

Análisis sobre el testeo masivo en las poblaciones de Torrejón de Ardoz y Madrid

Entre el Sábado 30 de Mayo y el Miércoles 3 de Junio del 2020 se pretende testar serológicamente a los 130.000 habitantes de Torrejón de Ardoz. Otras ciudades como Madrid también se lo están planteando.

Dichos estudios proveen de manera precisa el alcance de la pandemia COVID-19 en las poblaciones en los que se lleven a cabo. Por un lado, frente al censo poblacional que representan dichos experimentos se pueden contraponer métodos más económicos y menos intrusivos como por ejemplo métodos basados en muestreo poblacional.

Por otra parte, si la finalidad de testar poblaciones masivamente fuese la de frenar la pandemia podríamos plantearnos el planificar la distribución de los tests de forma distinta a la de testar la totalidad de la población en un instante determinado. El presente informe pretende abordar dicha cuestión utilizando como ejemplo las poblaciones de Torrejón de Ardoz y Madrid dado que la primera de ellas está acometiendo a día de redacción del presente informe dicho testeo masivo y la segunda está valorando su posibilidad.

1. Introducción

En países como Singapur y Corea del Sur, el testeo masivo ha sido llevado a cabo junto con otras medidas con la finalidad de frenar el avance de la pandemia debida al COVID-19. Al detectarse casos asintomáticos, acelerar la detección de otros casos y proveer de información a los equipos rastreadores se consigue ralentizar el avance de la pandemia debido al aislamiento y tratamiento precoz de los casos detectados. Sin embargo, al afrontar el llevar a cabo un testeo masivo surgen dudas como las siguientes:

- ¿Los tests masivos ayudan a frenar el avance de la pandemia?
- ¿Es óptimo testar toda una población en un instante dado?
- ¿Cómo distribuir los tests a lo largo del tiempo?
- ¿Conviene distribuir los tests de manera homogénea en el tiempo o de alguna otra forma?

Dos áreas de las Matemáticas pueden ayudarnos a resolver estas preguntas. Una de ellas es la de Sistemas Dinámicos que permite el modelizar el comportamiento de la pandemia a partir del histórico de casos contabilizados, así como proyectar su evolución en futuros escenarios. Otra disciplina, la Investigación de Operaciones, ayuda a optimizar la distribución idónea de tests en base a la situación actual y el comportamiento previsto.

Utilizando métodos de Sistemas Dinámicos, hemos obtenido una estimación de la evolución pasada del virus en las poblaciones de Torrejón de Ardoz y Madrid como la que se observa en la Figura 1.

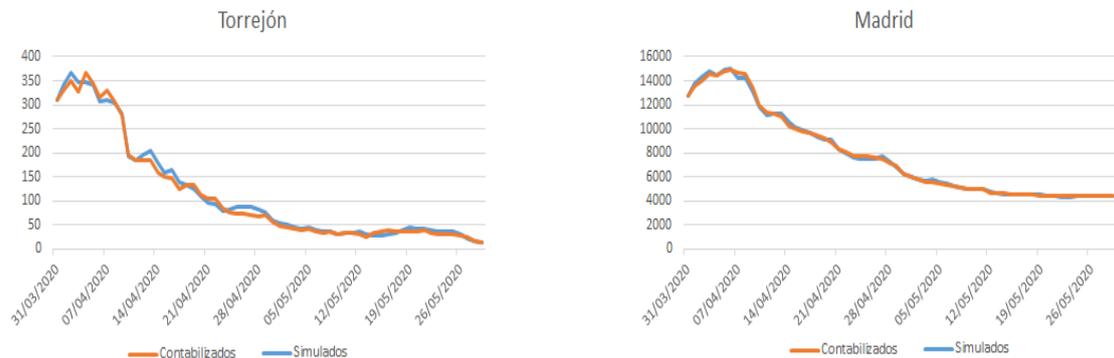


Figura 1: simulaciones de Torrejón y Madrid

En las gráficas de ambas poblaciones, la curva naranja representa el número de casos diarios contabilizados según la Comunidad de Madrid, mientras que la curva azul representa la estimación de casos según el modelo matemático empleado. Las diferencias entre ambas curvas proporcionan la bondad del ajuste logrado.

