



Universidad Nacional
de San Juan



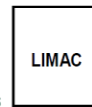
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCEfyn
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

Evolución Dinámica del Covid-19 en Argentina

*Un enfoque desde el Análisis de los Datos
e Ingeniería de Sistemas de Control*

Reporte N°: 8
13 de abril de 2021

Dr. Ing. H. Daniel Patiño y Dr. Ing. Santiago Tosetti
Instituto de Automática, Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de San Juan
Av. Lib. San Martín, 1109 (O), 5400 San Juan

Dr. Ing. Julián Pucheta
LIMAC, FCEfyn
Universidad Nacional de Córdoba

Dr. Ing. Cristian Rodríguez Rivero
Wiskunde en Informatica
Universiteit van Amsterdam
Amsterdam, The Netherlands

En este breve *reporte* se presenta el análisis de la evolución de propagación del SARS-Cov2, que produce la enfermedad de Covid-19, en la **Argentina** focalizándose principalmente en los indicadores que muestran la velocidad de contagios y del control del brote que se está produciendo en esta **segunda ola**.

Se presenta: a) la **curva de Nuevos Casos Infeccionados estimada** a partir de los *datos oficiales*; b) la **evolución de la tasa de contagios R_0 semanal**, a partir de la cual se puede mostrar la evolución de la velocidad de propagación de la enfermedad en esta segunda ola que azota a la Argentina y la región (un indicador importante que evalúa el grado de circulación viral comunitaria del virus); y c) la curva del **índice de positividad en los testeos PCR**, el cual es función de la cantidad de test realizados diariamente. Finalmente se dan las conclusiones principales y observaciones.

En todos los análisis realizados **se han empleado los datos oficiales** dados por los partes diarios del Ministerio de Salud Pública de la Nación.



Universidad Nacional
de San Juan



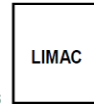
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCEFN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

1. Evolución de *Nuevos Casos de Infeccionados Diarios* en Argentina

En la Figura 1 se muestran las curvas de *Nuevos Casos de Infeccionados Diarios* de Argentina en gris y el *Promedio Semanal* en rojo, a partir de los datos oficiales, indicándose el pico de la primera ola, un rebrote producto de las fiestas de fin de año y la detección del inicio de la segunda ola.

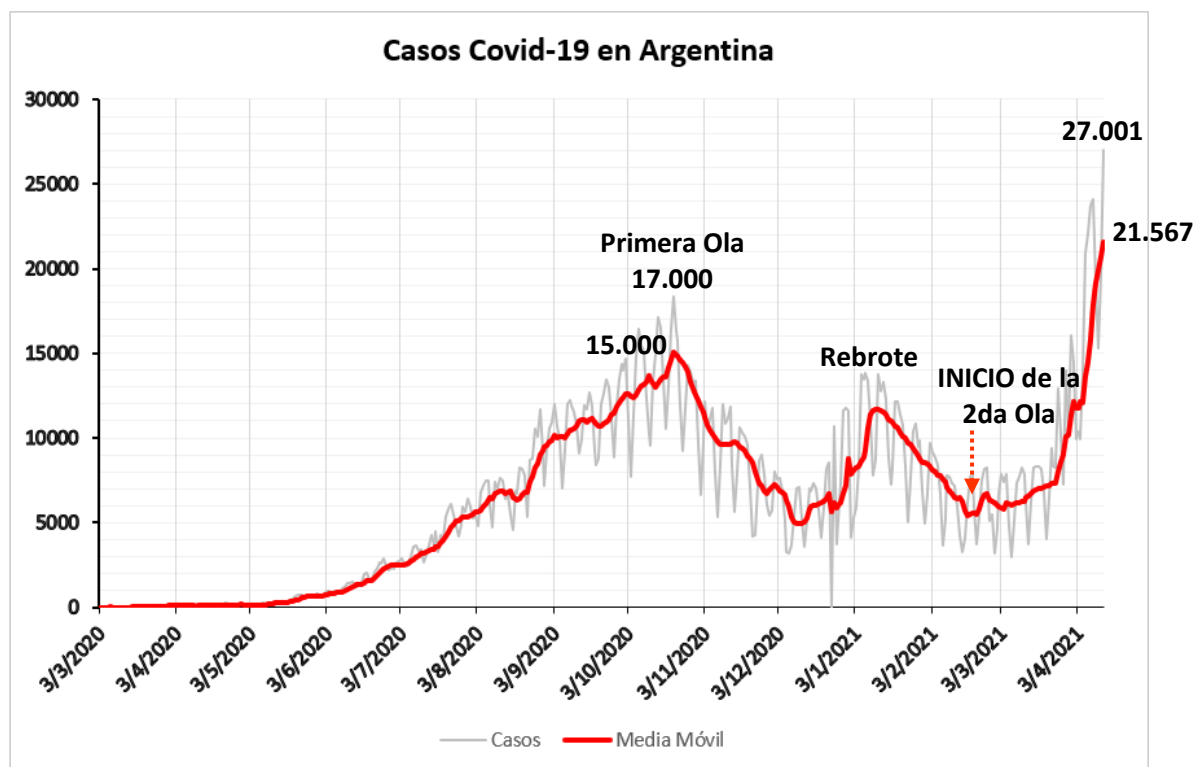


Figura 1. Evolución de los infectados diarios en Argentina con *datos oficiales*.

