

# Estimación de Corto Plazo de Utilización de Camas UCI

---

REPORTE N° 35

---

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

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

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

**Ignacia Segura** – Data Scientist ISCI, Ingeniero Civil Industrial Universidad de Chile

## Resumen Requerimientos Camas UCI por COVID-19 Todas las Regiones

Región	1 Semana	2 Semanas	Ocupación UCI (*)
<a href="#">Arica y Parinacota</a>	-2	-2	87.9%
<a href="#">Tarapacá</a>	+2	+6	98.4%
<a href="#">Antofagasta</a>	-1	-1	93.5%
<a href="#">Atacama</a>	+1	+2	96.7%
<a href="#">Coquimbo</a>	-1	-2	96.2%
<a href="#">Valparaíso</a>	+20	+46	99.3%
<a href="#">Metropolitana</a>	+201	+413	97.2%
<a href="#">O'Higgins</a>	+10	+22	94.9%
<a href="#">Maule</a>	+4	+11	94.1%
<a href="#">Ñuble</a>	+0	+1	93.5%
<a href="#">Biobío</a>	+2	+3	96.1%
<a href="#">Araucanía</a>	-1	-3	96.8%
<a href="#">Los Ríos</a>	-3	-4	97.7%
<a href="#">Los Lagos</a>	-2	-3	92.5%
<a href="#">Aysén</a>	-1	+0	70.0%
<a href="#">Magallanes</a>	-1	-1	81.3%
<b>Totales Nacionales</b>	<b>228</b>	<b>488</b>	<b>96.4%</b>

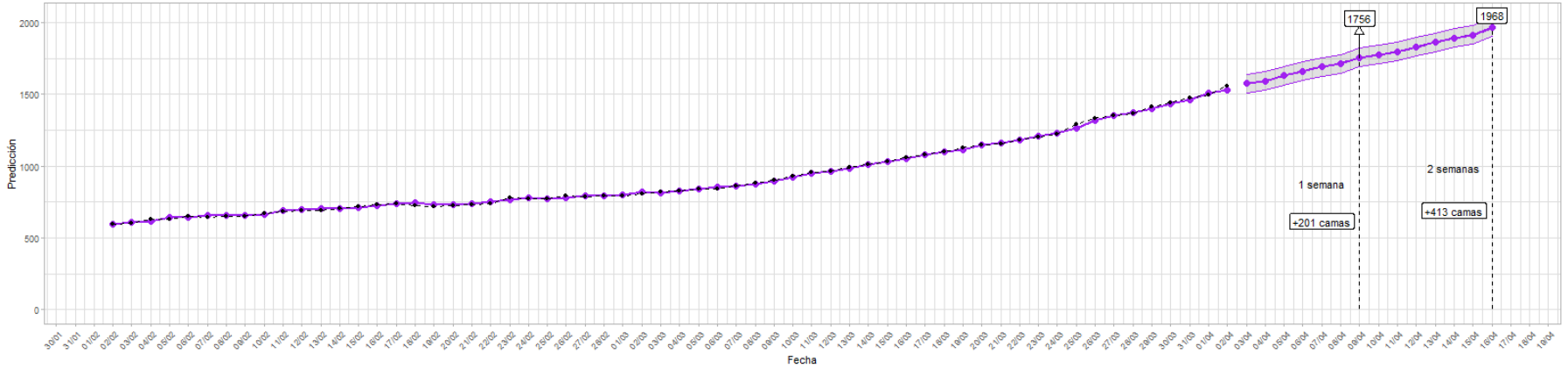
(\*) Disponibilidad de camas críticas al 31/03/2021



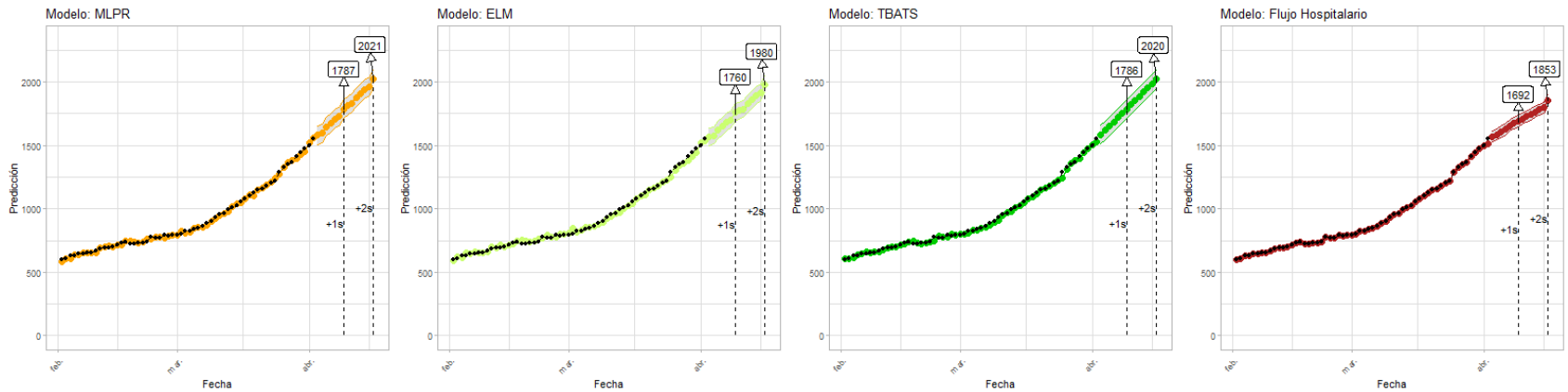
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Región Metropolitana

02 de Abril de 2021

**Figura 1:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - RM



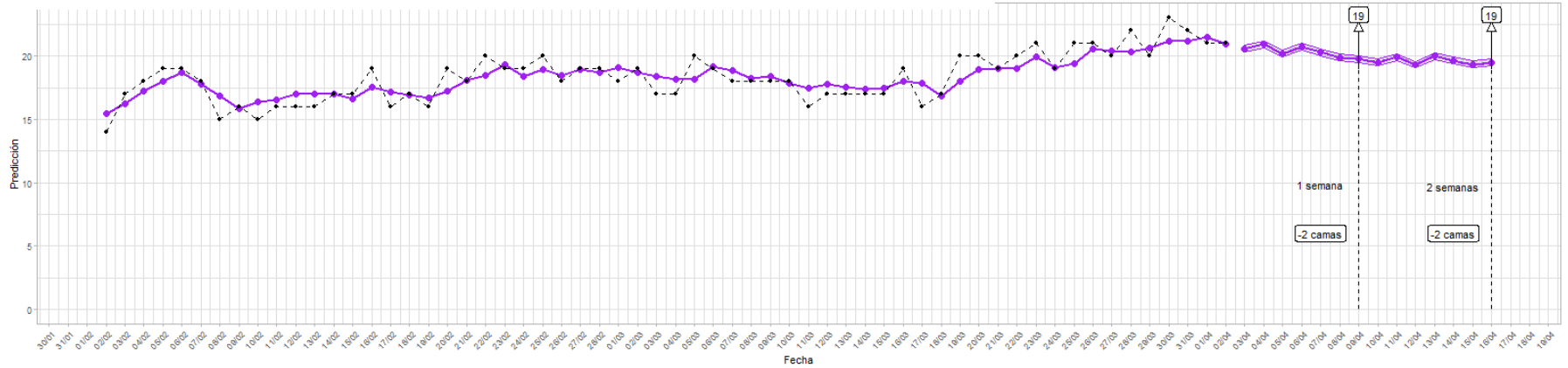
**Figura 2:** Predicciones de cuatro modelos - RM



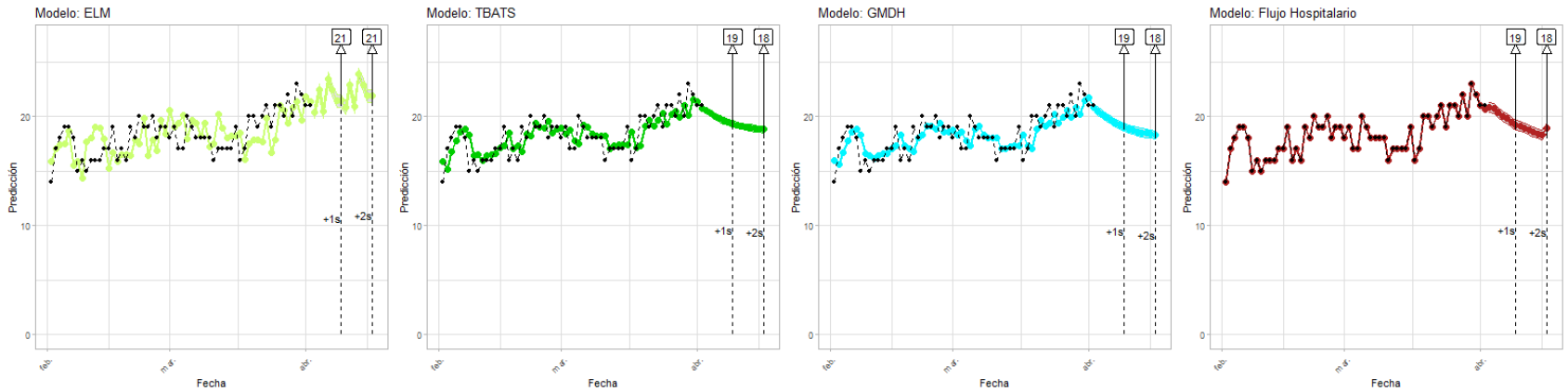
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Arica y Parinacota

