Ingeniero Civil Industrial Universidad de Chile

Ignasi Neira – Data Scientist ISCI, Ingeniero Civil Industrial Universidad de Chile

Resumen Requerimientos Camas UCI por COVID-19 Todas las Regiones

Región	1 Semana	2 Semanas
Arica y Parinacota	-1	-1
Tarapacá	-3	-2
Antofagasta	+2	+10
Atacama	-2	-2
Coquimbo	+5	+8
Valparaíso	+10	+19
Metropolitana	+133	+253
O'Higgins	+3	+5
Maule	-5	-4
Ñuble	-1	-1
Biobío	+6	+5
Araucanía	+2	+1
Los Ríos	+3	+1
Los Lagos	-3	-10
Aysén	0	0
Magallanes	-2	-4
Total (*)	- 194	- 324



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Región Metropolitana

23 de marzo de 2021

Figura 1: Mejor predicción basada en cuatro modelos - RM

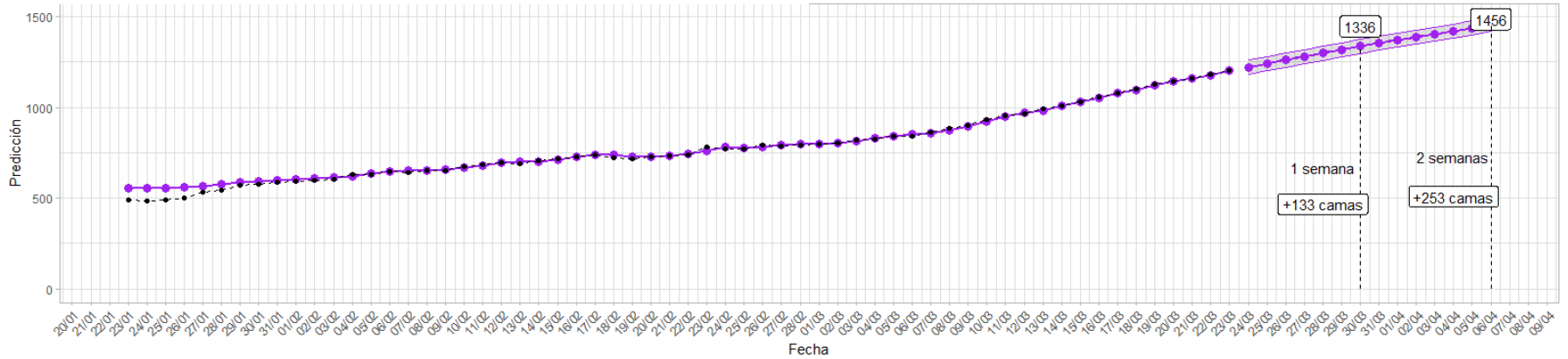
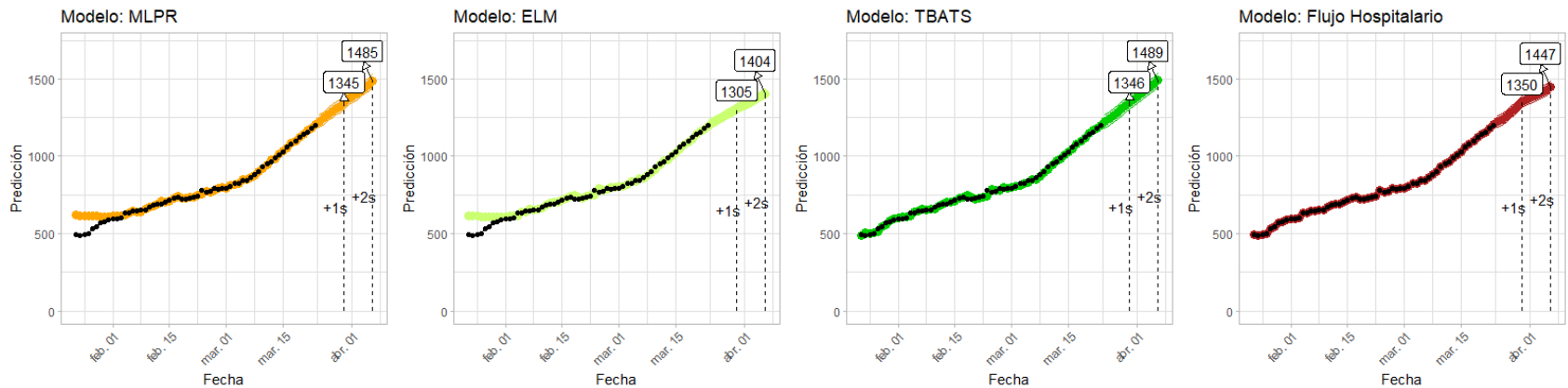


Figura 2: Predicciones de cuatro modelos - RM



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Arica y Parinacota

23 de marzo de 2021

Figura 29: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Arica y Parinacota

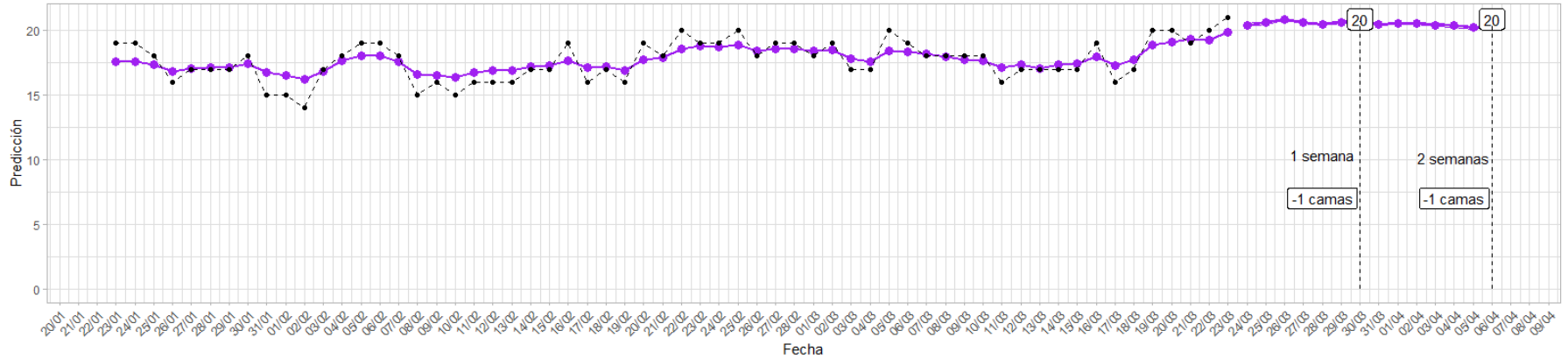
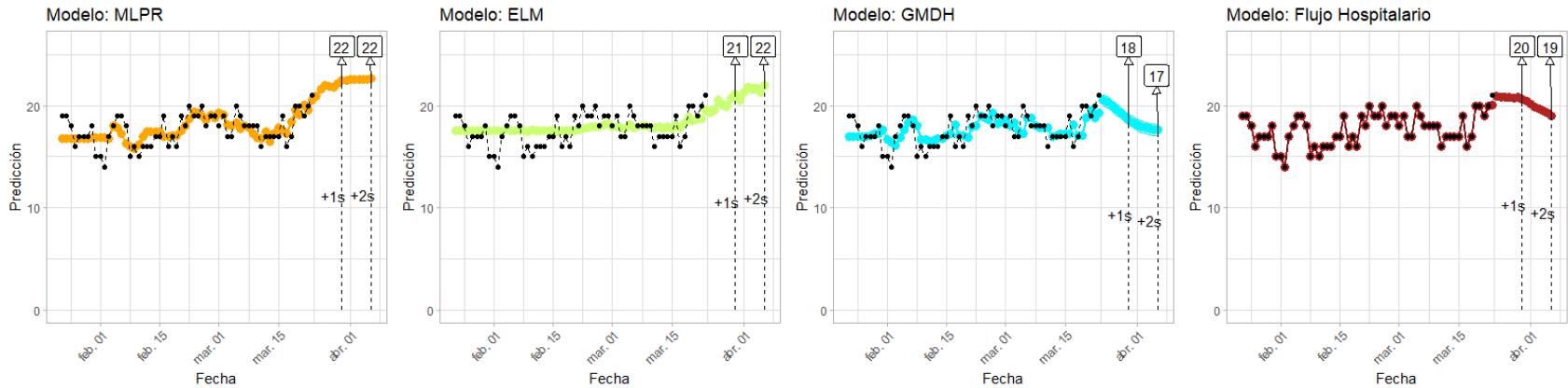