En la Figura 1 se muestran claramente el pico de la primera ola y el inicio de la segunda ola alrededor del 20 de febrero de 2021.

Se observa el inicio de esta segunda ola desde un piso relativamente alto, **mostrando un cambio en la tendencia e incrementándose los casos en forma sostenida**, a partir de alrededor del 20 de febrero, como lo validan los valores de la tasa de contagios estimados semanales, R_0 , superando el **umbral límite de uno**. Actualmente el valor del índice de la tasa de contagios semanales se estima alrededor de $R_0 = 1.35$ (ver Figura 2). **Este indicador, mayor a uno, muestra el delicado y crítico momento del estado actual de circulación viral en toda la Argentina.**



Universidad Nacional
de San Juan



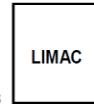
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCFyN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

Con esta tendencia, la proyección de los nuevos casos de infectados **en los próximos días se estima en un valor mayor a los 30.000 casos**, superando ampliamente el valor del pico de la primera ola.

En general las segundas olas en el hemisferio norte tuvieron y tienen picos de mayor intensidad y mayor período de duración, agravado por la diseminación de las **nuevas variantes de preocupación del virus**, como lo son la variante de **Manaos y la Británica** (presentes en Argentina), generadas debido a las cantidades de mutaciones que se producen en el virus al encontrar una elevada circulación en el planeta, y en particular, en nuestra región.

2. Tasa de Contagios R_0 Semanal

En las Figuras 2 se muestra la evolución de la tasa de velocidad de contagios semanal obtenidas a partir de los datos oficiales del Ministerio de Salud Pública de la Nación, que **supera el valor límite de UNO**, marcado con líneas de punto, y obteniéndose un valor de alrededor **de $R_0 = 1.35$** . Es importante aclarar, qué **cuando este número del R_0 es mayor a 1 y con tendencia a subir**, la cantidad de casos comienza a aumentar en forma exponencial, **considerando el brote fuera de control**. La meta de todos los gobiernos en todo el mundo es tratar de forzar, aplicando *herramientas de mitigación no farmacológicas*, para llevar ese número de reproducción *por debajo de uno*, idealmente por debajo de 0.7. *Por debajo de 1 puede considerarse que los brotes de la pandemia están siendo controlados*.

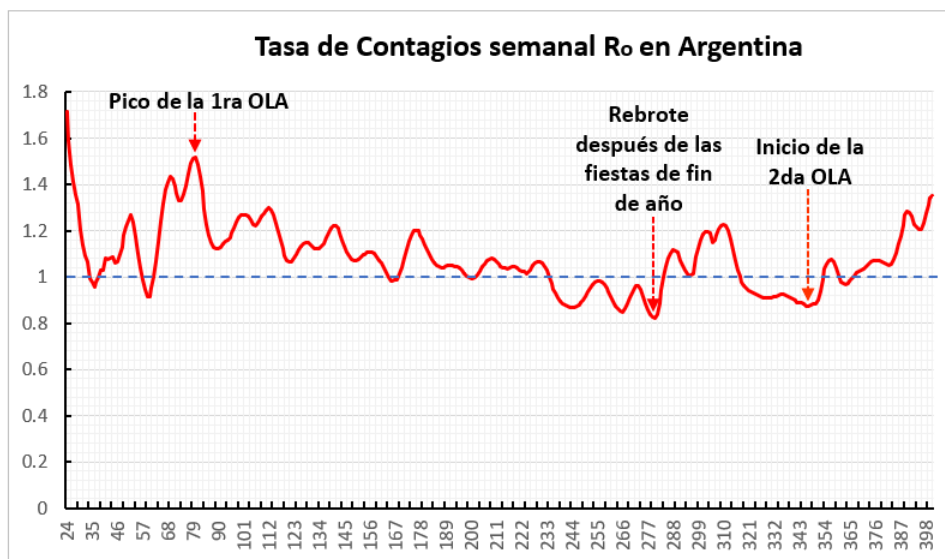


Figura 2. Evolución de la Estima de la Tasa de Velocidad de Contagios SEMANAL en Argentina con datos oficiales del Ministerio de Salud Pública de la Nación.