02 de Abril de 2021

**Figura 3:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Arica y Parinacota



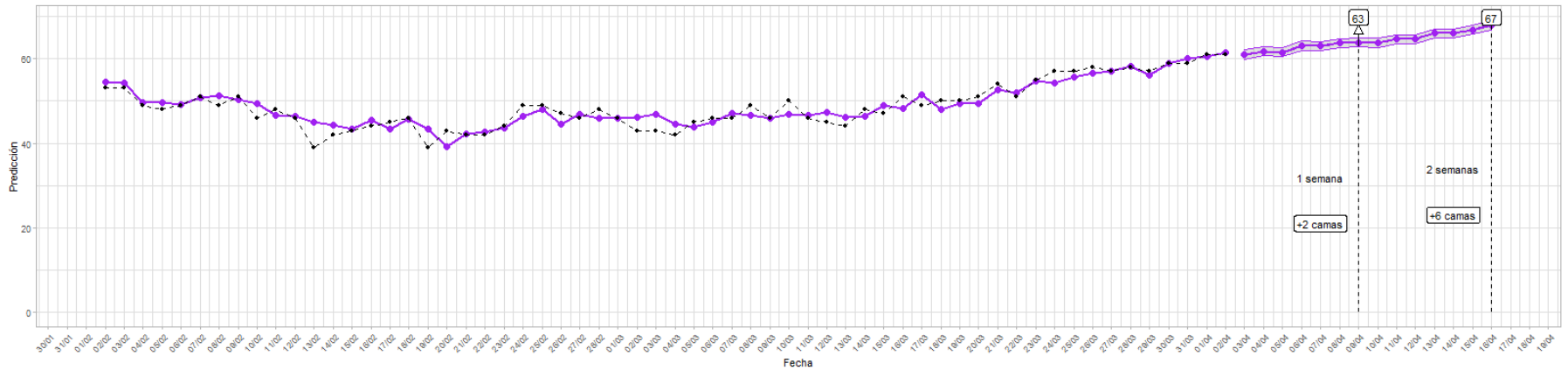
**Figura 4:** Predicciones de cuatro modelos – Arica y Parinacota



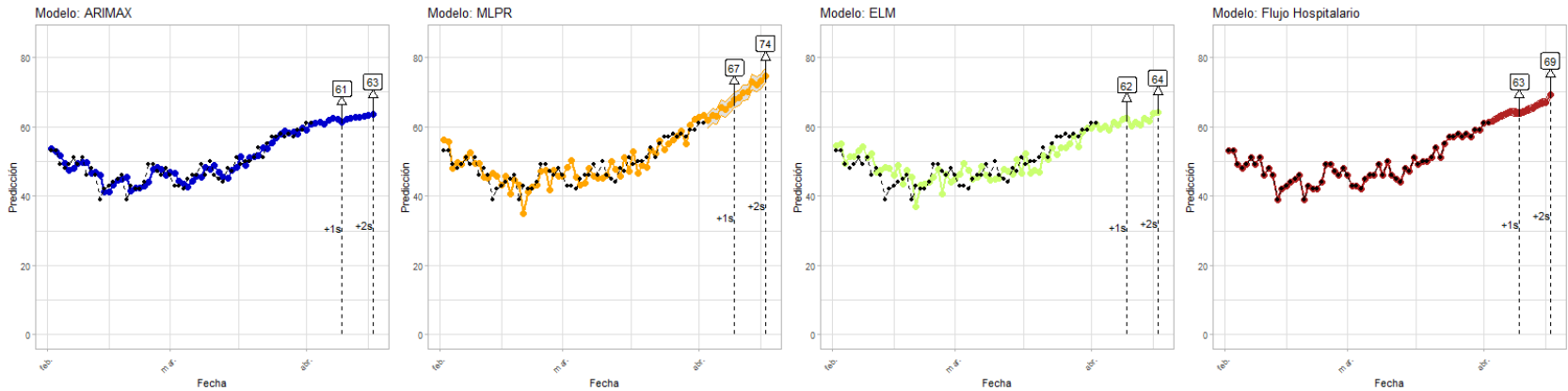
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Tarapacá

02 de Abril de 2021

**Figura 5:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - Tarapacá



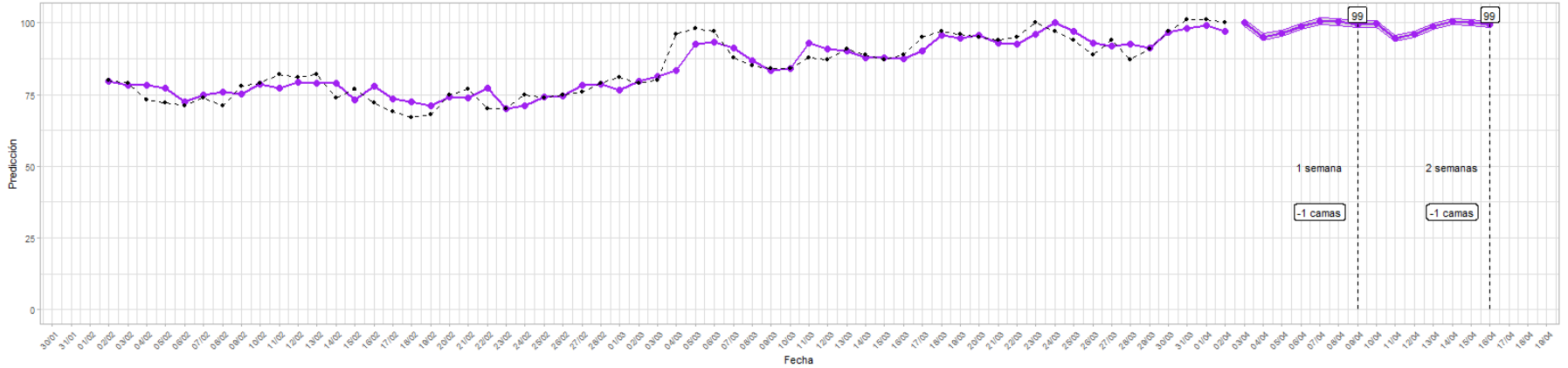
**Figura 6:** Predicciones de cuatro modelos - Tarapacá



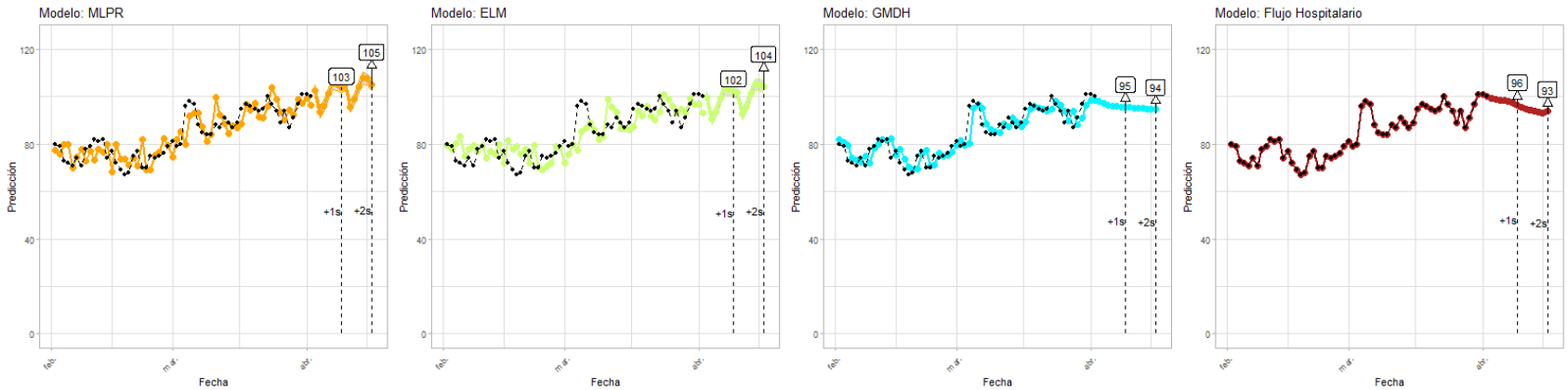
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Antofagasta

