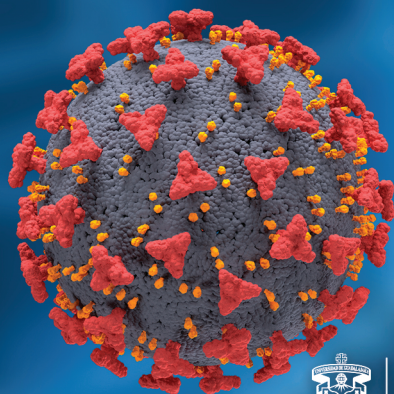


Determinantes de la desigualdad, demográficos y de movilidad en la predicción y distribución del riesgo y progresión de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en México



CUCEA

El mejor lugar para el talento

César Augusto Ricardi Morgavi



**Determinantes de la desigualdad,
demográficos y de movilidad en la predicción
y distribución del riesgo y progresión
de la enfermedad por coronavirus 2019
(COVID-19) en México**

**Determinantes de la desigualdad,
demográficos y de movilidad en la predicción
y distribución del riesgo y progresión
de la enfermedad por coronavirus 2019
(COVID-19) en México**

César Augusto Ricardi Morgavi



CUCEA

El mejor lugar para el talento

Para garantizar la calidad, pertinencia académica y científica de esta obra, el manuscrito fue sometido a arbitraje por medio de dictaminación a doble ciego, avalado por el Comité Editorial del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara, México.

IMPORTANTE: Las opiniones vertidas en este libro son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente la línea editorial ni opinión del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas.

Primera edición, 2025

D.R. © 2025, Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas

Av. Periférico Norte 799

Núcleo Universitario Los Belenes,

Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45100

ISBN: 978-607-581-920-4

Editado y hecho en México

Edited and made in México

Índice del contenido

I. Contexto.....	11
II. Métodos, predictores y fuentes	15
III. Distribución espacial del riesgo.....	33
IV. Predicción del riesgo en perspectiva comparada en entidades federativas.....	39
1. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 1 Neumonía	39
2. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 2 Hospitalización	43
3. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 3 Defunción	45
V. Predicción del riesgo con enfoque poblacional por región	49
VI. Región Norte.....	53
1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Norte	53
2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Norte.....	56
3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Norte.....	59

VII. Región Norte Occidente.....	63
1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Norte Occidente	63
2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Norte Occidente	66
3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Norte Occidente	68
VIII. Región Centro Occidente	71
1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Centro Occidente	71
2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Centro Occidente	73
3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Centro Occidente	75
XI. Región Centro.....	79
1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Centro.....	79
2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Centro.....	81
3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Centro.....	83

X. Región Sur.....	87
1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Sur	87
2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Sur	89
3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Sur	91
XI. Conclusiones	95
Referencias	105
Anexos.....	109

I.

Contexto

A lo largo de los meses de enero y febrero del año 2020, el virus conocido como Síndrome Respiratorio Agudo Severo Tipo 2 (SARS-COV-2), un tipo de coronavirus detectado el 31 de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, República Popular de China, que provoca la denominada enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19, del inglés *Coronavirus Disease 2019*), se propagó hacia una veintena de países (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). A la fecha de este escrito, 5:16 pm hora de verano de Europa Central del 30 de mayo de 2022, la enfermedad registra a nivel global 170,751 casos nuevos en las últimas 24 horas, un total de 526,182,662 casos confirmados y 6,286,057 fallecimientos (OMS, 2022).

En la primera mitad del año 2020 y a pesar de que no supera el 10% de la población mundial, América Latina se constituyó en uno de los epicentros de contagio por el virus y de altas tasas de incidencia y fallecimientos por la enfermedad que produce (COVID-19), mientras que México se convirtió en el núcleo de este epicentro, registrando tasas de mortalidad total diaria y mortalidad acumulada elevadas para el tamaño de su población, tomando a la población total latinoamericana como referencia; representando apenas el 20% de esta última, pero alcanzando el 40% del total de muertes por COVID-19 de la región (Knaul et al., 2021). A la fecha de este escrito (5:16 pm hora de verano de Europa Central del 30 de mayo de 2022), en México se alcanzaron los 5,759,773 casos confirmados y

324,768 fallecimientos desde que se oficializó la identificación de los primeros tres casos, el día 28 de febrero de 2020 (OMS, 2022).