Figura 30: Predicciones de cuatro modelos – Arica y Parinacota



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Tarapacá

23 de marzo de 2021

Figura 3: Mejor predicción basada en cuatro modelos - Tarapacá

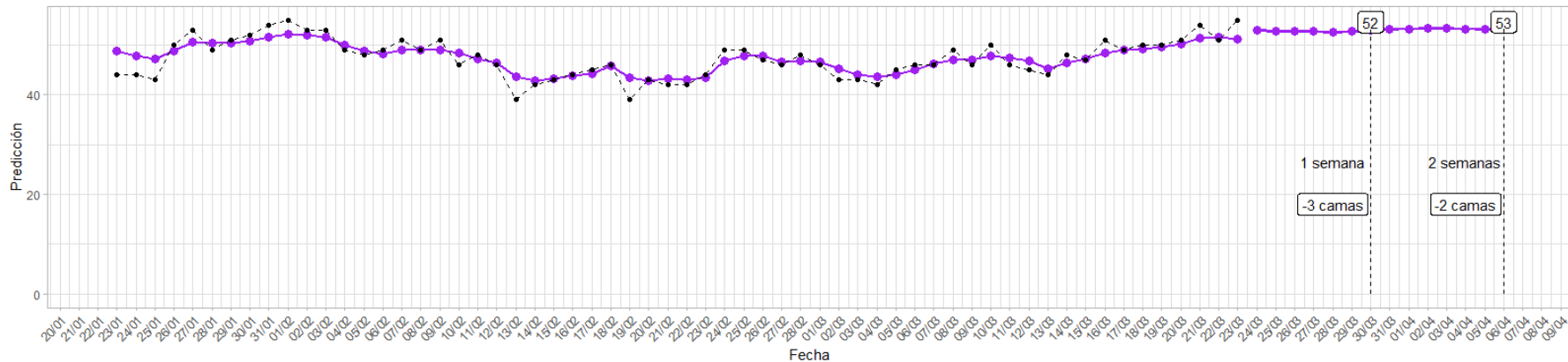
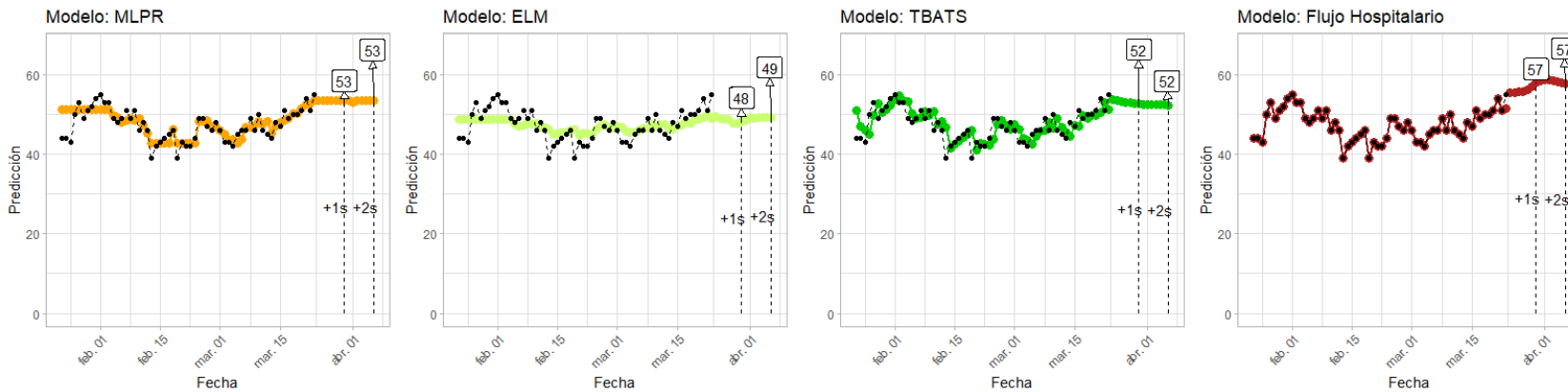


Figura 4: Predicciones de cuatro modelos - Tarapacá



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Antofagasta

23 de marzo de 2020

Figura 5: Mejor predicción basada en cuatro modelos - Antofagasta

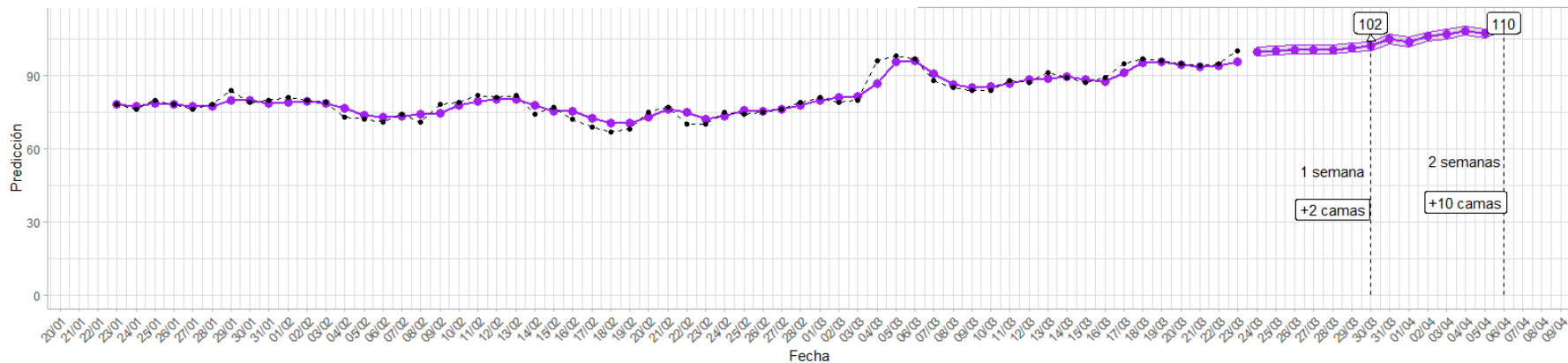
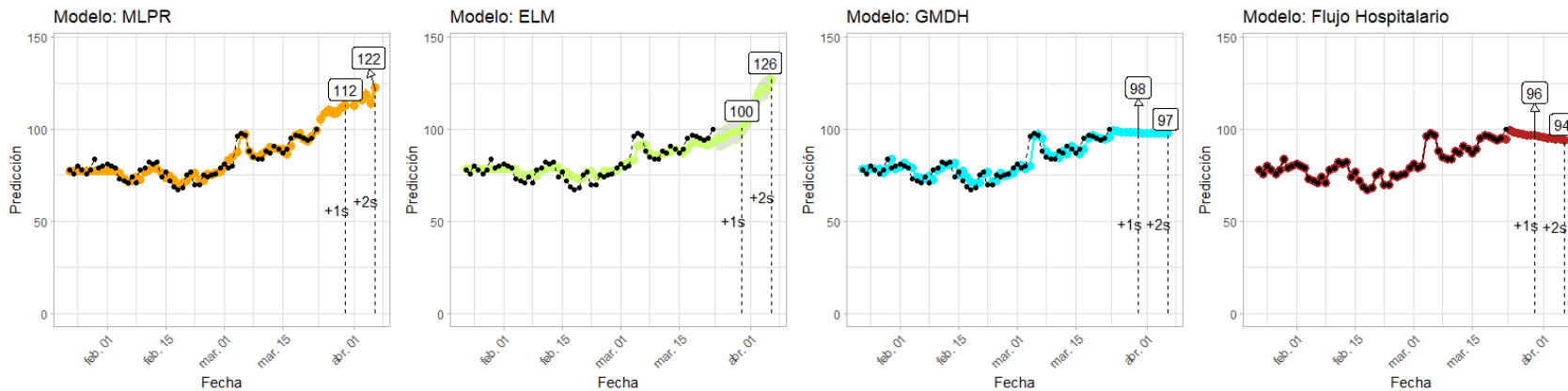