02 de Abril de 2021

**Figura 7:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - Antofagasta



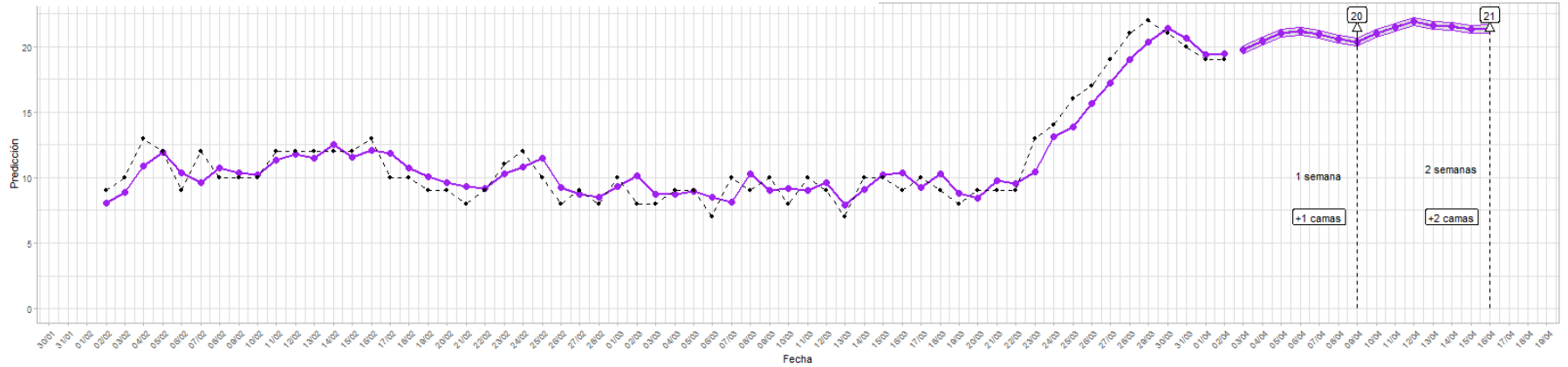
**Figura 8:** Predicciones de cuatro modelos - Antofagasta



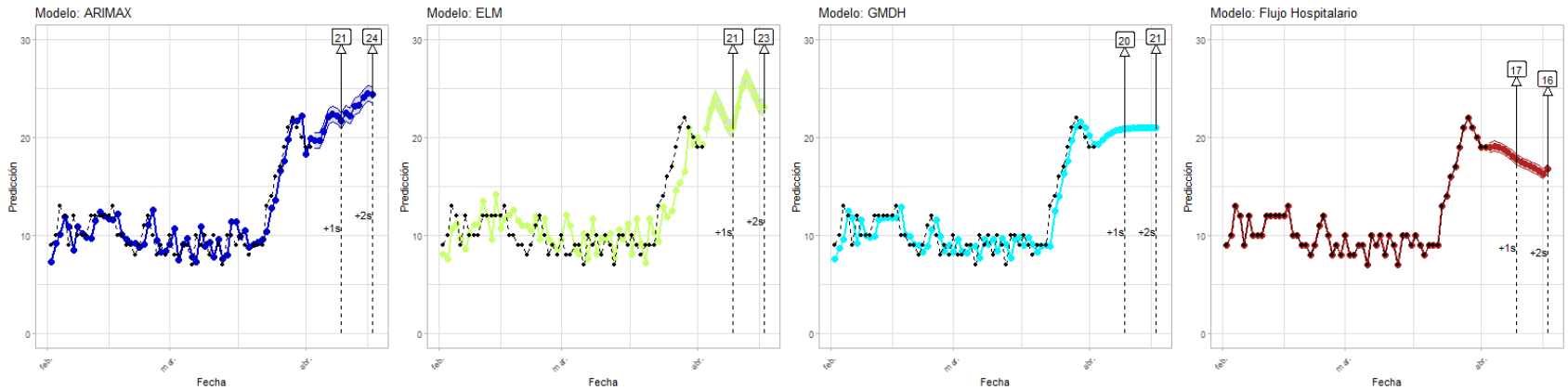
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Atacama

02 de Abril de 2021

**Figura 9:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - Atacama



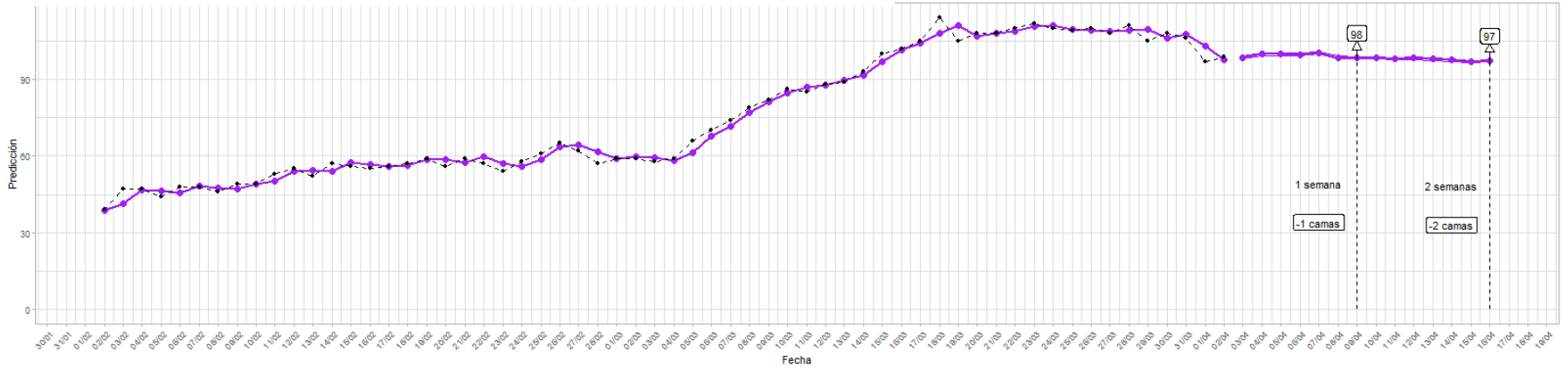
**Figura 10:** Predicciones de cuatro modelos - Atacama



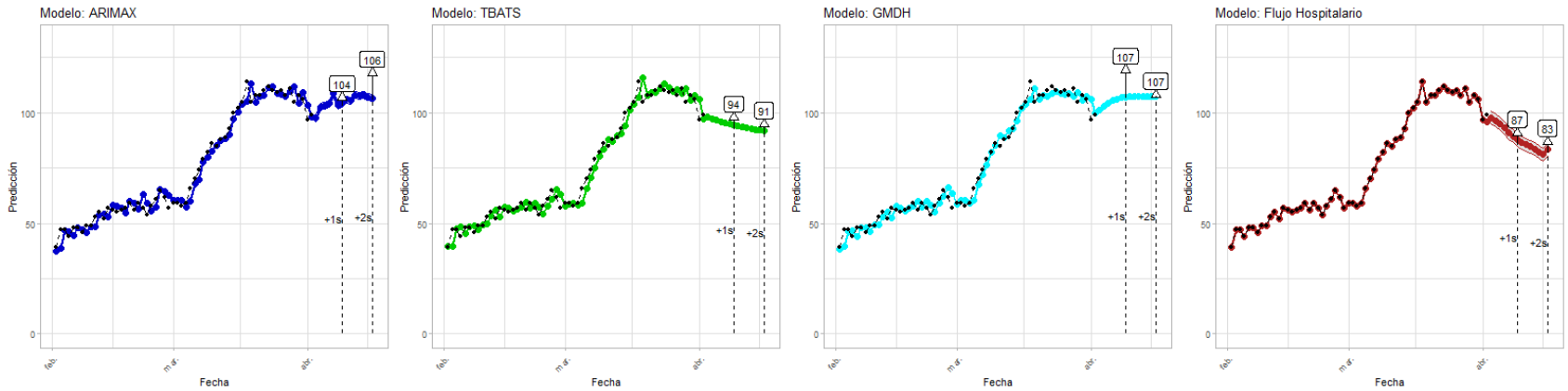
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Coquimbo