La naturaleza federativa de la República Mexicana, conformada por un régimen de estados libres, pero unidos en una federación, y el carácter descentralizado de las funciones y obligaciones del sistema de salud, definieron diferencias en el peso con que el diseño e implementación de la política pública para enfrentar la contingencia por COVID-19 recayó en las autoridades subnacionales de nivel estatal (Knaul et al., 2021). Declarada oficialmente la pandemia, la Secretaría de Salud, cuerpo de gobierno del Sistema Nacional de Salud y máxima autoridad sanitaria a nivel federal, estableció una política y los lineamientos para contener y mitigar sus efectos,¹ no obstante, la carga del diseño y ejecución de las medidas fue asumida por las autoridades sanitarias estatales, que en el ejercicio de sus obligaciones y atribuciones, las ejecutaron en aras de reducir la extensión de los contagios, el aumento de la enfermedad, la transición a estadios de mayor severidad, la saturación de sus sistemas sanitarios y el aumento de las muertes (Dong, Du y Gardner, 2020). De aquí que algunas investigaciones afirmen que, en México, no hubo una sola pandemia, sino 32 diferentes, una por cada entidad federativa, o bien, tantas como regiones del territorio nacional puedan delimitarse, dando lugar a una alta heterogeneidad en cuanto a las medidas implementadas, riesgos experimentados y resultados obtenidos (Knaul et al., 2021).

En este contexto de alta heterogeneidad, algunas investigaciones evidencian la escasa relevancia que reviste el control de los factores socio-demográficos y determinantes sociales de la desigualdad y exclusión social como política de contención de los contagios y la enfermedad (COVID-19) durante la pandemia (Jay et al., 2020; Mejía et al., 2020; Rodríguez et al.,

¹ Conforme a lo establecido en el Plan de Respuesta y Preparación Estratégica para COVID-19 de la Organización Mundial de la Salud (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

2020). En contrapartida, otra serie de investigaciones encuentran un rol significativo desempeñado por estos factores en la contención de la enfermedad y su progresión entre estadios de severidad (Cortés y Ponciano, 2021; Ferreira, 2020; Ibarra et al., 2020; Millán et al, 2020), mientras que otro grupo que de igual forma constata la relevancia de su efecto, encuentra que sería moderado frente al que ejercen las comorbilidades, principalmente las cardiometabólicas, que al combinarse intensifican el riesgo (Carrillo, 2020; Kammar et al., 2020).

El objetivo de esta investigación es predecir el riesgo de encontrarse en diferentes estadios de severidad de COVID-19 y conocer cómo se distribuye en el territorio nacional a partir de dos delimitaciones espaciales diferentes, pero complementarias; entre entidades federativas y entre regiones de México. Se desprenden algunos objetivos específicos como el identificar el modelo más parsimonioso que explique la mayor proporción de la variabilidad del riesgo con base en predictores estadísticamente significativos, cuyo examen de la fuerza y dirección nos permita diferenciar el peso de cada grupo de determinantes; demográficos, sociodemográficos, de comorbilidad, de desigualdad y de movilidad espacial. Por otra parte, se tiene por objetivo específico descubrir la relevancia (significancia estadística), capacidad predictiva (fuerza) y dirección de los determinantes sociales de la desigualdad para predecir el cambio del riesgo de encontrarse en diferentes estadios de severidad entre entidades federativas, cuando no se controlan predictores demográficos y de movilidad espacial (sección 1, modelo prototipo 1) y cuando sí se los controla (sección 1, modelo prototipo 2).

Un ejercicio de análisis similar, pero invirtiendo la lógica en el control de predictores, se desarrolla en la sección 2, bajo una perspectiva que compara regiones y que evalúa los factores sociodemográficos y las comorbilidades para predecir el riesgo de encontrarse en diferentes estadios de severidad, cuando no se controlan los determinantes sociales de la desigualdad (sección 2, modelo prototipo 3) y cuando sí se los controla (sección 2, modelo proto-

tipo 4). Los tres estadios de severidad de interés sobre los que se analiza el riesgo se relacionan bajo una lógica latente de progresión desde un menor a un mayor grado de severidad; el estadio 1, contar con un diagnóstico de neumonía siendo ambulatorio, el estadio 2, hospitalización y el estadio 3, la no sobrevivencia del paciente (defunción).