Figura 6: Predicciones de cuatro modelos - Antofagasta



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Atacama

23 de marzo de 2021

Figura 7: Mejor predicción basada en cuatro modelos - Atacama

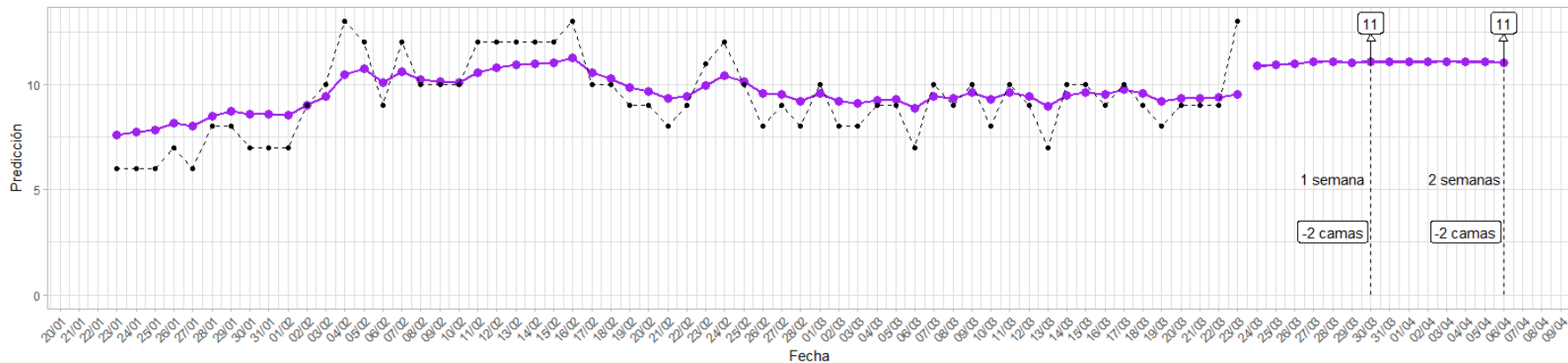
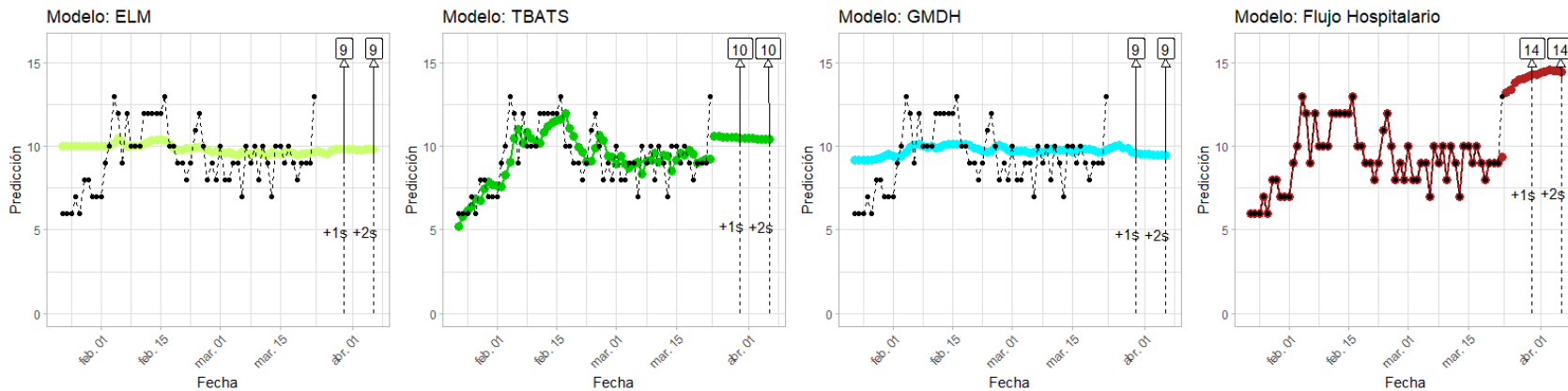


Figura 8: Predicciones de cuatro modelos - Atacama



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Coquimbo

23 de marzo de 2020

Figura 9: Mejor predicción basada en cuatro modelos - Coquimbo

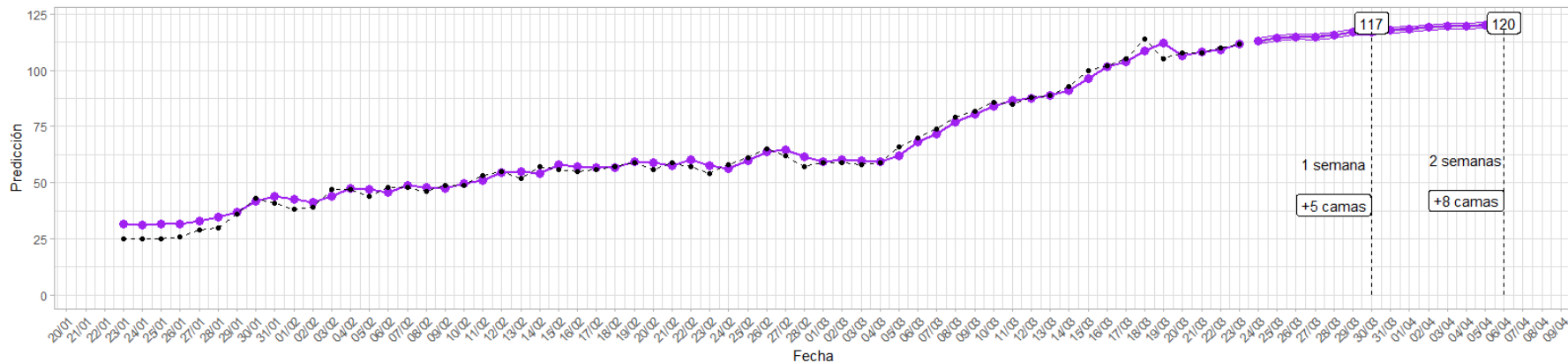
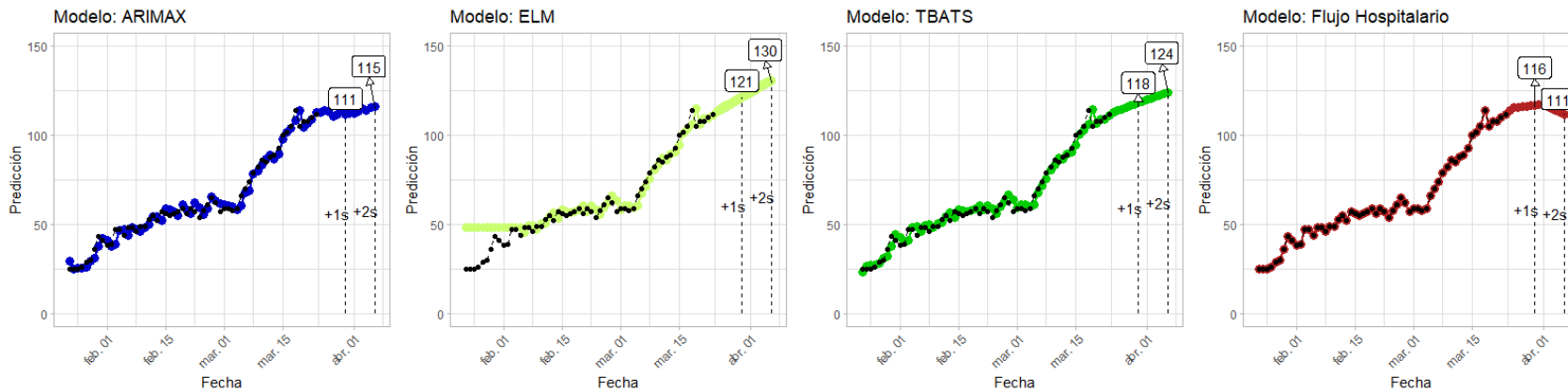


Figura 10: Predicciones de cuatro modelos - Coquimbo



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Valparaíso

23 de marzo de 2020

Figura 11: Mejor predicción basada en cuatro modelos - Valparaíso

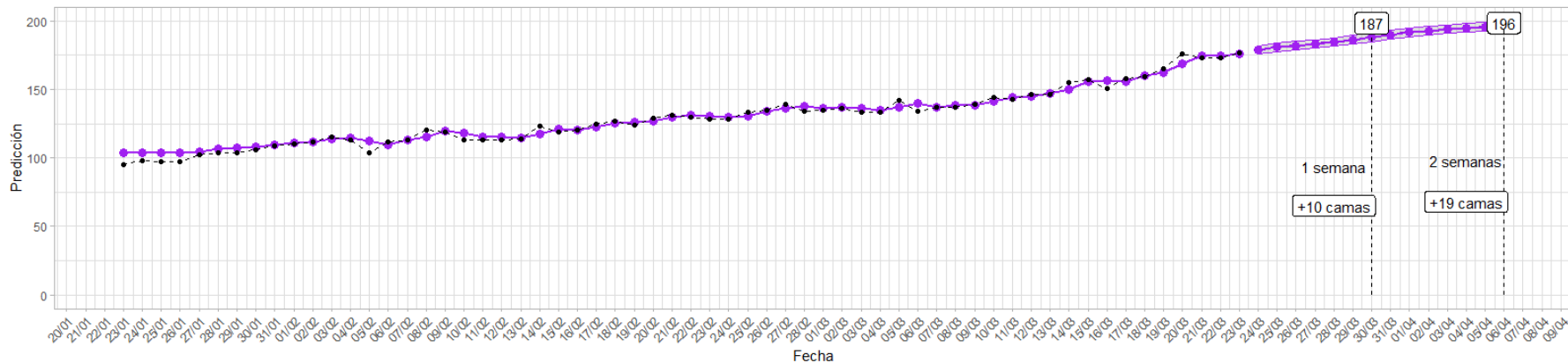
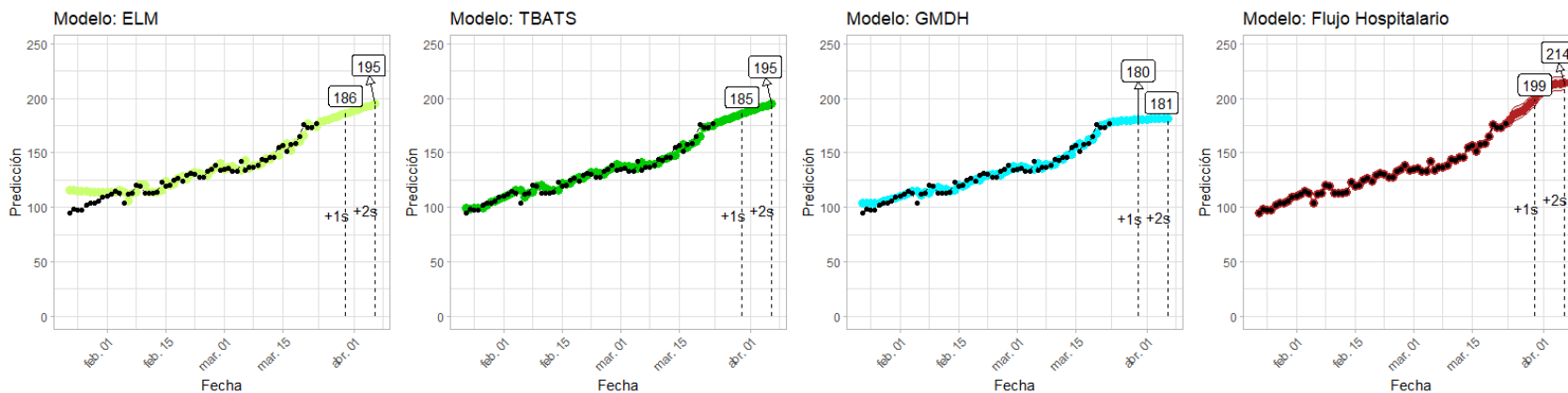