02 de Abril de 2021

**Figura 11:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - Coquimbo



**Figura 12:** Predicciones de cuatro modelos - Coquimbo

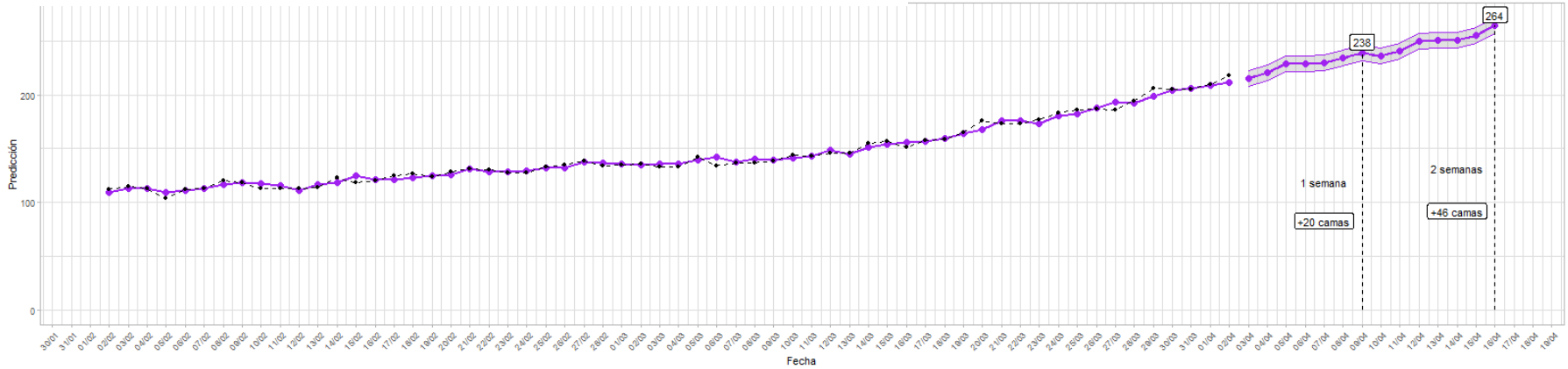




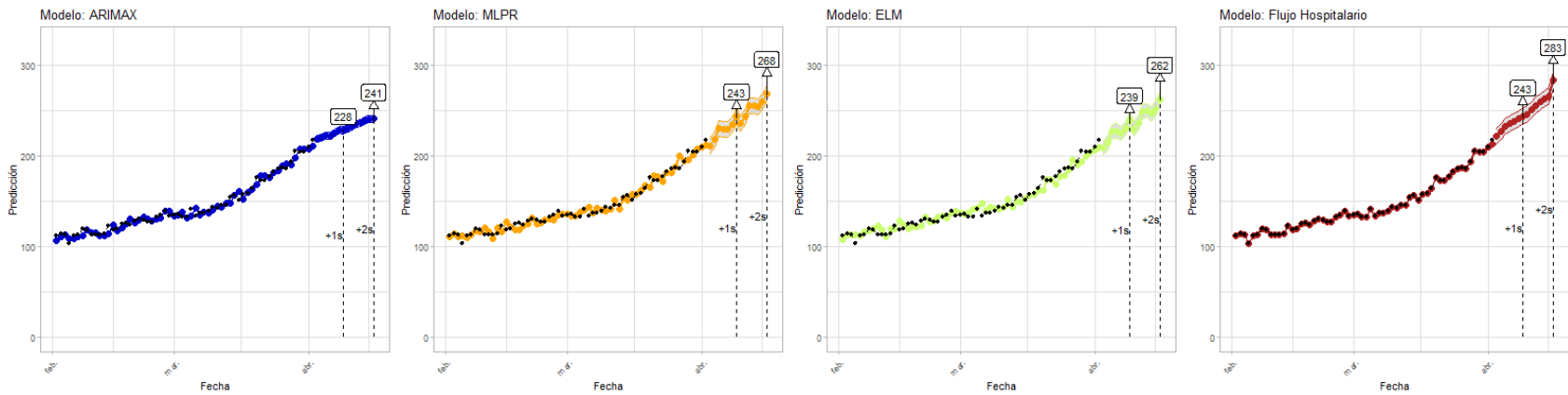
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Valparaíso

02 de Abril de 2021

**Figura 13:** Mejor predicción basada en cuatro modelos - Valparaíso



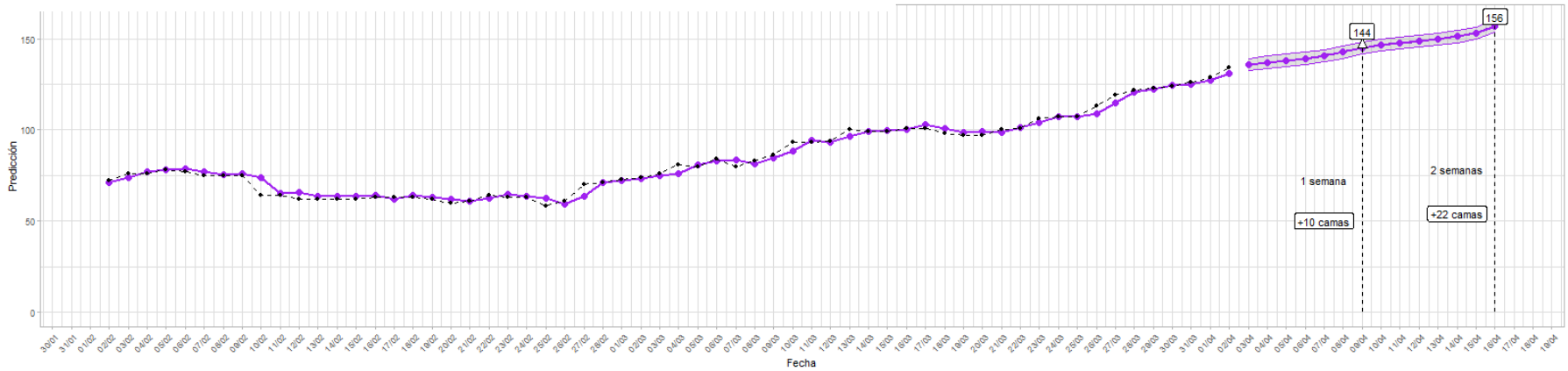
**Figura 14:** Predicciones de cuatro modelos - Valparaíso



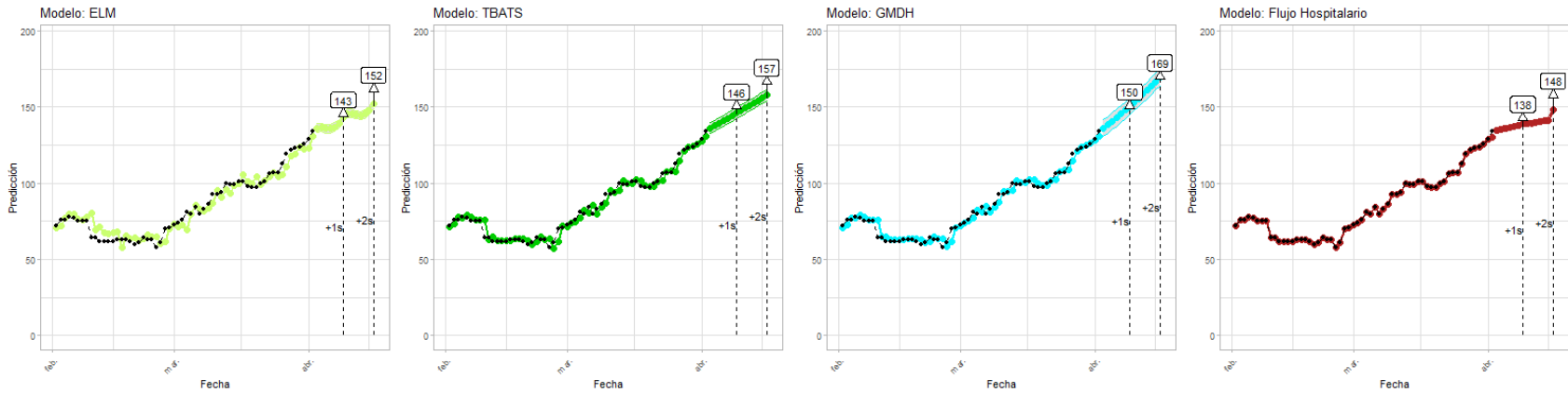
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – O’Higgins

02 de Abril de 2021

**Figura 15:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – O’Higgins



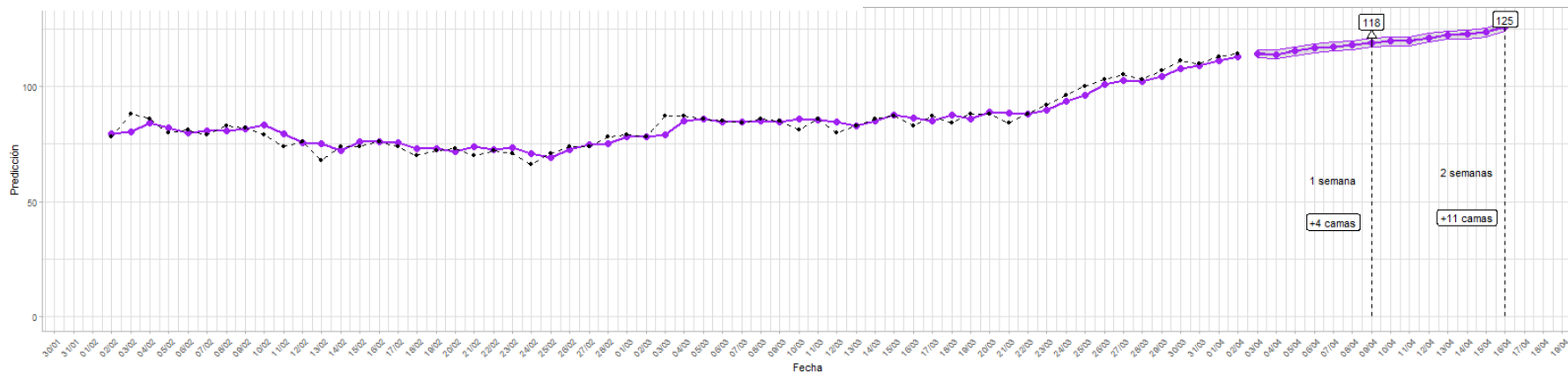
**Figura 16:** Predicciones de cuatro modelos – O’Higgins