Los modelos prototipo 1 y prototipo 2 de la sección 1 son el resultado de aplicar la técnica de Regresión Lineal Múltiple (RLM) y los prototipos 3 y 4 de la sección 2 de aplicar la técnica de Regresión Logística Binaria Multivariante (RLBM). Bajo estas técnicas, las relaciones de dependencia analizadas entre las variables predictoras y el riesgo no se derivan estrictamente de un principio de causalidad, no obstante, implícitamente puede inferirse. El diseño de esta investigación es retrospectivo, de sección cruzada y emplea en su análisis los registros de casos confirmados positivos de SARS-COV-2, de los cuales se predice el riesgo de avanzar hacia diferentes estadios de severidad de COVID-19. Los registros se seleccionaron tras depurar la base de datos de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal de México (ss) (ss, 2021), la que constituye la principal fuente de información del análisis.

II. Métodos, predictores y fuentes

La estrategia de análisis consta de dos grandes secciones que desarrollan el análisis bajo una perspectiva comparativa de distribución espacial del riesgo. En la primera sección el análisis se orienta a descubrir la capacidad predictiva de los modelos, tanto de los que controlan los efectos de terceras variables como de los que no, la significancia estadística de los predictores, su fuerza y dirección (coeficientes) y las mediación o neutralización existente entre los efectos. En el análisis de esta sección 1, la comparación es entre entidades federativas, por lo tanto, el N casos poblacional lo constituye los 32 estados del país (N=32), en contraste con la sección 2, donde las observaciones son los casos confirmados positivos de SARS-COV-2 (N=501729).

La población de estudio la conforman los casos confirmados positivos de SARS-COV-2 por medio de la prueba de laboratorio en tiempo real de la Reacción en Cadena de la Polimerasa con Transcripción Inversa (en inglés RT-PCR, *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction*). Los valores de las variables dependientes que representan la variación del riesgo en los tres estadios de severidad cuando se analizan las entidades federativas (sección 1), se estimaron a partir de la base de observaciones individuales, siendo más precisamente el resultado de los coeficientes exponenciados de una regresión logística binaria.

La base de datos de la que se parte para el análisis, confeccionada por la Dirección General de Epidemiología (DGE) de la Secretaría de Salud, registra todos los casos reportados como positivos a SARS-COV-2 y los clasi-

ficados como confirmados de COVID-19, reportados por establecimientos médicos de los tres niveles de atención en salud de los sectores público y privado. La base se alimenta de casos detectados por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedad Respiratoria Viral (SISVER), informados a través 475 Unidades de Salud Monitoras de Enfermedades Respiratorias (USMER), distribuidas en todos los estados del país con la finalidad de monitorear diferentes virus que producen enfermedades de etiología respiratoria, entre los que se cuenta el SARS-COV-2.

La base de datos original se depuró y sistematizó, acotándose a los casos en los que la progresión de la enfermedad a través de diferentes estadios de severidad tuvo lugar entre el 3 de marzo de 2020 y el 14 de marzo de 2021. En aras de reducir posibles sesgos, se excluyó a la población menor de 25 años de edad, mientras que, para reducir el efecto del retraso en la notificación de las defunciones, se excluyeron los registros correspondientes a los últimos 10 días. De este modo, se obtuvo una base con 632,105 registros de casos confirmados positivos de SARS-COV-2, donde un 79.3% de los casos contenían registros de datos completos (N=501729).

Se definieron tres variables dependientes sobre las cuales se evalúa la capacidad explicativa global de los modelos y la específica de sus predictores. Estas variables se ordenan en el análisis bajo una lógica progresiva de menor a mayor severidad en los estadios de la enfermedad. El estadio de menor gravedad es aquél en el cual el paciente de COVID-19 sólo ha sido diagnosticado de neumonía y es ambulatorio (no hospitalizado). El estadio de mayor gravedad es la no sobrevivencia a COVID-19 (defunción). Entre éstos, se establece el estadio intermedio de hospitalización.

El modelo teórico general de análisis que se plantea para la primera sección emplea dos prototipos de modelos de regresión lineal múltiple (RLM) (prototipo 1 y 2) para predecir en qué dirección y magnitud varía el riesgo de encontrarse en uno u otro estadio de gravedad bajo una perspec-

tiva comparativa entre las entidades federativas. Con base en estos prototipos se busca comprobar si los determinantes sociales de la desigualdad son estadísticamente significativos en la predicción del riesgo de que el paciente se encuentre en los estadios de severidad de COVID-19, pero también, si lo son, y con qué fuerza y dirección, cuando se controlan factores demográficos y asociados a la movilidad espacial (desplazamientos) de la población. Las variables dependientes (estadios de severidad), como los predictores introducidos en los prototipos 1 y 2, agrupables bajo tres dimensiones más amplias (1. determinantes sociales de la desigualdad, 2. predictores demográficos y 3. de movilidad espacial), quedan definidos como detalla el Cuadro 1.