Figura 12: Predicciones de cuatro modelos - Valparaíso



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – O'Higgins

23 de marzo de 2021

Figura 13: Mejor predicción basada en cuatro modelos – O'Higgins

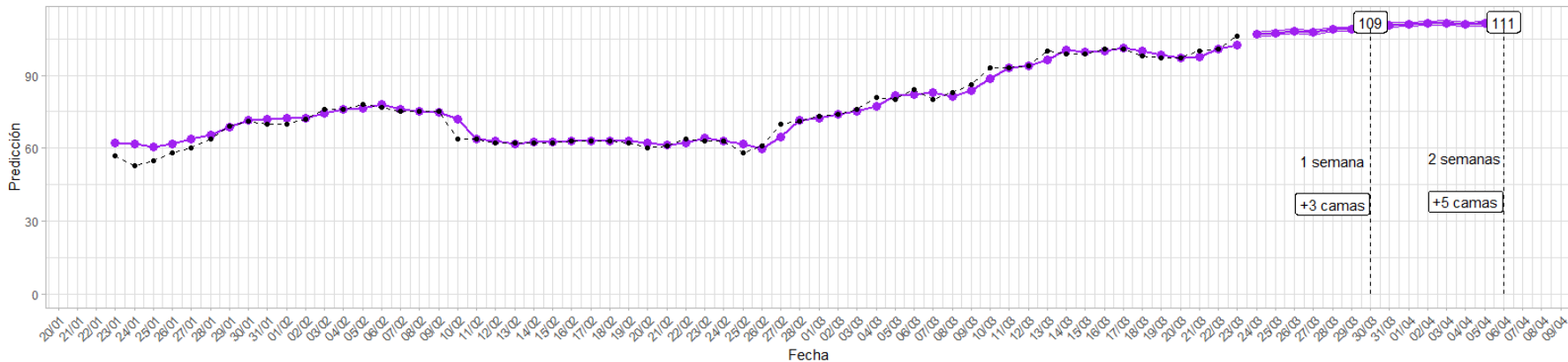
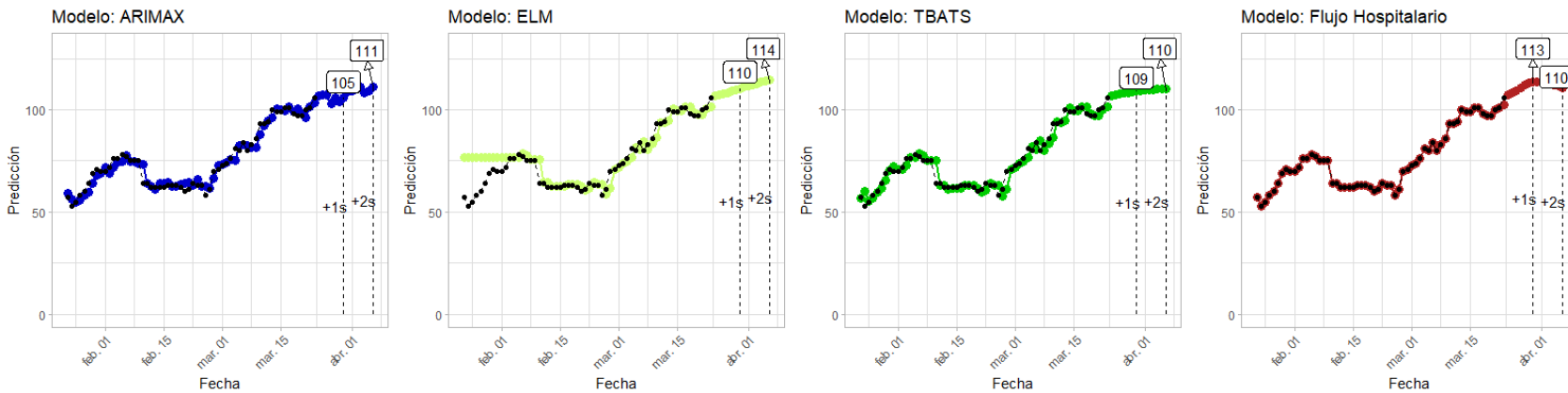


Figura 14: Predicciones de cuatro modelos – O'Higgins



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Maule

23 de marzo de 2021

Figura 15: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Maule

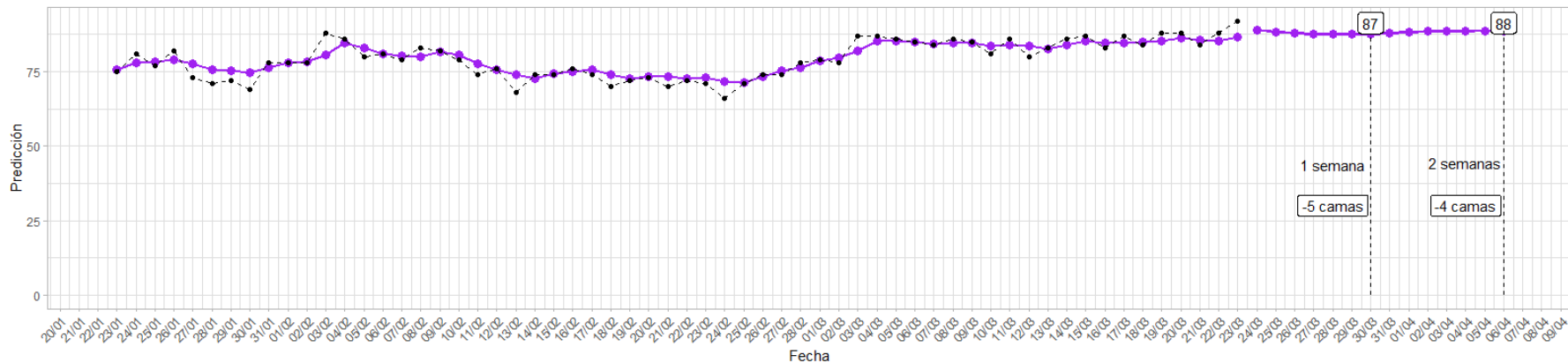
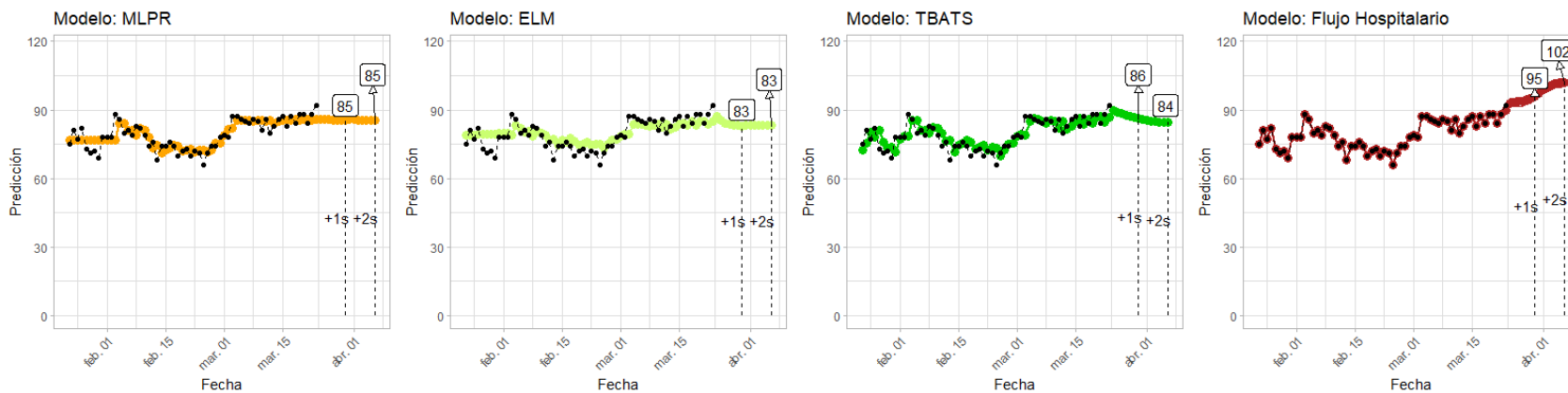