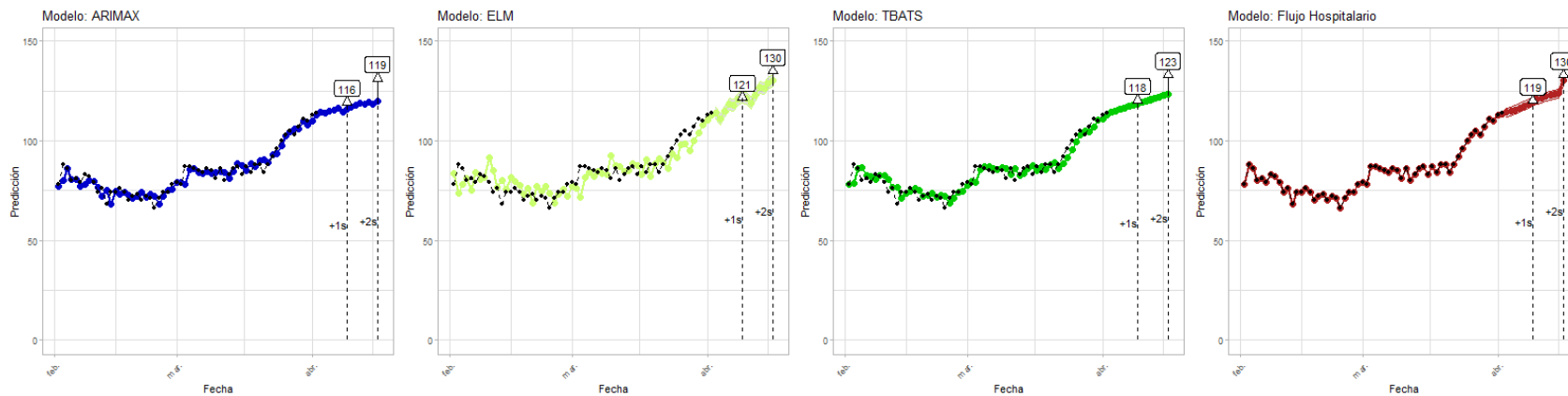
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Maule

02 de Abril de 2021

**Figura 17:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Maule



**Figura 18:** Predicciones de cuatro modelos – Maule



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

02 de Abril de 2021

Figura 19: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Ñuble

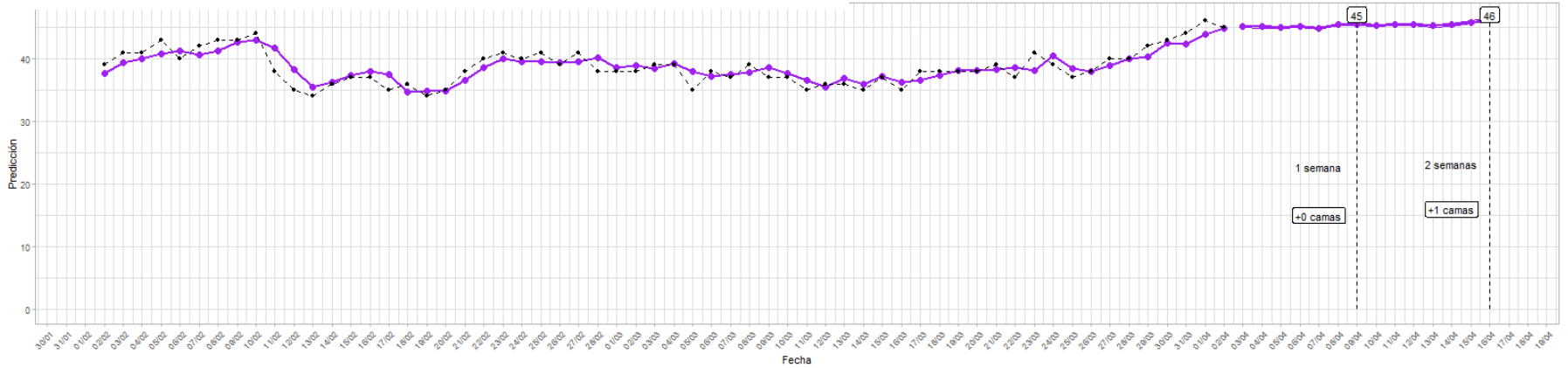
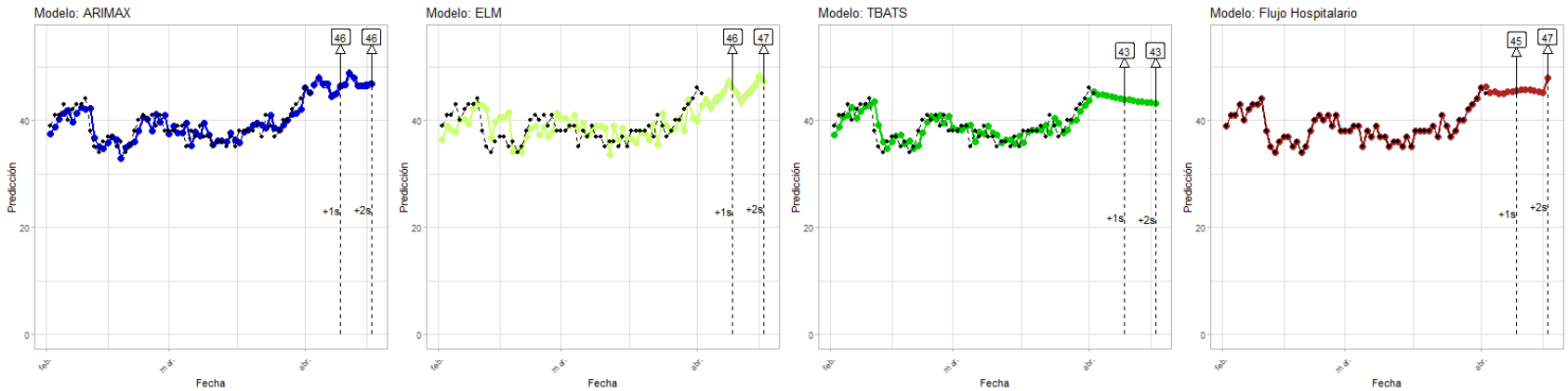


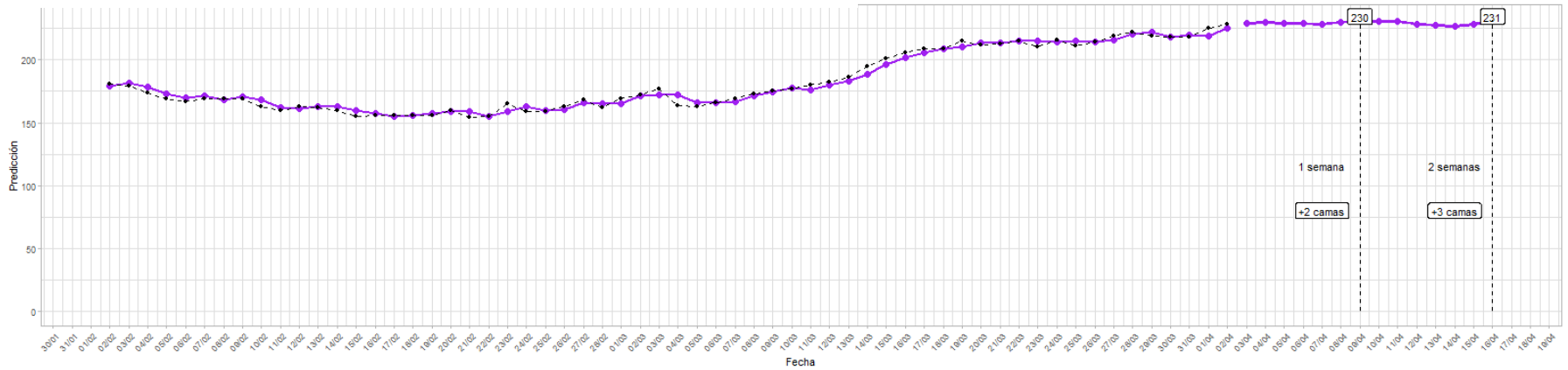
Figura 20: Predicciones de cuatro modelos – Ñuble