Cuadro 1.

Resumen de las variables incluidas en la RLM, prototipos 1 y 2

Variables	Descripción	Estimación	Tipo
Neumonía (dependiente)	Diagnóstico de neumonía	Valores de los coeficientes que estiman la probabilidad de tener un diagnóstico de neumonía para las entidades federativas	Continua numérica
Hospitalización (dependiente)	Paciente no ambulatorio por internación en hospital	Valores de los coeficientes que estiman la probabilidad de hospitalización para las entidades federativas	Continua numérica
Defunción (dependiente)	No sobrevivencia	Valores de los coeficientes que estiman la probabilidad de hospitalización para las entidades federativas	Continua numérica

Continuación Cuadro 1.

Variables	Descripción	Estimación	Tipo
Índice de marginación	Identifica la intensidad de las privaciones y exclusión de la población en el año 2020 acorde a la definición de CONAPO*	Valor del índice para cada entidad federativa	Continua numérica
Índice de salud	Promedio de la expectativa de vida en un rango que fija el máximo en 85 años de edad y el mínimo en 25, conforme a los valores definidos por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Valor del índice para cada entidad federativa	Continua numérica
Porcentaje de la población en situación de pobreza multidimensional	Es la proporción de la población con ingresos económicos inferiores a la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI) (antes Línea de Bienestar) y que se encuentra afectada al menos por una carencia social acorde a la definición de Coneval	Porcentaje en cada entidad federativa	Continua numérica
Ingreso per cápita	Ingreso económico total corriente promedio trimestral por hogar 2020 acorde a las estimaciones de INEGI	Valores monetarios corrientes en dólares para cada estado	Continua numérica
Tamaño de la población	Población total estimada en el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI	Número de habitantes por cada entidad federativa	Discreta numérica

Continuación Cuadro 1.

Variables	Descripción	Estimación	Tipo
Densidad poblacional	Concentración de la población a partir de estimaciones de INEGI	Número de habitantes por km ²	Continua numérica
Gasto público en salud per cápita	Gasto público en salud por habitante como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en 2018 según Cubos Dinámicos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS-ss).	Porcentaje en cada entidad federativa	Continua numérica
PIB per cápita	PIB per cápita 2019 con base igual 100 en 2013 según estimaciones de INEGI	Valores monetarios constantes en dólares para cada entidad federativa	Continua numérica
Movilidad espacial	Operacionalizada en seis indicadores según los Informes de Movilidad Local (IML) de Google LLC: <ol style="list-style-type: none"> 1. Desplazamientos desde el lugar de residencia 2. Hacia lugares de trabajo 3. Hacia comercios y lugares de recreación 4. Hacia playas, parques y jardines públicos 5. Hacia estaciones públicas de transporte 6. Hacia abarrotes y farmacias 	Promedio de los porcentajes diarios de la movilidad para el período de interés y respecto a un valor de referencia	Continua numérica

Nota: * Se utilizan las estimaciones del IM para entidades federativas corregidas según consta en la nota técnica actualizada del 3 de diciembre de 2021 de Conapo.

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Salud 2021, Conapo 2020, PNUD 2019, INEGI 2020, Knaul et al., 2021, Díaz Castro et al. 2021, GoogleLLC 2020.

El modelo de análisis general de la primera sección del cual se derivan los prototipos 1 y 2, da pie a formular las siguientes hipótesis, que jerarquizadas de menor a mayor complejidad se relacionan del siguiente modo:

Hipótesis 1: Los determinantes sociales de la desigualdad son predictores *estadísticamente significativos* de los estadios de severidad de COVID-19 cuando se evalúan sus efectos sin ajustar por los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial (prototipo 1).

Hipótesis 2: Controlados los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial, los determinantes sociales de la desigualdad pierden su *significancia estadística* en la predicción de los estadios de severidad (prototipo 2). Confirmar esta hipótesis permitiría afirmar que la relevancia explicativa de los determinantes sociales de la desigualdad se encuentra mediada (influida) por factores demográficos y de desplazamiento espacial de la población.

Hipótesis 3: Controlados los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial, los determinantes sociales de la desigualdad reducen su *capacidad predictiva* (fuerza de sus coeficientes) sobre los estadios de severidad (prototipo 2). Confirmar esta hipótesis permitiría avanzar hacia la afirmación de que la fuerza predictiva de los determinantes sociales de la desigualdad se encuentra mediada por los factores demográficos y de desplazamiento de la población.