Figura 16: Predicciones de cuatro modelos – Maule



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Ñuble

23 de marzo de 2021

Figura 31: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Ñuble

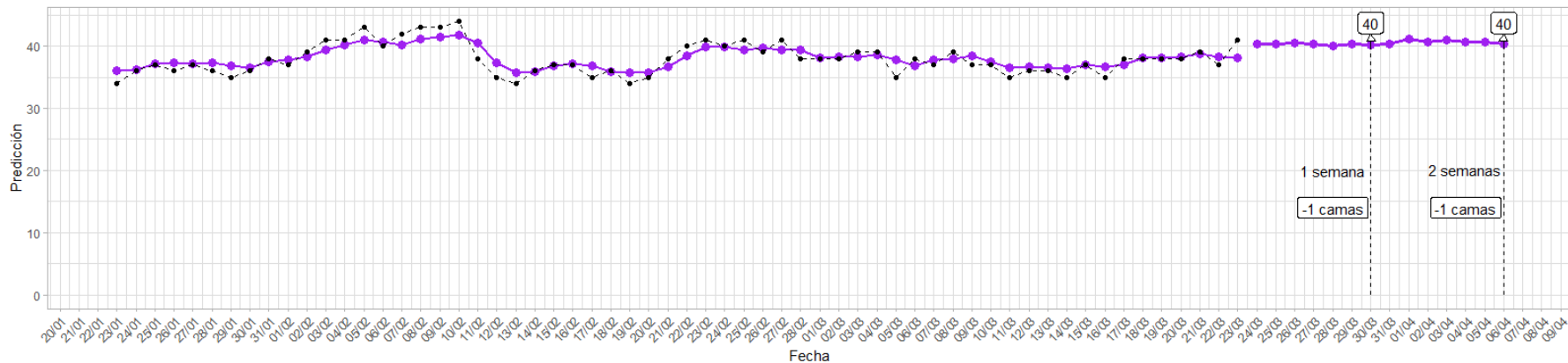
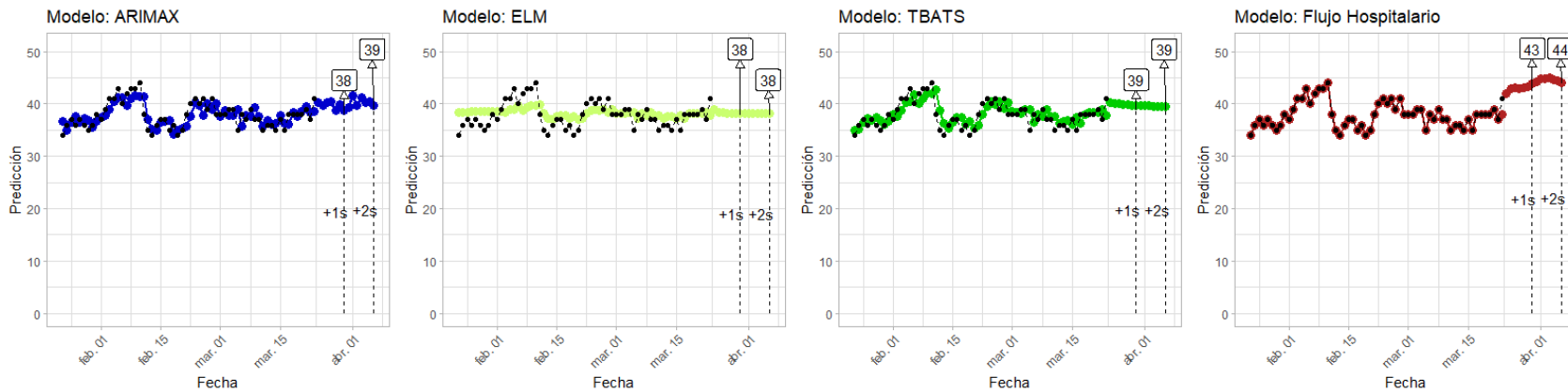


Figura 32: Predicciones de cuatro modelos – Ñuble



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Biobío

23 de marzo de 2021

Figura 17: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Biobío

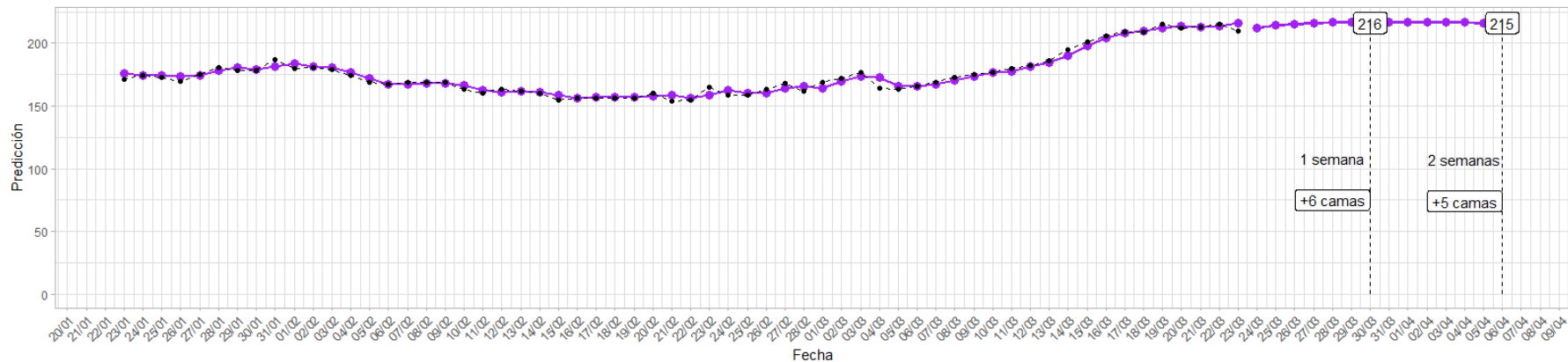
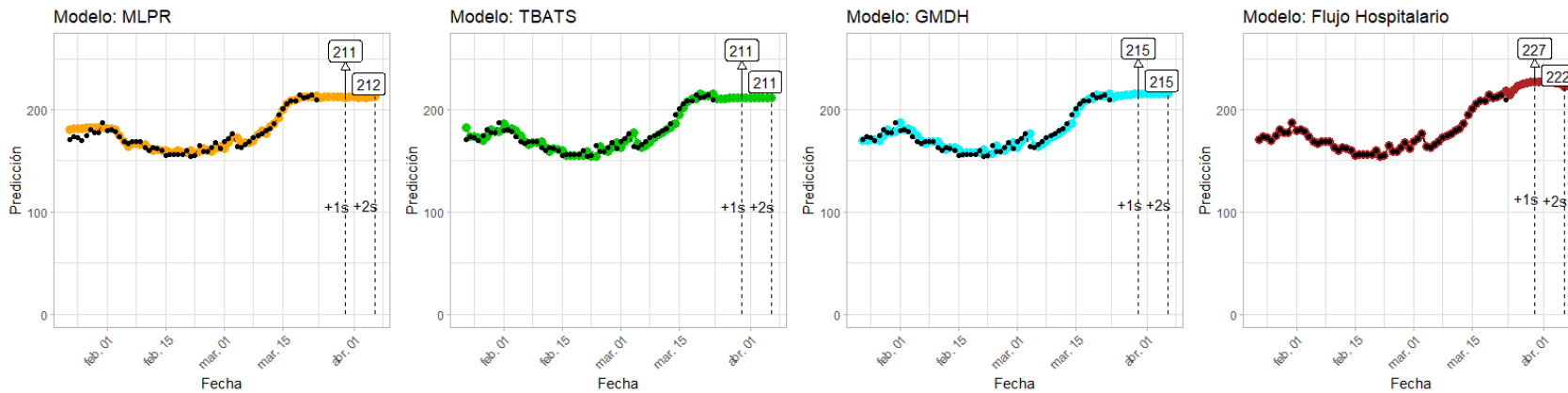