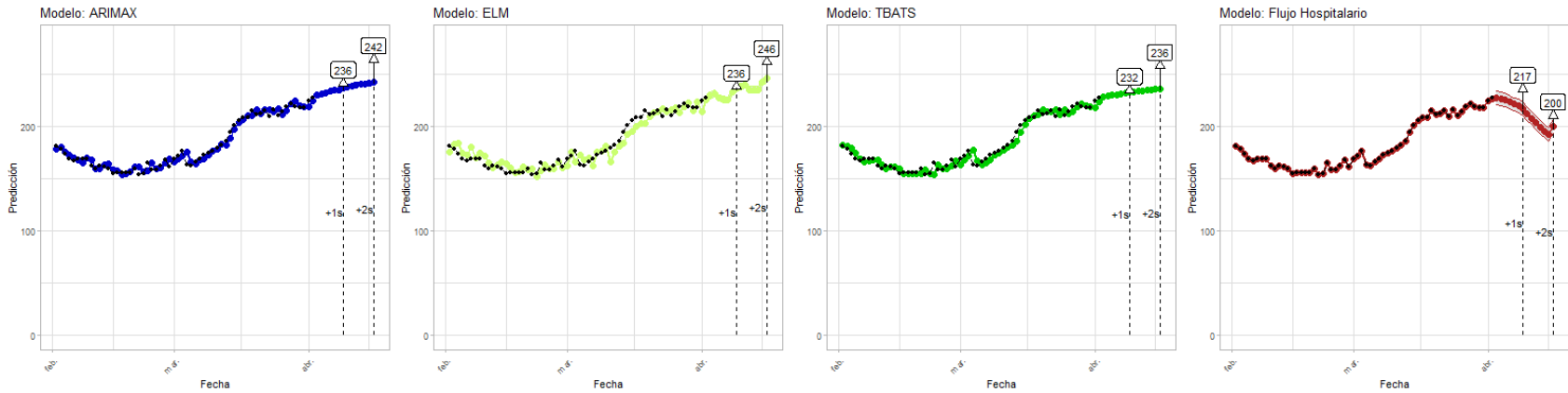
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Biobío

02 de Abril de 2021

**Figura 21:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Biobío



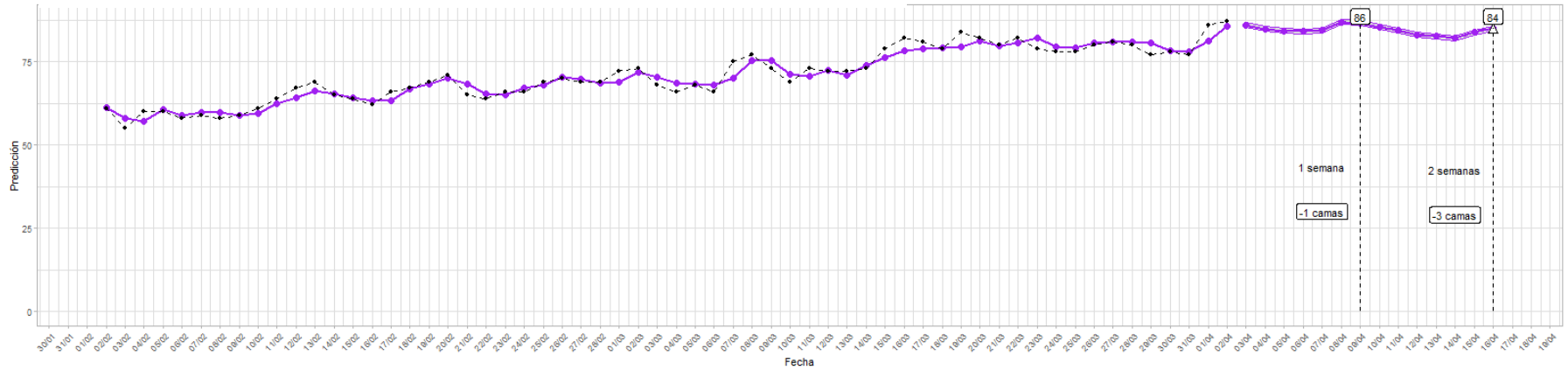
**Figura 22:** Predicciones de cuatro modelos – Biobío



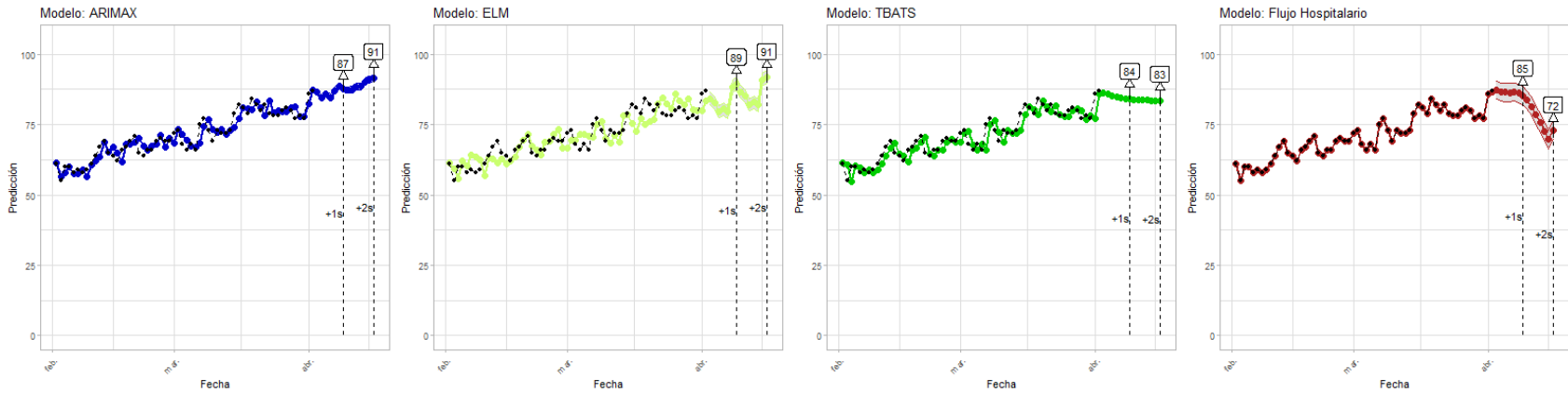
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Araucanía

02 de Abril de 2021

**Figura 23:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Araucanía



**Figura 24:** Predicciones de cuatro modelos – Araucanía



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

02 de Abril de 2021

Figura 25: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Los Ríos

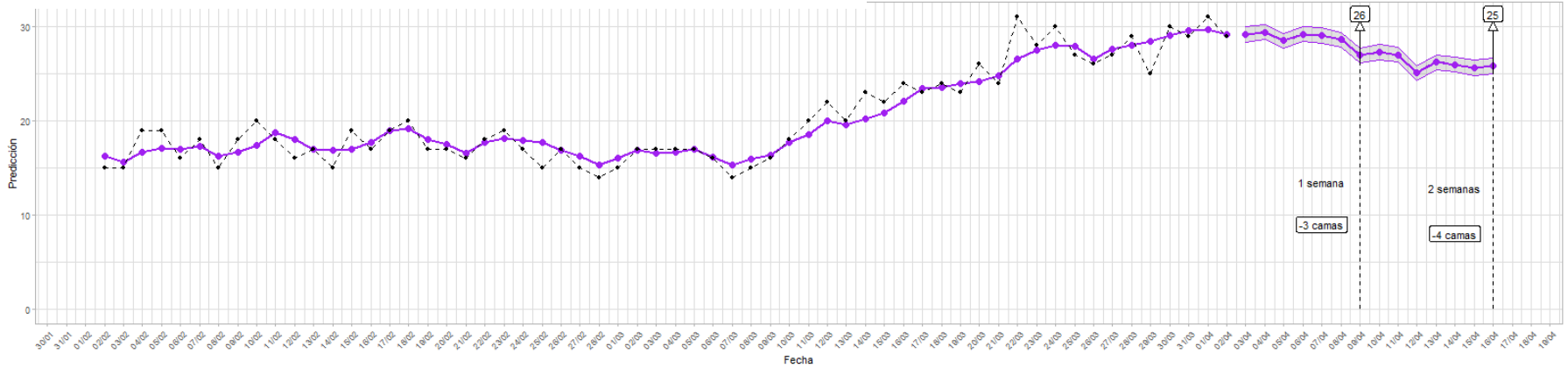
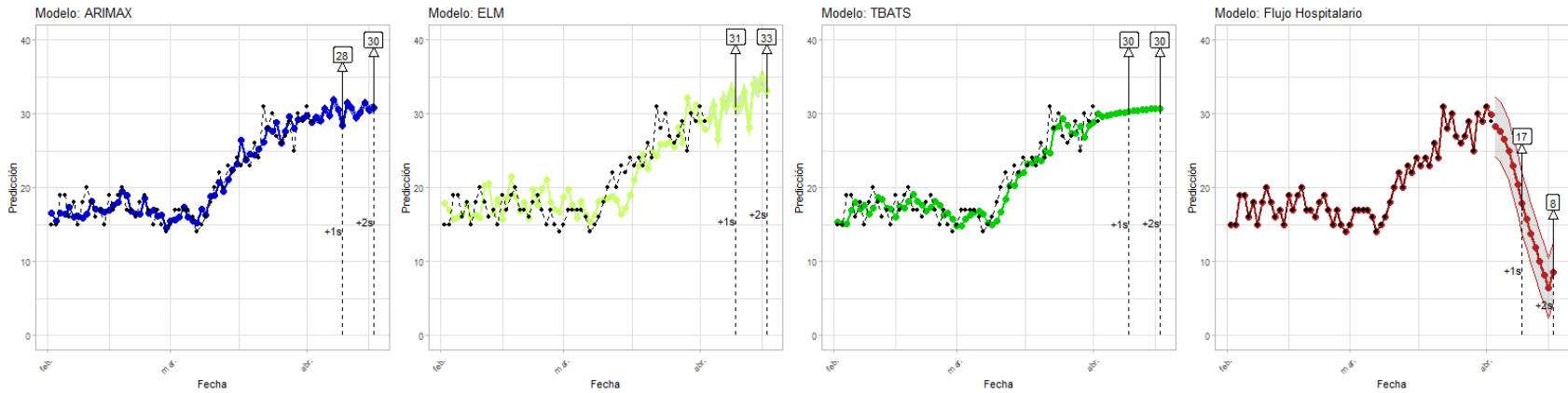