Hipótesis 4: El modelo prototipo 1, que evalúa el efecto de los determinantes sociales de la desigualdad sobre los estadios de severidad sin ajustar por los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial, reporta una mayor *capacidad predictiva global* (proporción de la variabilidad explicada) respecto al modelo prototipo 2, donde sí se ajustan. Confirmar esta hipótesis permitiría afirmar que el modelo más parsimonioso, esto es, que emplea el menor número de predictores, en este caso, sólo los determinantes sociales de la desigualdad, es preferible al

modelo extendido, que adiciona a la ecuación los predictores demográficos y de movilidad espacial (prototipo 2).

Hipótesis 5: En la medida que se progresa hacia un estadio de mayor severidad de COVID-19, tanto los determinantes sociales de la desigualdad como los factores demográficos y de movilidad espacial, siempre que sean estadísticamente significativos, intensifican su capacidad predictiva, esto es, la fuerza de los coeficientes. Confirmar esta hipótesis sugiere que además de los determinantes sociales de la desigualdad, el tamaño y densidad poblacional y los cambios en la movilidad espacial de la población conforman predictores cada vez más fuerte en la progresión de menor a mayor gravedad de los estadios.

El modelo teórico general de análisis que se plantea para la segunda sección (sección 2), emplea los modelos prototipos 3 y 4 que se valen de la técnica de regresión logística binaria múltiple (RLBM) para predecir la distribución espacial del riesgo de encontrarse en los distintos estadios de severidad de COVID-19 para la población de cinco regiones. La regionalización sigue un criterio de agregación de entidades federativas conforme a la variabilidad (distancias) de los niveles de desigualdad y la comunalidad (aproximaciones) de los sectores económicos (Centro de Estudios Espinosa Yglesias [CEEY], 2021), quedando definida del siguiente modo (Figura 1):

- Norte: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.
- Norte Occidente: Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Durango y Zacatecas.
- Centro Occidente: Jalisco, Aguascalientes, Colima, Michoacán y San Luis Potosí.
- Centro: Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Ciudad de México y Puebla.

- Sur: Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Figura 1.

Delimitación regional del territorio nacional empleada en el análisis



Fuente: Elaboración propia con base en CEEY, 2021.

Con base en los prototipos 3 y 4 se busca comprobar si el efecto de las comorbilidades, individual y combinadamente es estadísticamente significativo en la predicción del riesgo, así como con qué fuerza y dirección consigue predecirlo, pero también si los son, con qué magnitud y en qué dirección, los determinantes sociales de la desigualdad. En esta sección se introducen predictores sociodemográficos como sexo y edad junto a los de comorbilidad y desigualdad social. Los prototipos 3 y 4 permiten formular las siguientes hipótesis interdependientes que, jerarquizadas de menor a mayor ambición predictiva, quedan definidas del siguiente modo:

Hipótesis 1: Las comorbilidades y factores sociodemográficos (sexo y edad) son predictores *estadísticamente significativos* de los estadios de severidad de COVID-19 cuando se evalúan sus efectos sin ajustar por los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 3).

Hipótesis 2: Controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, las comorbilidades pierden su *significancia estadística* en la predicción de los estadios de severidad (prototipo 4). Confirmar esta hipótesis permitiría afirmar que la relevancia predictiva de las comorbilidades se encuentra mediada o influida por los determinantes sociales de la desigualdad.

Hipótesis 3: Controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, las comorbilidades reducen su capacidad *predictiva* a través de la disminución en la fuerza de sus coeficientes, sobre los estadios de severidad (prototipo 4). Confirmar esta hipótesis permitiría afirmar que la fuerza predictiva de las comorbilidades se encuentra mediada por los determinantes sociales.

Hipótesis 4: El modelo prototipo 3, que evalúa el efecto de las comorbilidades sobre los estadios de severidad sin ajustar por los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, reporta una mayor capacidad predictiva global (proporción de la varianza explicada) respecto al modelo en que sí se ajustan (prototipo 4). Confirmar esta hipótesis permitiría afirmar que el modelo más parsimonioso, que emplea menor número de predictores, en este caso, sólo las comorbilidades y factores sociodemográficos, es preferible al modelo extendido que adiciona a la ecuación de regresión los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4).