Respecto a la evolución futura de la pandemia, se han contemplado varios escenarios fruto de la combinación de dos factores: el factor ‘propagación’ y el factor ‘incertidumbre’.

El factor *propagación* hace referencia a la velocidad de expansión de la pandemia, o lo que es lo mismo, la capacidad de contagio del virus. Para este factor se han contemplado tres niveles: *bajo*, *medio* y *alto*.

El factor *incertidumbre* hace referencia a circunstancias ocasionales inesperadas que incrementan el número de contagios en un instante aleatorio dado. Dichas circunstancias, por ejemplo, pueden ser debidas a la visita de personas contagiadas de otras poblaciones o a la celebración de reuniones en las que varias personas se contagian. Para el factor *incertidumbre* se han contemplado dos niveles: *bajo* y *alto*.

Por tanto, de todas las combinaciones posibles de dichos factores obtenemos seis posibles escenarios. Se ha de resaltar que se ha sido muy prudente en la fijación de dichos niveles, inclusive los niveles altos representan un nivel de contención importante de la pandemia, al menos con respecto a los meses ya pasados. Se ha optado por este enfoque de contención debido a las medidas adoptadas con la finalidad de minimizar el avance de la COVID-19: distanciamiento social, uso de mascarillas, teletrabajo, mayor prevención, etc. Para más información respecto a los criterios seguidos para fijar los distintos niveles, véase el **Anexo Técnico**.

La Figura 2 muestra la evolución de la pandemia en Torrejón de Ardoz de Abril a Diciembre del año 2.020 para cada uno de los escenarios evaluados. Igualmente, la Figura 3 muestra la evolución de la pandemia en Madrid de Abril a Diciembre del año 2.020 para cada uno de los escenarios evaluados.