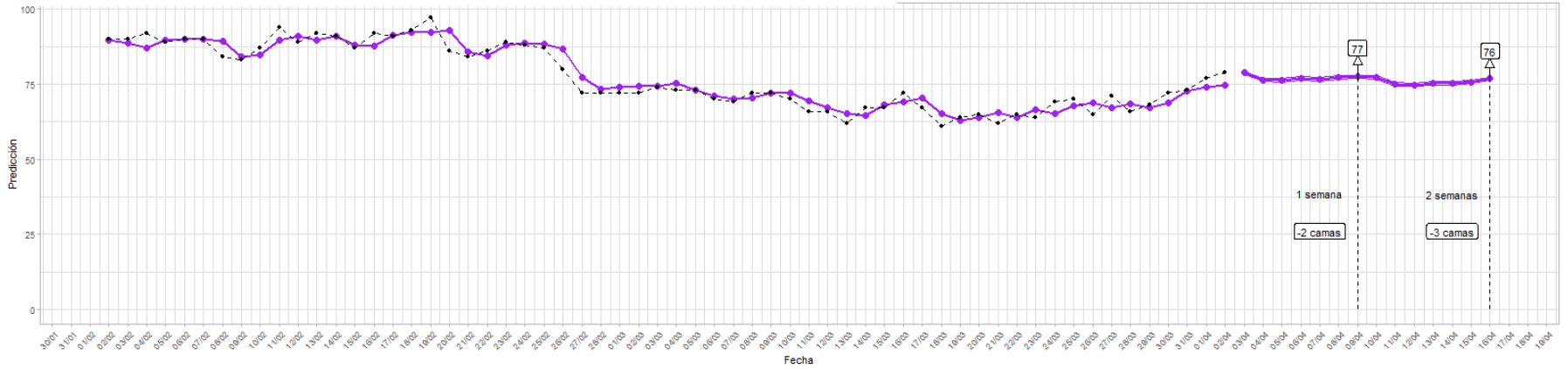
Figura 26: Predicciones de cuatro modelos – Los Ríos



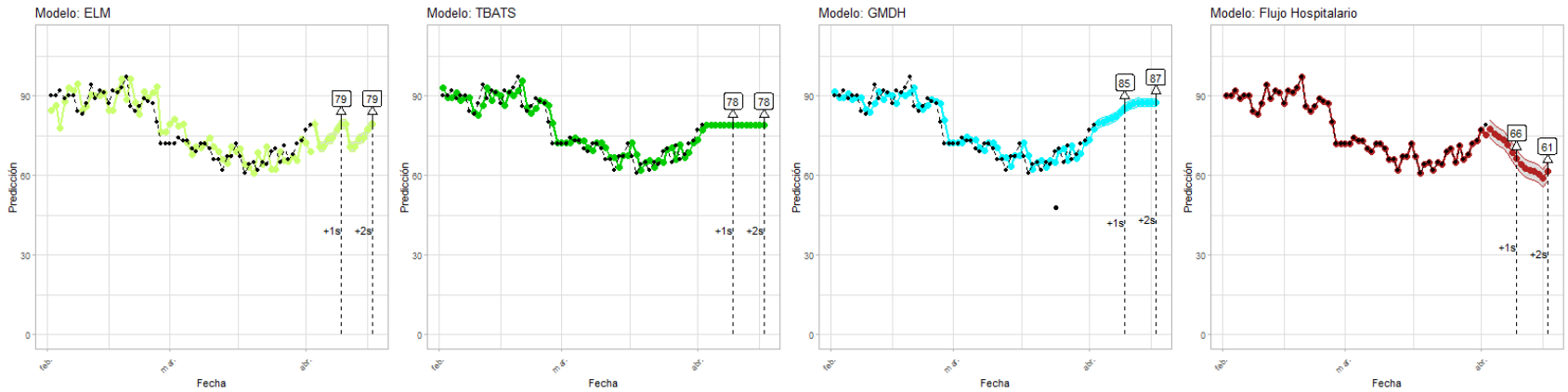
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Los Lagos

02 de Abril de 2021

**Figura 27:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Los Lagos



**Figura 28:** Predicciones de cuatro modelos – Los Lagos





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

02 de Abril de 2021

Figura 29: Mejor predicción basada en cuatro modelos – Aysén

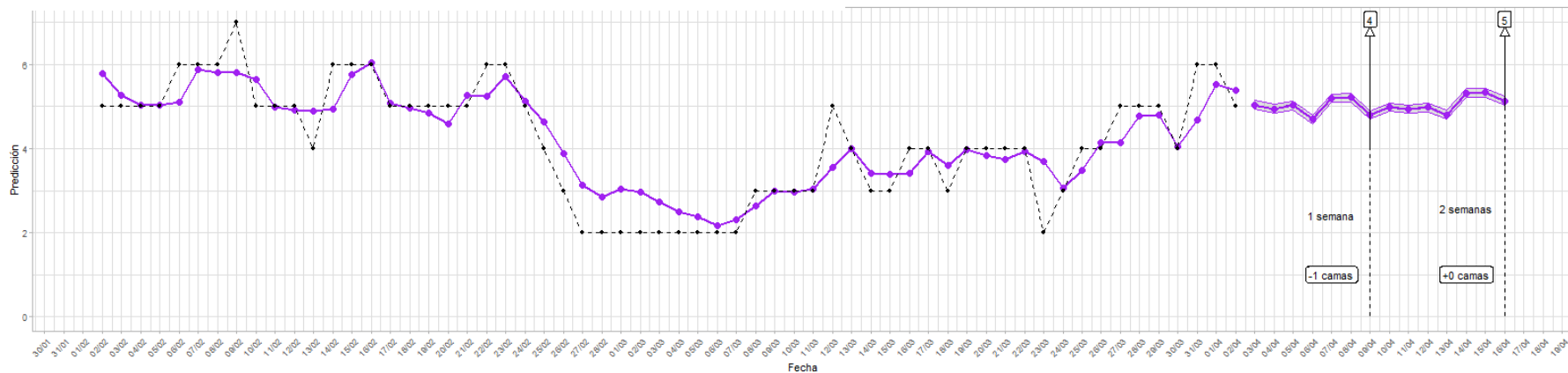
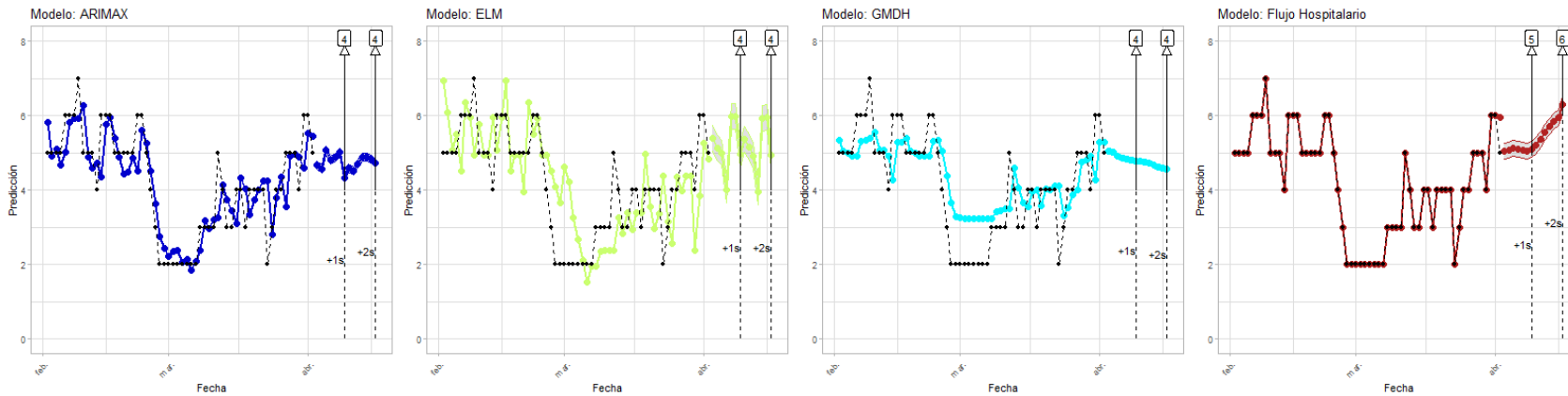