Hipótesis 5: En la medida en que se progresa hacia un estadio de mayor severidad de COVID-19, las comorbilidades, los factores sociodemográficos y los determinantes de la desigualdad, siempre que sean estadísticamente significativos, intensifican su capacidad predictiva (fuerza de los coefi-

cientes). Confirmar esta hipótesis sugiere que además de las comorbilidades, los factores sociodemográficos (sexo y edad) y los determinantes de la desigualdad (derecho a la seguridad social, ascendencia indígena y grado de marginación) conforman predictores cada vez más fuertes en la progresión de la severidad de los estadios.

Para el modelo prototipo 3, se consideran como predictores, la edad, el sexo, las comorbilidades cardiometabólicas y las que llamaremos comorbilidades respiratorias, por ser en su mayoría de esta etiología (a excepción de la inmunosupresión). En el modelo prototipo 4, además de los anteriores se introducen los predictores de la desigualdad social; ascendencia indígena, capturada a través del proxy de la lengua hablada, con independencia de si se habla también el español; el derecho a la seguridad social capturado a través del sector que brinda la atención en salud; y el grado de exclusión social capturado a través del grado de marginación del municipio de residencia del paciente (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Resumen de las variables incluidas en la RLBM, prototipos 3 y 4

Variables	Descripción	Categorías	Tipo
Neumonía (dependiente)	Paciente ambulatorio con diagnóstico de neumonía	0. No (CR) 1. Sí	Categoría dicotómica
Hospitalización (dependiente)	Paciente hospitalizado con independencia de si cuenta o no con diagnóstico de neumonía.	0. No (CR) 1. Sí	Categoría dicotómica
Defunción (dependiente)	No sobrevivencia	0. No (CR) 1. Sí	Categoría dicotómica
Sexo	Identifica el sexo declarado	0. Mujer (CR) 1. Hombre	Categoría dicotómica

Continuación Cuadro 2.

Variables	Descripción	Categorías	Tipo
Edad	Edad estimada a partir de la fecha de nacimiento	1. 25-34 (CR) 2. 35-44 3. 45-54 4. 55-64 5. 65-74 6. 75 y +	Ordinal politómica
Comorbilidades cardiometabólicas	Comorbilidades individuales y combinadas aditivamente	1. Ninguna (CR) 2. Diabetes 3. Hipertensión 4. Obesidad 5. Diabetes e hipertensión 6. Diabetes y obesidad 7. Hipertensión y obesidad 8. Diabetes, hipertensión y obesidad	Ordinal politómica
Comorbilidades respiratorias	Comorbilidades individuales y combinadas aditivamente	1. Ninguna (CR) 2. Asma 3. EPOC 4. Inmunosupresión 5. Asma y EPOC 6. Asma e inmunosupresión 7. EPOC e inmunosupresión 8. Asma, EPOC e inmunosupresión	Ordinal politómica

Continuación Cuadro 2.

Variables	Descripción	Categorías	Tipo
Habla lengua indígena	Identifica si habla al menos una lengua indígena con independencia de si habla español	0. No (CR) 1. Sí	Categoría dicotómica
Seguridad social	Identifica si la atención se recibió por parte de instituciones de salud del seguro social o servicios privados o de instituciones dirigidas a la población abierta	0. Sí (CR) 1. No	Categoría dicotómica
Grado de marginación	Identifica el grado de marginación social del municipio de residencia del paciente en el año 2020 con base en el IM	1. Muy bajo 2. Bajo 3. Medio 4. Alto 5. Muy alto	Ordinal politómica

Nota: CR= categoría de referencia.

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

La variable comorbilidades cardiometabólicas es de tipo ordinal politómica (Cuadro 2) y se definió a partir de la combinación aditiva de las categorías diabetes, hipertensión y obesidad, estratificando la población de pacientes entre quienes no las poseen (ninguna comorbilidad cardiometabólica), quienes poseen solamente una, diferenciando según su tipo, quienes poseen una combinación aditiva de dos, diferenciando según su tipo, y quienes cuentan con las tres conjuntamente (Cuadro 2). La variable comorbilidades respiratorias sigue el mismo criterio de segmentación, distinguiendo entre la población que no las posee, aquella que posee una, distinguiendo según su tipo, la que posee una combinación aditiva de dos, según su tipo, y la que se ve afectada por las tres conjuntamente (Cuadro 2).