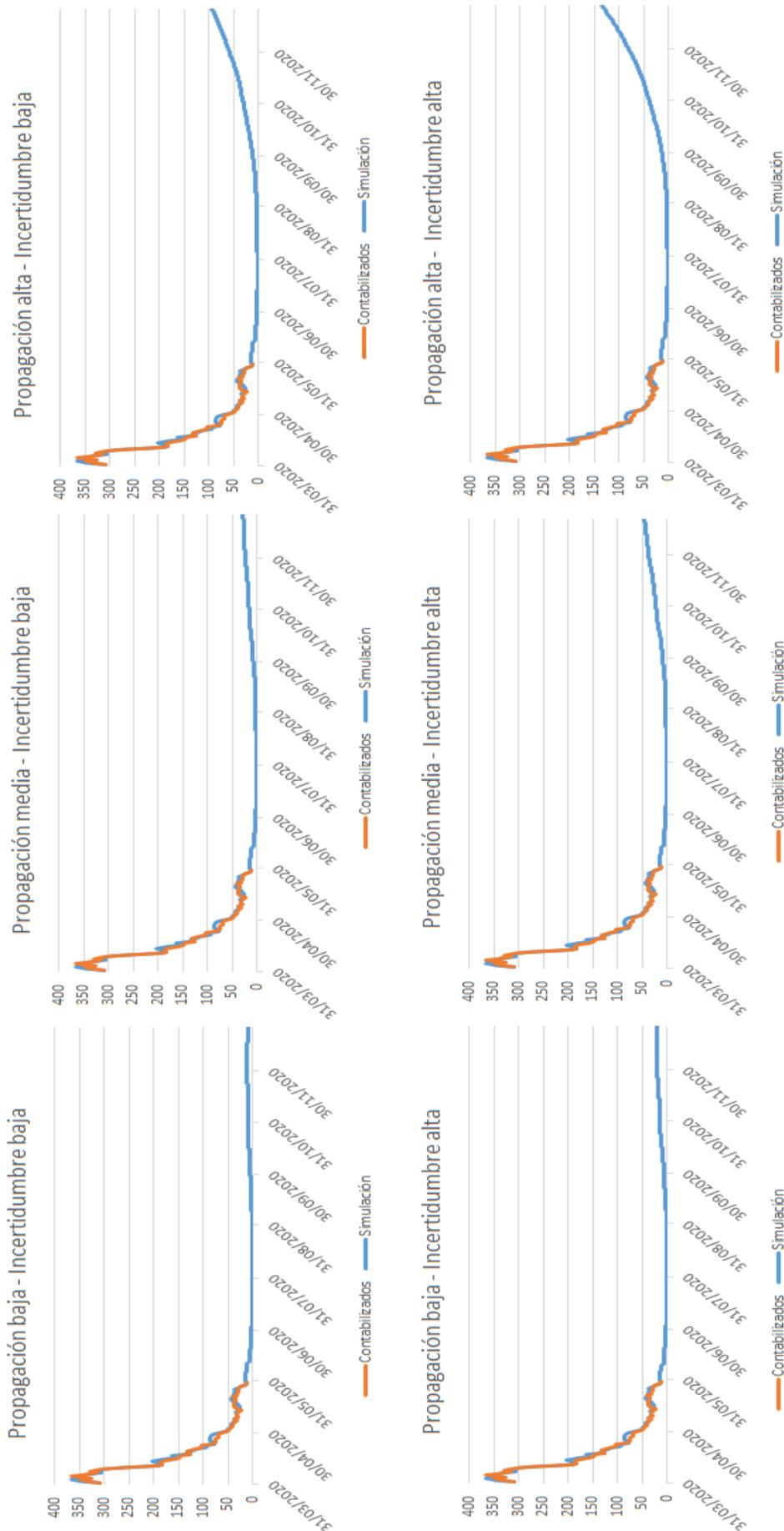


Figura 2: escenarios futuros de Torrejón de Ardoz

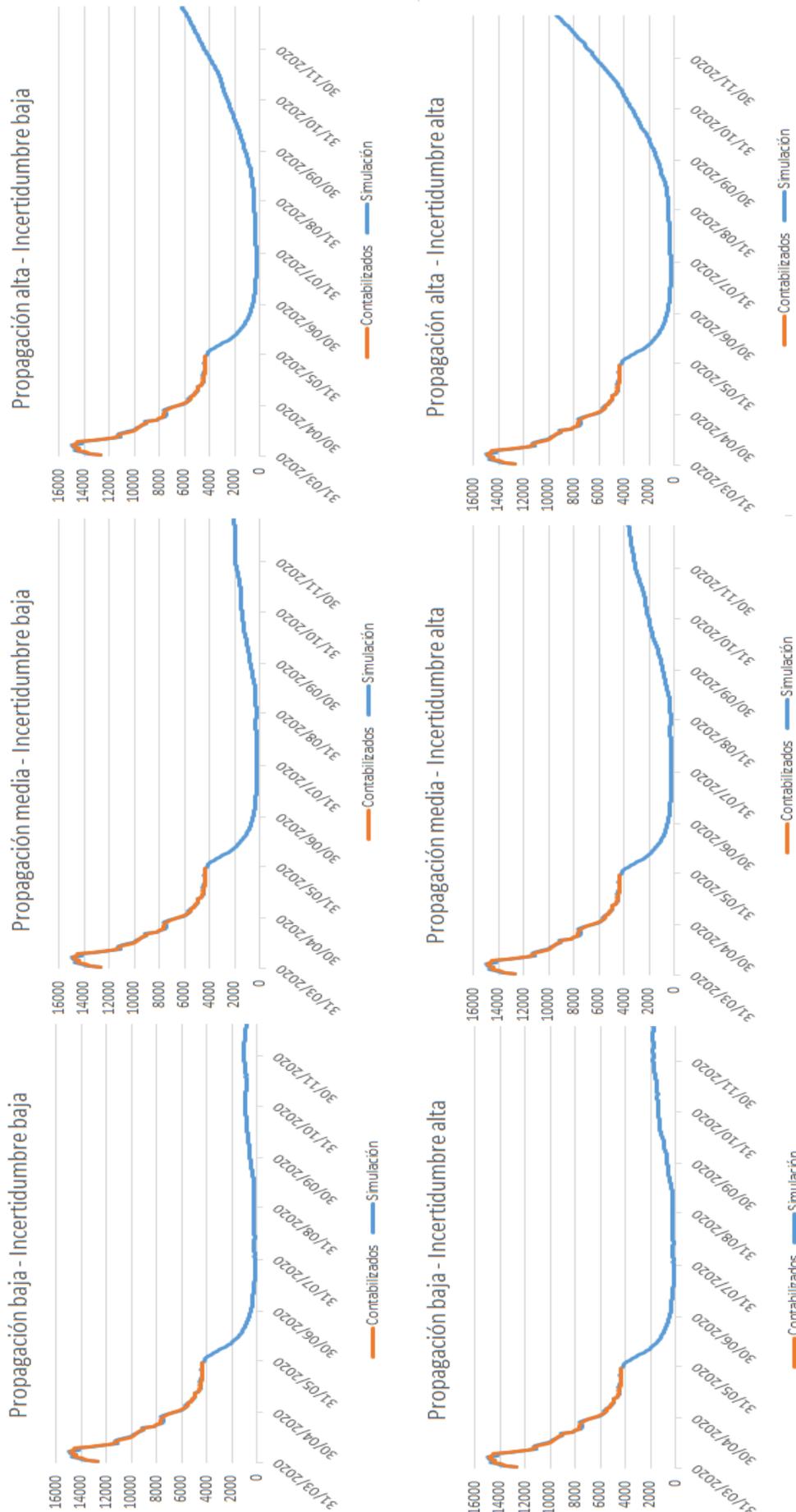


Figura 3: escenarios futuros de Madrid

Finalmente, simulada la evolución hacia el futuro de la pandemia, simplemente se distribuyen los tests entre aquellos días cuya detección de casos implica un mayor freno de la pandemia debido al ahorro de contagios que supone el aislamiento de dichos casos.

2. Resultados

Se ha computado el número de personas contagiadas a partir del 1 de Junio bajo las siguientes situaciones:

- Sin tests: no se realizan tests masivos, sí los correspondientes al diagnóstico previa manifestación de síntomas.
- Tests al inicio: se testa toda la población bajo el utópico supuesto de que se es capaz de testarla completamente y en un único instante. A las 0:00 del día 1 de Junio es completamente testada la población.
- Distribución inteligente: los tests necesarios para testar a toda la población se distribuyen a lo largo de los meses de Junio a Diciembre mediante un método de planificación inteligente como el previamente comentado.