Universidad Nacional
de San Juan



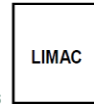
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCEyN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

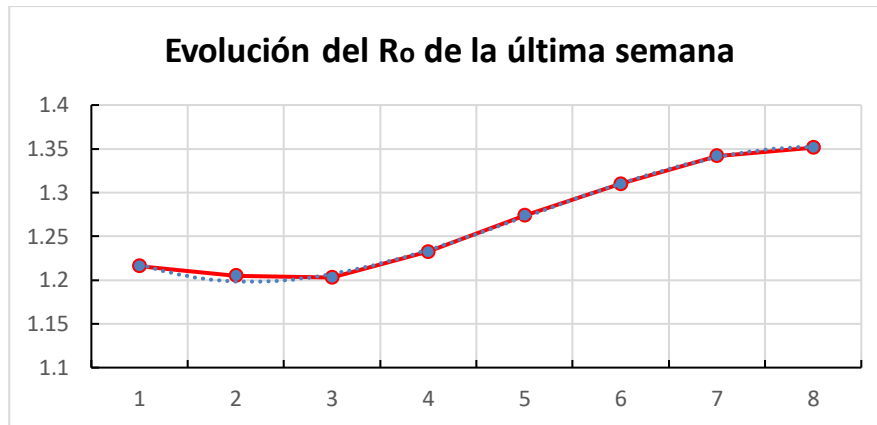


Figura 3. Evolución de la Estima de la Tasa de Velocidad de Contagios en la ULTIMA SEMANA en Argentina con datos oficiales del Ministerio de Salud Pública de la Nación.

En la Figura 3 se muestra la evolución del R_0 de la última semana presentando un incremento del 12.5%.

3. Índices de Positividad en Argentina

En la Figura 3 se muestra la evolución temporal del índice de positividad en Argentina al 9 de abril de 2021. Se observa que el *índice de positividad* semanal está por arriba del 10%, manteniéndose en promedio por encima del 20%.

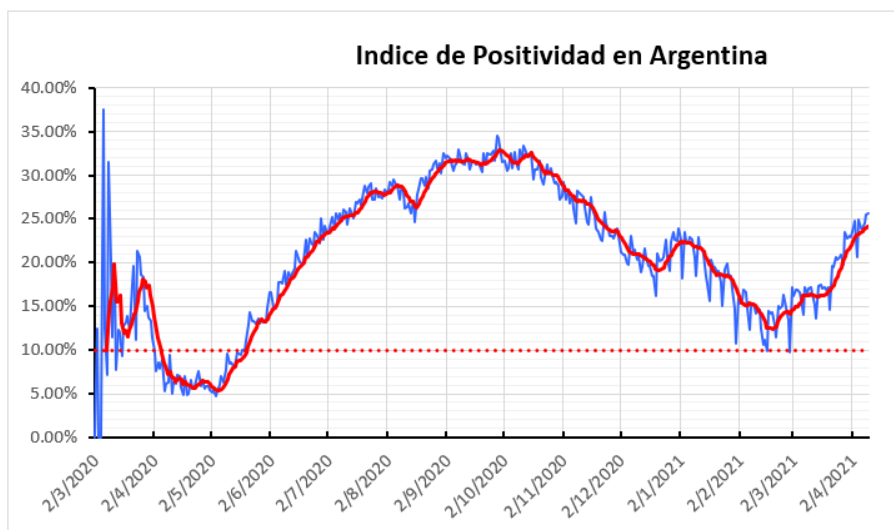


Figura 3. Evolución del índice de positividad en Argentina a partir de *datos oficiales* del Ministerio de Salud Pública de la Nación.



Universidad Nacional
de San Juan



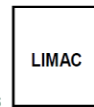
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCFyN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

Es importante recordar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la comunidad científica recomienda alcanzar valores de positividad menores al 10%, para poder así medir y estimar mejor la velocidad de contagios diarios, o realizar 10 tests cada 1000 habitantes. El recomendado es de *alcanzar menos del 5% de positividad* para que el testeo sea empleado como herramienta no farmacológica de mitigación y control de la pandemia.

4. Conclusiones y Observaciones

El cambio en la tendencia **en el crecimiento de los Nuevos Casos y una superación del valor umbral de uno del R_0 con tendencia a subir sostenidamente, muestran un delicado y crítico momento del estado actual de circulación del virus comunitariamente Argentina.**

Se ha alcanzado una **cantidad estimada** promedio semanal de Nuevos Casos de Infectados que supera el pico de la primera ola, del orden de los **27.001 casos diarios con una tendencia creciente y sostenida**. Con esta tendencia, la proyección de los nuevos casos de infectados **en los próximos días se estima en un valor mayor a los 30.000 casos**, superando ampliamente el valor del pico de la primera ola. Esto pone en serio riesgo la saturación del sistema sanitario **en un corto plazo**, produciendo un **colapso eminente** de no tomarse algunas de las tres acciones de mitigación, o combinación de ellas, de manera estrictas y rigurosas en las próximas semanas.