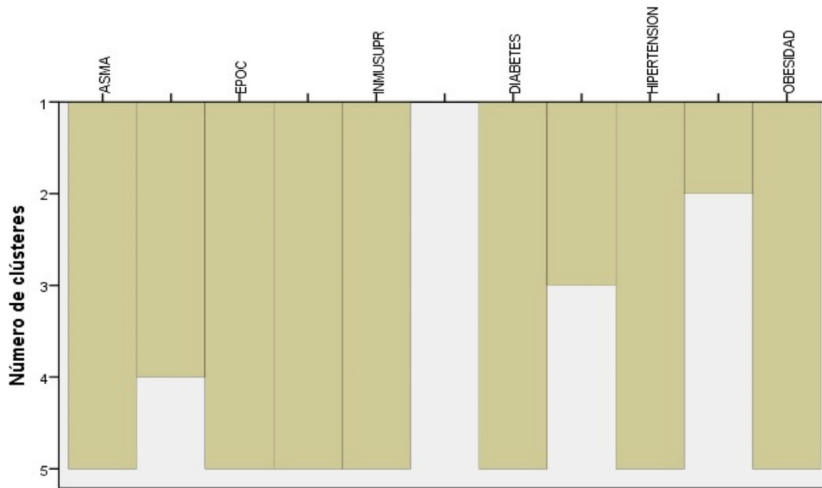
La construcción de las variables de las comorbilidades, cardiometabólicas y respiratorias, cuyas categorías (indicadores) se combinan aditivamente, responde a la constatación de que los pacientes de COVID-19 tienden a presentar no solamente una, sino varias comorbilidades simultáneamente.

Los criterios de diferenciación entre comorbilidades cardiometabólicas y respiratorias y de su combinación aditiva, son el resultado de un análisis multivariante de carácter exploratorio basado en la técnica de Análisis de Conglomerados Jerárquicos (ACJ). Esta técnica emplea el método de vinculación de Ward para aglomerar, lo cual mejora la agregación progresiva de grupos al realizarlo bajo el mínimo error cuadrático y la mínima pérdida de inercia en cada etapa de unión. Es decir, que va juntando de a dos unidades (comorbilidades) o grupos en cada etapa de tal forma que la disminución de la varianza entre grupos sea la menor posible, con lo que se logra optimizar la proporción de la varianza explicada por la unión y minimizar el error (varianza residual).

En el diagrama de témpanos (Gráfica 1), se puede advertir que en la primera solución (solución 1) se conforman dos conglomerados que agrupan, por un lado, asma, EPOC e inmunosupresión y, por el otro, diabetes, hipertensión y obesidad, siendo recién en la quinta solución (solución 5) de la clasificación jerárquica que se da la segmentación al interior del conglomerado de las comorbilidades respiratorias.

Gráfica 1.

Diagrama de témpanos del rango de soluciones 1 a 5

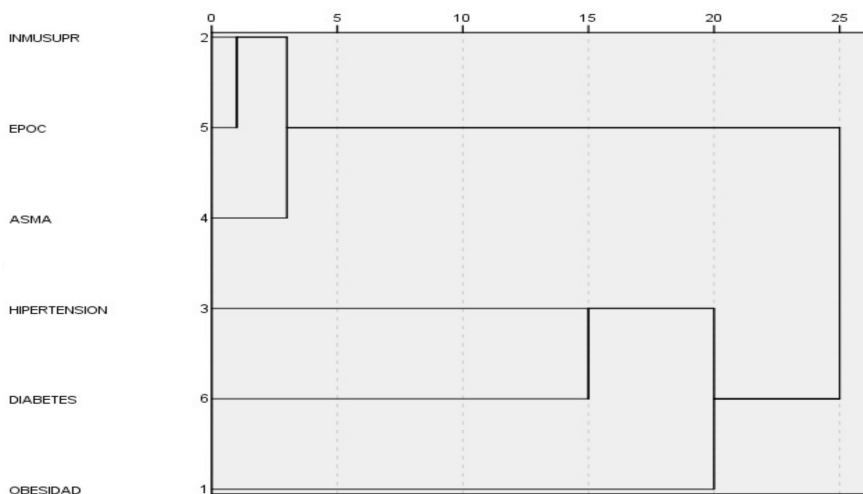


Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021.