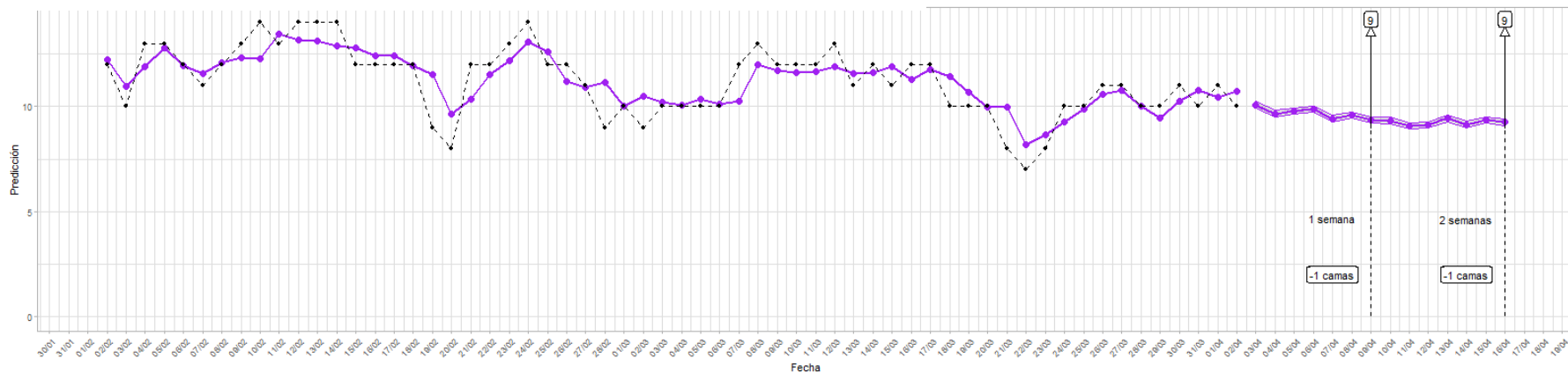
Figura 30: Predicciones de cuatro modelos – Aysén



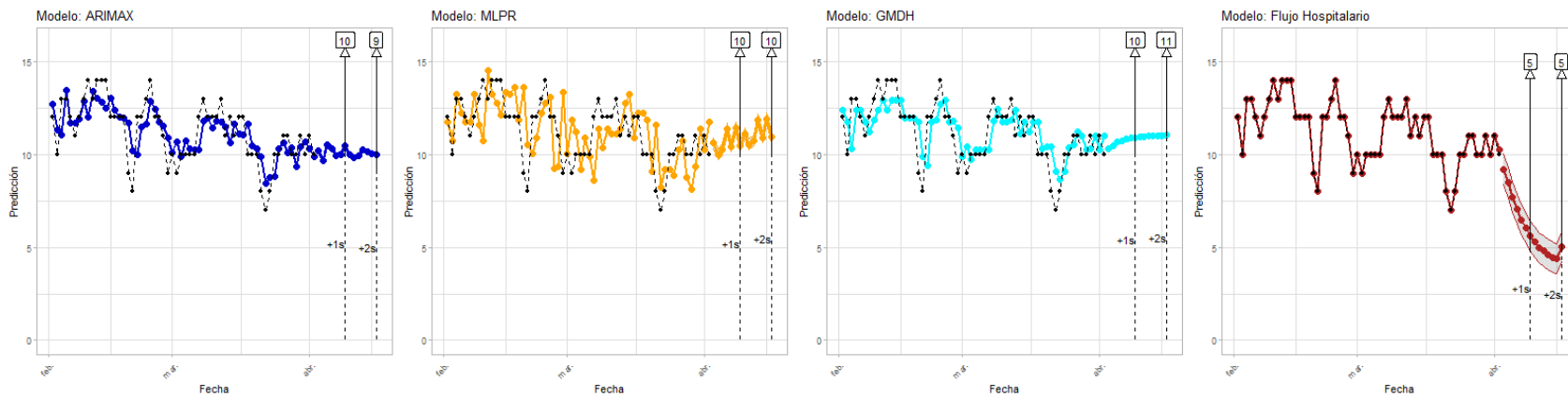
# Predicción de demanda de Camas UCI por COVID19 a 2 semanas – Magallanes

02 de Abril de 2021

**Figura 31:** Mejor predicción basada en cuatro modelos – Magallanes



**Figura 32:** 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; progreso de vacunación; y serie de tasa de positividad (nuevos test diarios / nuevos casos)
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; progreso de vacunación; parámetros clínicos de progresión 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

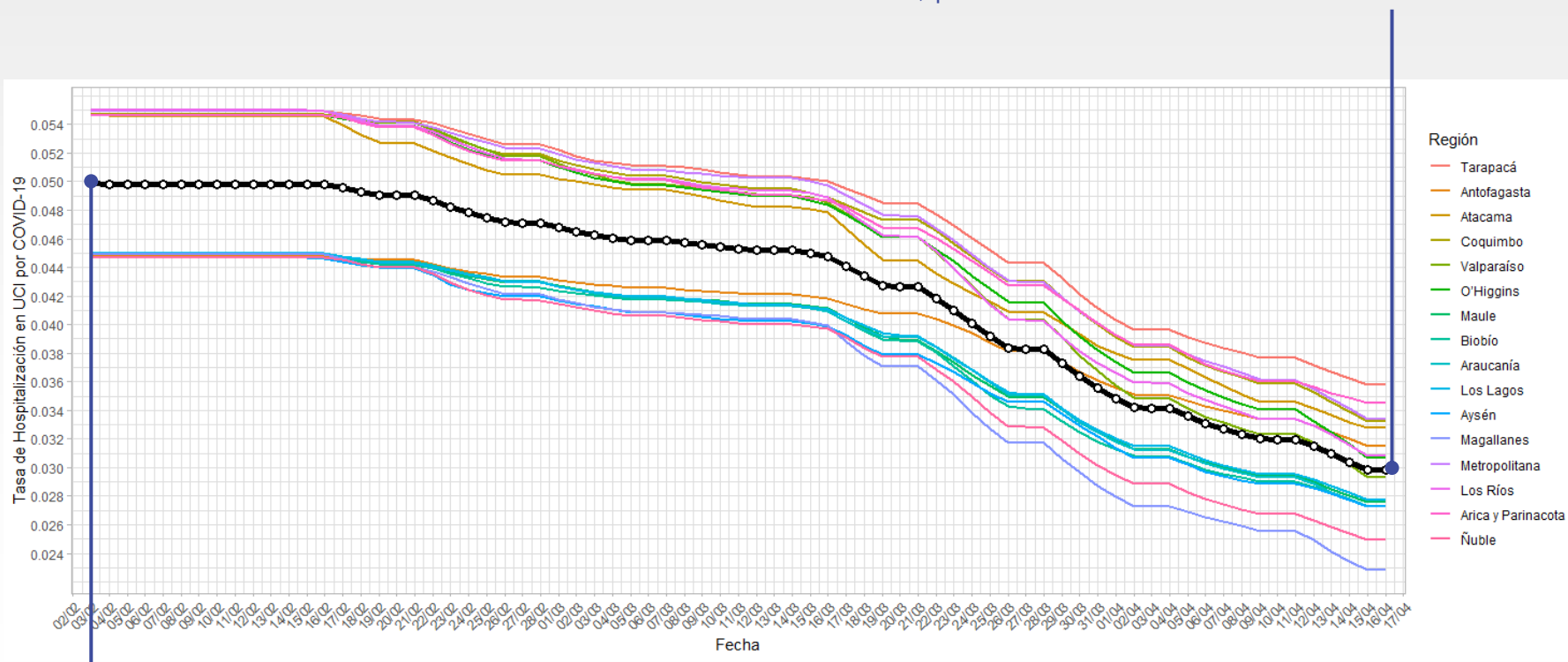
Probabilidad de requerid UCI dependiendo de estado de vacunación:

- $\Pr(UCI | D0) = 0.050$
- $\Pr(UCI | D1) = 0.025$
- $\Pr(UCI | D2) = 0.000$

## 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.