Figura 18: Predicciones de cuatro modelos – Biobío



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Araucanía

23 de marzo de 2021

Figura 19: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Araucanía

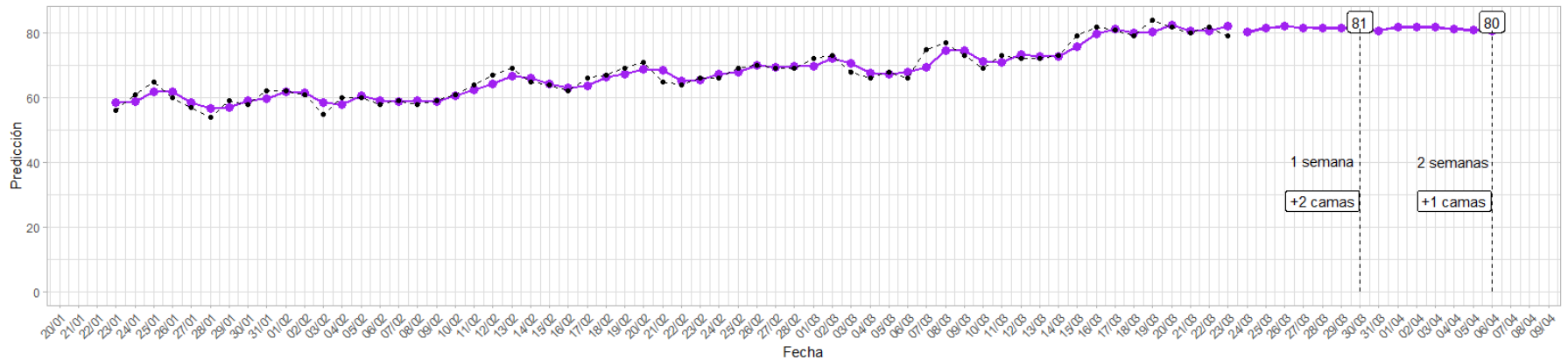
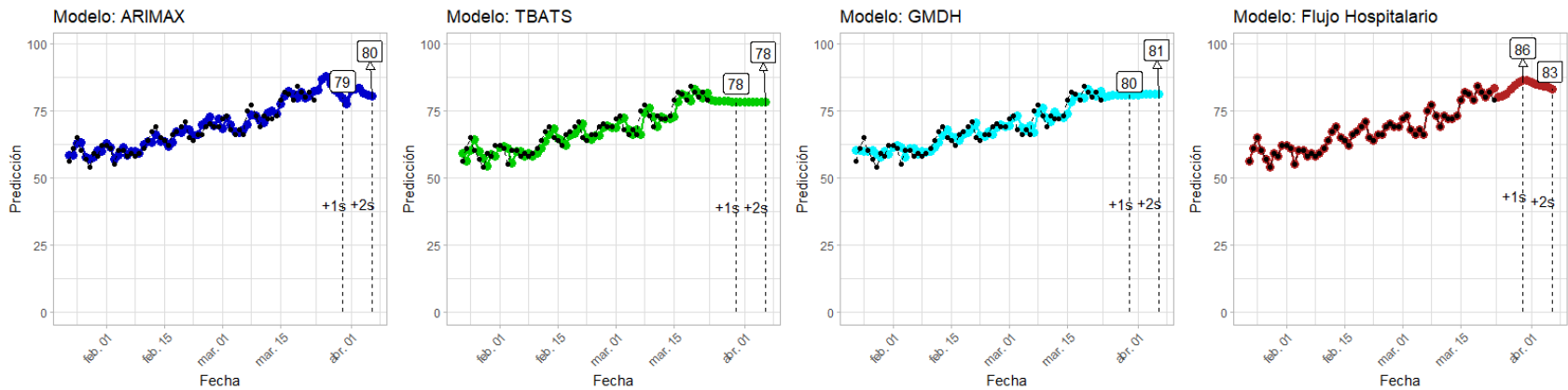


Figura 20: Predicciones de cuatro modelos – Araucanía



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Los Ríos

23 de marzo de 2021

Figura 27: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Los Ríos

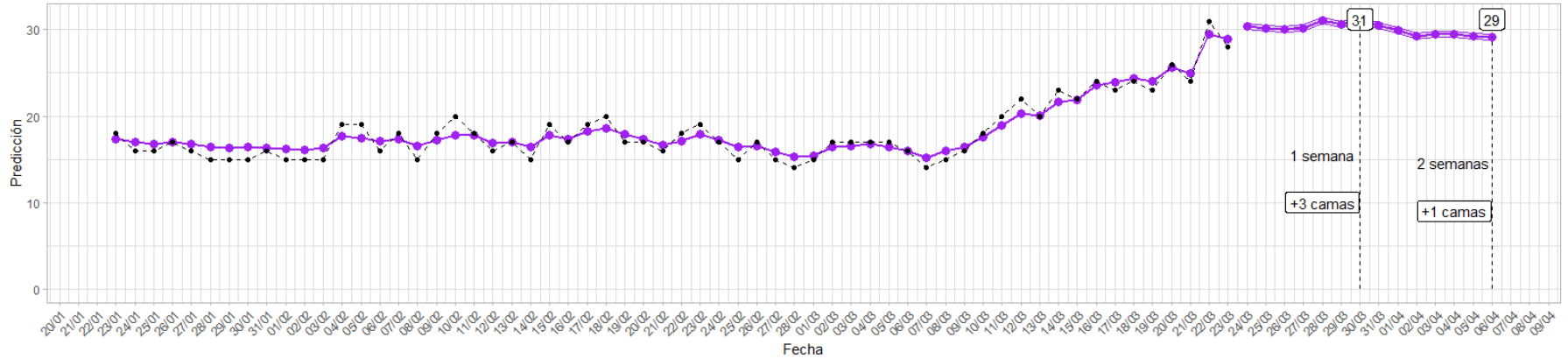
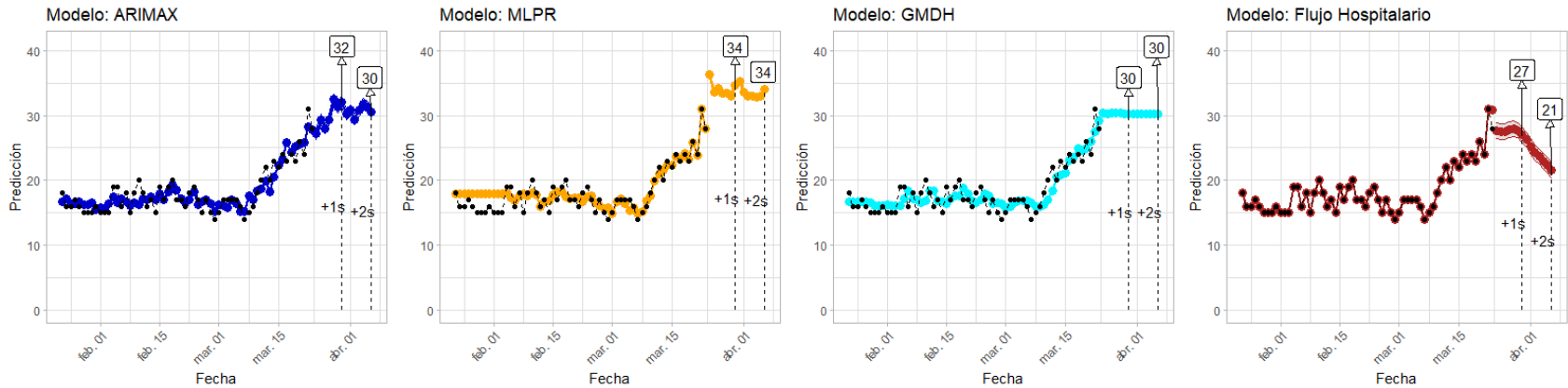