La Tabla 1 muestra el número de contagios en Torrejón de Ardoz según los distintos métodos de distribución de tests y para cada uno de los escenarios.

Propagación	Incertidumbre	Sin tests	Tests al inicio	D. inteligente
Baja	Baja	176	158	156
Media	Baja	335	306	280
Alta	Baja	790	708	600
Baja	Alta	256	238	230
Media	Alta	473	443	390
Alta	Alta	1.047	966	795

Tabla 1: contagios en Torrejón de Ardoz según el método de distribución de tests

La Tabla 2 muestra el número de contagios en Madrid según los distintos métodos de distribución de tests y para cada uno de los escenarios.

Propagación	Incertidumbre	Sin tests	Tests al inicio	D. inteligente
Baja	Baja	16.833	16.584	15.267
Media	Baja	29.134	27.390	24.422
Alta	Baja	61.900	54.440	47.942
Baja	Alta	23.720	23.451	21.546
Media	Alta	40.561	38.774	34.545
Alta	Alta	82.113	74.551	63.767

Tabla 2: contagios en Madrid según el método de distribución de tests

3. Conclusiones

A raíz de los resultados anteriores, puede observarse que en todos los escenarios analizados es preferible testar masivamente mediante una distribución inteligente a lo largo del tiempo frente al testeo inicial, inclusive cuando este pudiera realizarse completamente y en un instante dado.