La cantidad de contagios diarios y la media semanal continúan subiendo en forma sostenida, evidenciado por los valores del índice de contagio semanal obtenidos del orden de **$R_0 = 1.35$** .

El índice de positividad ha superado el 20%, una cifra aún muy elevada para ser empleado el testeo como herramienta de mitigación.

El brote se está generando principalmente en el AMBA y las ciudades de las provincias de mayor densidad poblacional y su propagación e intensidad llega al resto de las provincias, en general, con un retardo en el tiempo que depende de la distancia de los focos principales.

Las medidas tomadas por el Gobierno Nacional y Provincial son acertadas en la medida que sean acompañadas por el cumplimiento de la población y controladas estrictamente por las autoridades de contralor correspondientes. **El efecto en el control del brote se podrá observar en el valor de los índices en los próximos 10 a 15 días**. La velocidad de contagio es muy elevada, y a nuestro entender, las medidas tomadas en la restricción de la movilidad poblacional son insuficientes. **Para controlar este severo brote se sugiere ir a una fase 1, o 2 a lo sumo, para poder achatar la curva de contagios y disminuir el R_0 . Resultados de simulación computacionales sugieren el confinamiento por un periodo de 21 días, o al menos 14 días, evidenciado también**



Universidad Nacional
de San Juan



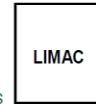
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCFyN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

por varios países que tomaron medidas similares. Otra alternativa es aumentar la cantidad de testeos, para lograr un índice de positividad del orden del 5% para que pueda ser empleado como herramienta de mitigación. Esto permite poder funcionar en fases altas, 4 o 5 inclusive. La otra, es que la población extreme su cuidado personal, el distanciamiento preventivo, la ventilación de los lugares cerrados, el evitar toda reunión social y si se puede quedar en casa que lo haga.

Repetimos lo mismo que en el Reporte último realizado para San Juan, **esta segunda ola** de la pandemia del Covid-19 **pondrá a prueba tanto a la Población como al Gobierno Nacional y los Gobiernos Provinciales**. La población se pondrá a prueba en cuanto al cumplimiento de los respectivos decretos establecidos por el Gobierno Nacional y los Provinciales, y respecto al cuidado personal. El gobierno se pondrá a prueba en cuanto a si será capaz de hacer cumplir estrictamente las nuevas normas y los protocolos establecidos en la habilitación de las diferentes actividades económicas, educativas y de recreación social. **Ambos comportamientos determinaran si dichas acciones son suficientes para controlar el brote de esta segunda ola que recién ha comenzado y de una muy elevada intensidad.**

Desde el punto de vista del control de esta segunda ola será fundamental **cumplir estrictamente** las tres herramientas principales de mitigación no farmacológicas contra el Covid-19:

- 1) **Distanciamiento social preventivo**, que consiste en: a) el empleo, y apropiado uso, de efectivos barbijos y mascarillas; b) la higiene personal con el lavado de manos y el uso de alcohol en gel; c) el distanciamiento entre personas de al menos 2 metros de distancia y el evitar reuniones en lugares poco ventilados.
- 2) **Testeos masivos con aislamiento de sintomáticos, asintomáticos, pre sintomáticos y trazabilidad de los contactos estrechos**. Esto permite operar en fases elevadas de administración de fases de aislamiento poblacional y estar controlando efectivamente la velocidad de contagios del Covid-19.
- 3) **Cumplimiento rigurosamente de las normas establecidas en los respectivos decretos nacional y provincial, y los protocolos acordados** con cada una de las actividades habilitadas.



Universidad Nacional
de San Juan



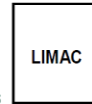
CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba



FCEyN
Facultad de
Ciencias Exactas
Físicas y Naturales



LIMAC
Laboratorio de
Investigación Matemática
Aplicada a Control

Médicos e investigadores infectólogos lo resumen en:

mantener el distanciamiento social, correcto empleo del barbijo, ventilación de los lugares, cumplimiento riguroso de las normas y los protocolos de habilitación de todas las actividades establecidos por las autoridades gubernamentales, el incremento del testeo y secuenciación del genoma del virus a fin de identificar la variante predominante, y por supuesto, la aceleración de la vacunación de toda la población.

Se espera continuar monitoreando atentamente en las próximas semanas la evolución de la *estima de los nuevos casos y la tasa de velocidad de contagios* de manera tal de evaluar la evolución, el control del brote y proyectar el pico de esta segunda ola en la Argentina.