Figura 28: Predicciones de cuatro modelos – Los Ríos



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Los Lagos

23 de marzo de 2021

Figura 21: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Los Lagos

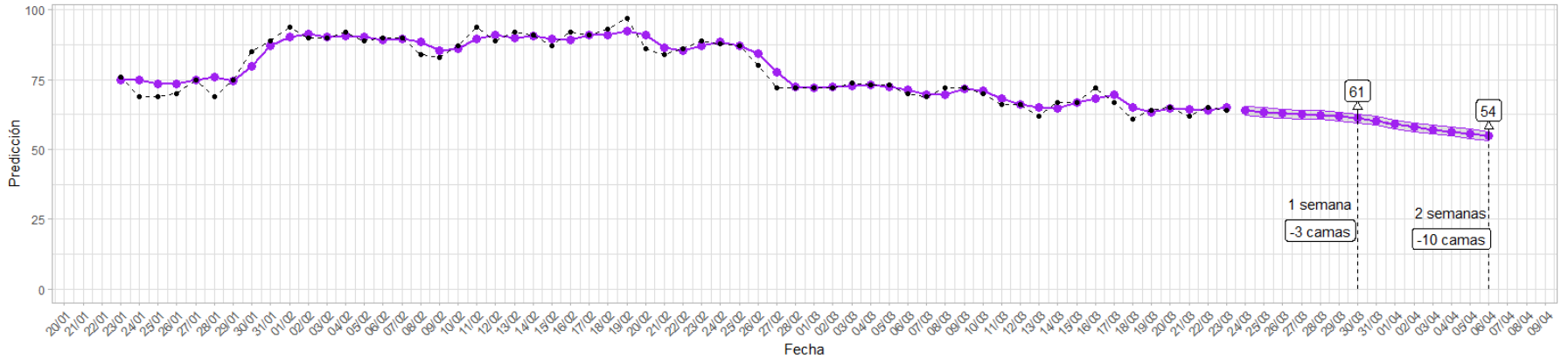
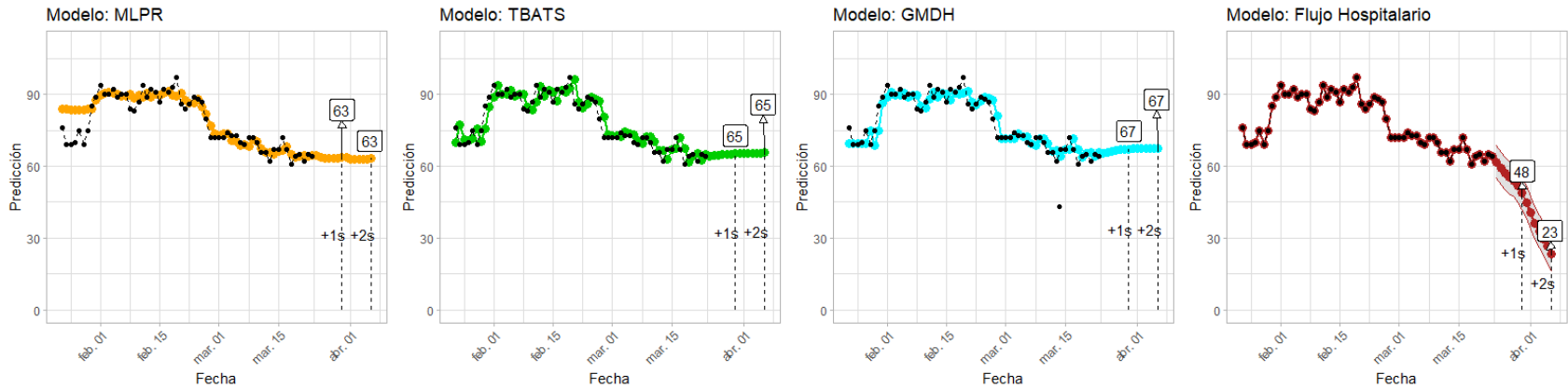


Figura 22: Predicciones de cuatro modelos – Los Lagos



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Aysén

23 de marzo de 2021

Figura 23: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Aysén

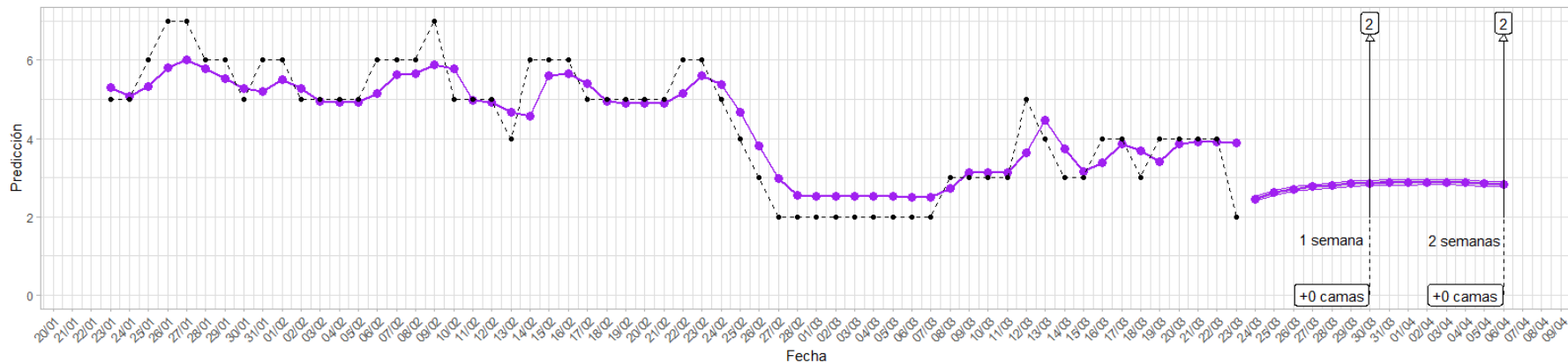
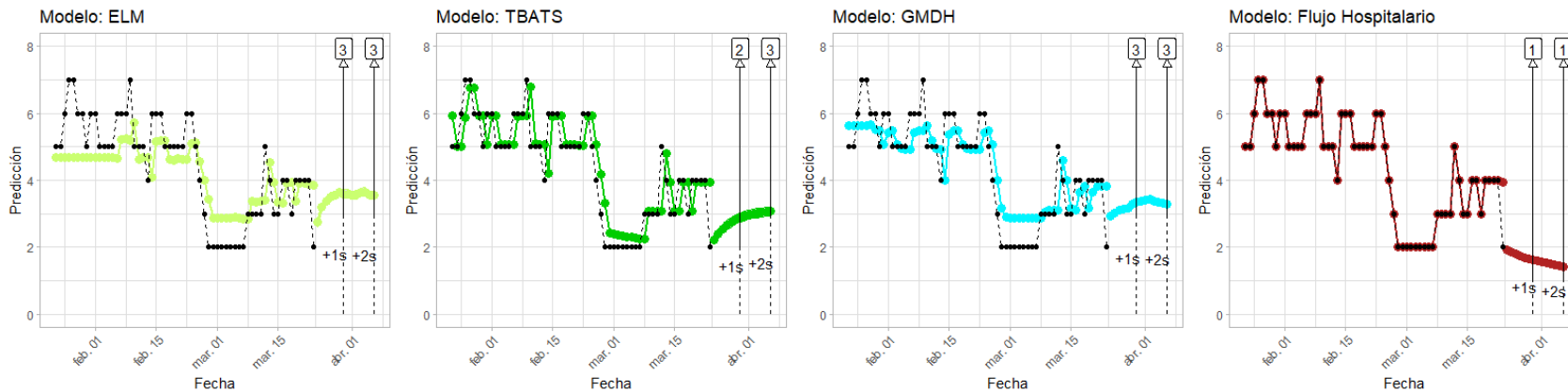


Figura 24: Predicciones de cuatro modelos – Aysén



Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Magallanes

23 de marzo de 2021

Figura 25: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Magallanes

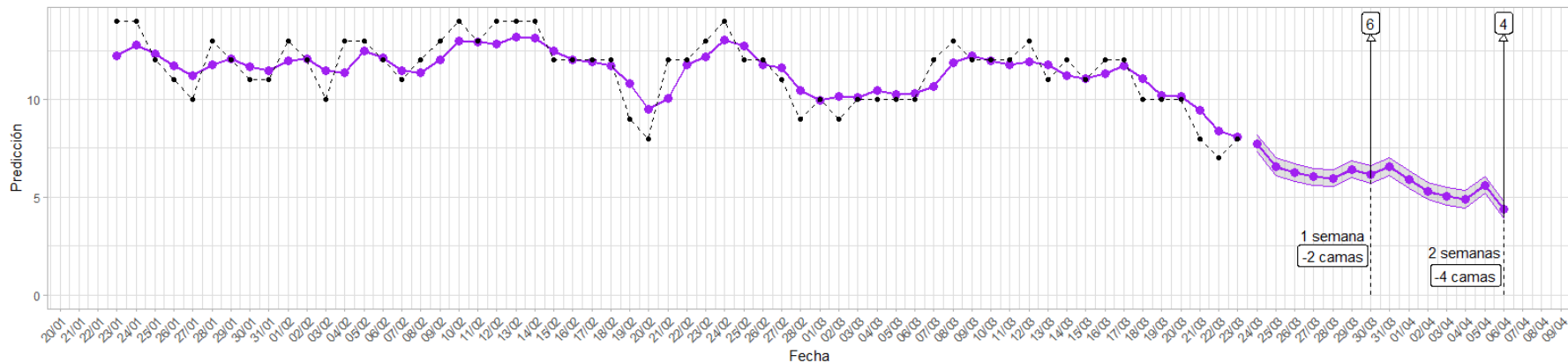
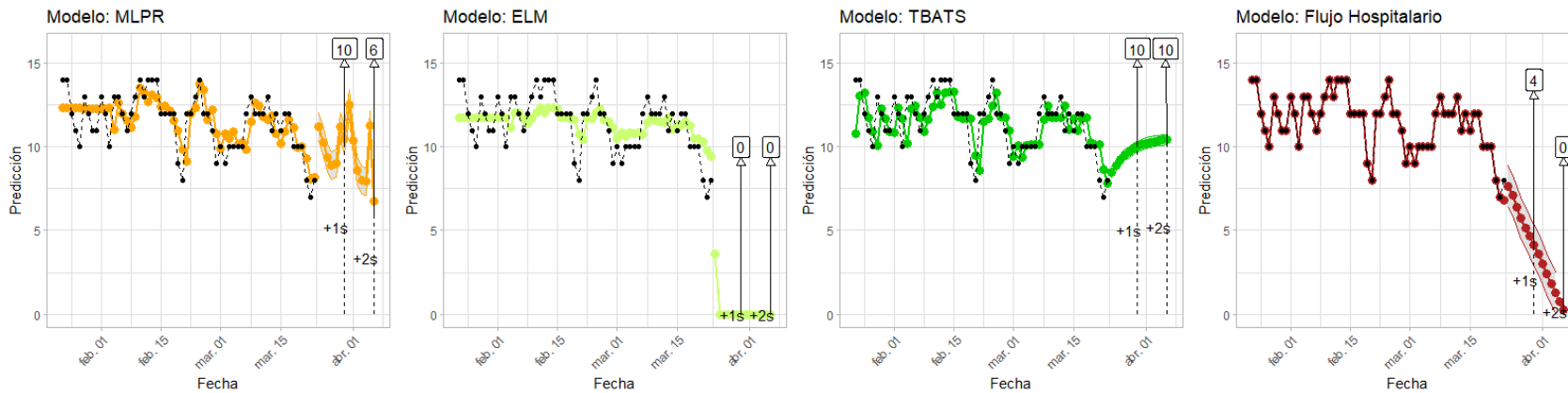