El testeo mediante distribución inteligente a lo largo del tiempo logra reducir el número de contagios, y por tanto de fallecimientos, entre un 9% y un 24% en función del escenario. El testeo al inicio también logra reducir el número de contagios y fallecimientos, sin embargo, dicha reducción oscila entre un 4% y un 12% según el escenario. Dado que el testeo inicial se ha planteado bajo la circunstancia utópica de que se puede testar completamente una población en un instante dado, en la práctica los porcentajes de reducción de contagios son aún menores.

Dado que los escenarios y las condiciones son cambiantes a lo largo del tiempo, e incluso es difícil saber de entre los múltiples escenarios posibles cuál es el que va a acontecer en el futuro, para implantar un sistema de distribución inteligente es aconsejable el revisar día a día los parámetros y estimaciones en función de los datos de contagios que se van obteniendo, planificando nuevamente las distribuciones de tests.

Anexo técnico

- Los datos utilizados han sido obtenidos a través del portal de datos abiertos de la Comunidad de Madrid:
http://datos.comunidad.madrid/catalogo/dataset/covid19_tia_muni_y_distritos
- Las simulaciones de la pandemia han sido realizadas mediante modelos SEIR, estimando sus parámetros a través de la técnica Differential Evolution.
- Se ha supuesto que los meses de verano ralentizan la propagación de la pandemia. Ello es reflejado en las simulaciones mediante un avance del virus a un ritmo menor que el de las últimas semanas de Mayo durante los meses de Junio, Julio y Agosto. Durante Septiembre, Octubre y Noviembre en los escenarios de propagación baja se han fijado los parámetros que logran un nivel de propagación estable. En cambio, en los escenarios de propagación media ese ritmo de propagación es aumentado en un 15% y en los escenarios de propagación alta en un 30%.
- El nivel de incertidumbre bajo es simulado mediante un evento aleatorio con probabilidad de suceso de un 10% durante los meses de Junio, Julio y Agosto y del 30% durante el resto de meses. El nivel de incertidumbre alto es simulado mediante un evento aleatorio con probabilidad de suceso de un 10% durante los meses de Junio, Julio y Agosto y del 50% durante el resto de meses.
- En caso de suceder un evento incierto, 1 persona más es contagiada en Torrejón de Ardoz, mientras que 25 personas más resultan contagiadas en Madrid (la población de Madrid es aproximadamente 25 veces mayor que la de Torrejón de Ardoz).
- Todos los cálculos, estimaciones y simulaciones han sido realizados mediante el sistema inteligente para la distribución de tests CIO-Vid, desarrollado por el Instituto de Investigación CIO de la Universidad Miguel Hernández. Dado un número de tests, dicho

sistema planifica la distribución de los mismos entre las distintas poblaciones de una región y a lo largo de un horizonte temporal. Todos los parámetros, estimaciones y planificaciones que este sistema realiza se autocalibran y corrigen diariamente en función de los nuevos datos de contagios que surgen día tras día.

Referencias

- [1] Christian Gollier, Olivier Gossner. Group testing against Covid-19. Covid Economics, Centre for Economic Policy Research CEPR, 2020, 1 (2), pp.32-42. hal-02550740
- [2] Lekone PE, Finkenstädt BF. (2006). Statistical inference in a stochastic epidemic SEIR model with control intervention: Ebola as a case study. Biometrics, 62(4):1170– 7.
- [3] Nuria Oliver, Xavier Barber, Kirsten Roomp, Kristof Roomp. The Covid19Impact Survey: Assessing the Pulse of the COVID-19 Pandemic in Spain via 24 questions. arXiv:2004.01014

Autores

José Luis Sainz-Pardo Auñón
José Valero Cuadra
Juan Francisco Monge Ivars

Investigadores del Instituto Centro de Investigación Operativa (CIO)
Profesores de la Universidad Miguel Hernández