Figura 26: Predicciones de cuatro modelos – Magallanes



Anexo: Modelos Utilizados en la Predicción de Corto Plazo de Camas UCI

En todos los casos se analizan siete modelos, y en cada lámina se reportan los cuatro de mejor ajuste. Esos cuatro modelos se usan para construir lo que consideramos la 'mejor predicción'. Los siete modelos analizados son:

Modelo	Descripción	Información de Entrada
ARIMA	La predicción depende de las observaciones previas y considera errores auto-regresivos.	Serie de utilización camas UCI
TBATS	Descompone la serie para identificar sus factores de tendencia; estacionalidad; y auto-regresivos.	
ARIMAX	Adicional a los supuestos de ARIMA, permite que la serie dependa de otras variables exógenas.	Serie de utilización camas UCI; serie de nuevos infectados sintomáticos; serie de tasa de positividad (nuevos test diarios / nuevos casos), series de progreso de la vacunación
MLPR	Modelo de redes neuronales que usa todas las variables de entrada y calcula las relaciones entre variables que minimizan el error de entrenamiento.	
ELM	Modelo de redes neuronales con aprendizaje profundo. Se diferencia del MLPR en la estructura de red que con más capas permite identificar patrones más complejos.	
GMDH	Modelo de redes neuronales con aprendizaje inductivo. Se diferencia de MLPR y ELM porque evalúa automáticamente secuencias de modelos polinomiales para minimizar error de pronóstico.	
FLUJO	Calcula el número de camas haciendo un balance de flujo de nuevos requerimientos de cama y altas. Las entradas y salidas se calculan a partir de número de infectados sintomático y parámetros clínicos, los que se ajustan para maximizar ajuste.	Serie de utilización camas UCI; serie de nuevos infectados sintomáticos; series de progreso de la vacunación, parámetros clínicos de progresión (permanencia en UCI) de la enfermedad.

Anexo: Efecto de Vacunación en UCI por COVID-19

Para los modelos autorregresivos y de *machine learning* ingresamos el porcentaje de vacunados como variables explicativas. Para el modelo de flujos hospitalario, consideramos que el progreso en vacunación tienen un efecto en disminuir la probabilidad de requerir camas UCI condicional en estar infectado con síntomas. Para calcular esta probabilidad asumimos que la población puede estar en distintos estados. En esta primera versión solo consideramos tres estados: no estar vacunado (D0), haber recibido la primera dosis hace más de 2 semanas (D1) y haber recibido la segunda dosis hace más de dos semanas. El calculo puede extenderse fácilmente para considerar más estados asociados a la edad, o el tipo de vacuna. Con esto, la probabilidad de requerid UCI en el día t viene dada por:

$$\Pr(UCI_t) = \underbrace{\Pr(UCI|D0_t)}_{\downarrow} \underbrace{\Pr(D0_t)}_{\uparrow} + \underbrace{\Pr(UCI|D1_t)}_{\downarrow} \underbrace{\Pr(D1_t)}_{\uparrow} + \underbrace{\Pr(UCI|D2_t)}_{\downarrow} \underbrace{\Pr(D2_t)}_{\uparrow}$$

Porcentaje de la población con cada vacuna en cada región

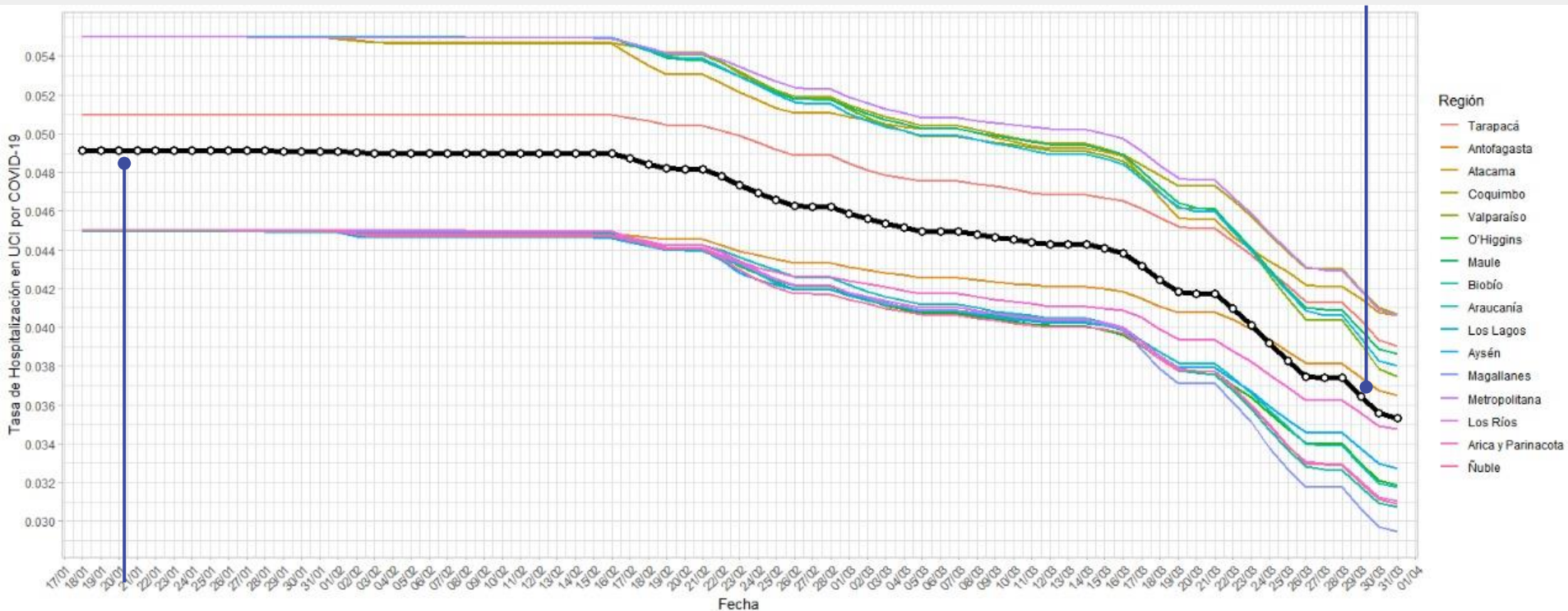
Probabilidad de requerid UCI dependiendo de estado de vacunación:

- $\Pr(UCI | D0) = 0.050$
- $\Pr(UCI | D0) = 0.025$
- $\Pr(UCI | D0) = 0.000$

Anexo: Cálculo de probabilidad de hospitalización en UCI por COVID-19

Las probabilidades de base requerir camas UCI se obtienen de la literatura clínica. Sin embargo, permitimos que el modelo ajuste de modo que algunas regiones puedan ingresar más o menos pacientes a UCI

A finales de Marzo la probabilidad de requerir UCI baja en promedio un 30%. Esto es entrada a UCI, pero uso de camas demora más en disminuir.



Antes de iniciar la vacunación, En promedio un 5% de los casos sintomáticos requerían UCI. El ajuste numérico sugiere alguna diferencia entre regiones.