El dendograma (Gráfica 2) ofrece información adicional al representar no solamente las etapas del proceso de agregación, sino también las distancias re-escaladas entre las comorbilidades (elementos). A partir de un proceso de fusión que se efectúa de forma binaria, se observa que la primera y segunda fusión dan lugar al conglomerado que denominamos como “comorbilidades respiratorias” y que, por ser una fusión que se produce cerca del origen de la escala (parte izquierda, entre 0 y 5 de la escala en la lectura horizontal del dendograma), resulta ser un clúster bastante homogéneo. En adición, a una distancia de entre 15 y 20 puntos se funden las que hemos denominado como “comorbilidades cardiometabólicas” (parte derecha, zona final de la escala en la lectura horizontal), conformando un conglomerado algo más heterogéneo, pero bien diferenciado, con una marcada distancia del anterior, permitiendo concluir que cada conglomerado se caracteriza por una baja variabilidad intragrupo y una alta intergrupo. La matriz de proximidades refrenda la decisión metodológica (Tabla 1).

Gráfica 2.

Dendograma de la combinación de clústeres con distancia re-escalada



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021.

Tabla 1.

Matriz de proximidades. Análisis de conglomerados jerárquicos

	Entrada de archivo matricial					
	Obesidad	Inmuno-supresión	Hiper-tensión	Asma	EPOC	Diabetes
Obesidad	0.000	351.632	416.078	355.684	352.566	410.349
Inmunosupresión	351.632	0.000	367.872	148.405	126.270	329.710
Hipertensión	416.078	367.872	0.000	375.792	364.502	352.705
Asma	355.684	148.405	375.792	0.000	156.467	341.735
EPOC	352.566	126.270	364.502	156.467	0.000	329.495
Diabetes	410.349	329.710	352.705	341.735	329.495	0.000

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021.

El primer predictor que se incluye en el prototipo 4 para capturar el peso de la desigualdad social remite a los denominados “factores adscriptivos”, que definen diferenciales en las oportunidades de acceso a los derechos sociales –entre ellos el del acceso a la atención oportuna y de calidad en salud– en función de condiciones de partida difíciles de remover, como lo son la clase social, el origen social, el color de piel, el género y, en este caso, la ascendencia indígena, capturada a través de lengua hablada. Se tomó la decisión metodológica de emplear la identificación de la ascendencia a partir de la lengua hablada para reducir el sesgo de sobreestimación, a razón de que estudios recientes revelan que 21.5% de la población mexicana se autoidentifica como indígena, pero sólo 6.5% habla una lengua indígena (Ibarra-Nava et al., 2021)

El segundo, es el derecho a la seguridad social, introducido para capturar la desigualdad entre la población que cuenta y la que no, con el derecho de acceso a un sistema de atención en salud brindada por las instituciones estatales del seguro social y los servicios privados de salud. Quienes carecen de este derecho conforman lo que se denomina como “población abierta”, caracterizada por acceder a la atención en salud a través de los servicios de la Secretaría de Salud, el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), Cruz Verde, Cruz Roja, los servicios de salud universitarios e IMSS-Bienestar. La población con acceso a la seguridad social comprende a quienes acceden a la atención mediante el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), la Secretaría de Marina (Semar), Petróleos Mexicanos (Pemex) y los servicios privados de atención en salud.

Para capturar la influencia de la desigualdad en términos de las privaciones y condiciones socioeconómicas de vida, se introduce en el prototipo 4 el grado de marginación municipal del año 2020 estimado por Consejo Nacional de Población (Conapo) a partir del Índice de Marginación (IM)

(Conapo, 2020) (Cuadro 3). Este predictor emplea los datos más recientes disponibles levantados por el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), fuente de la construcción del IM. La base de datos de la DGE de la SS (SS, 2021) contiene en su registro la variable clave del municipio de residencia del paciente, lo que hace posible fusionar (*merge*) bases a través de este identificador llave, obteniendo una base que contiene la información de vigilancia epidemiológica más el grado de marginación del municipio de residencia del paciente (Conapo, 2020).

Cuadro 3.

Dimensiones e indicadores del Índice de Marginación (IM) 2020

Dimensión	Formas de exclusión	Indicador
Educación	Analfabetismo	Porcentaje de la población de 15 años y más en condición de analfabetismo
	Población sin primaria completa	Porcentaje de la población de 15 años o más sin primaria completa
Vivienda	Viviendas particulares sin agua entubada	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada
	Viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario
	Viviendas particulares con piso de tierra	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra
	Viviendas particulares sin energía eléctrica	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica
	Viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento	Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento

Continuación Cuadro 3.

Dimensión	Formas de exclusión	Indicador
Ingresos monetarios	Población ocupada que percibe hasta dos salarios mínimos	Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos
Distribución de la población	Localidades con menos de 5,000 habitantes	Porcentaje de población en localidades con menos de 5,000 habitantes

Fuente: Conapo, 2020.

III.

Distribución espacial del riesgo

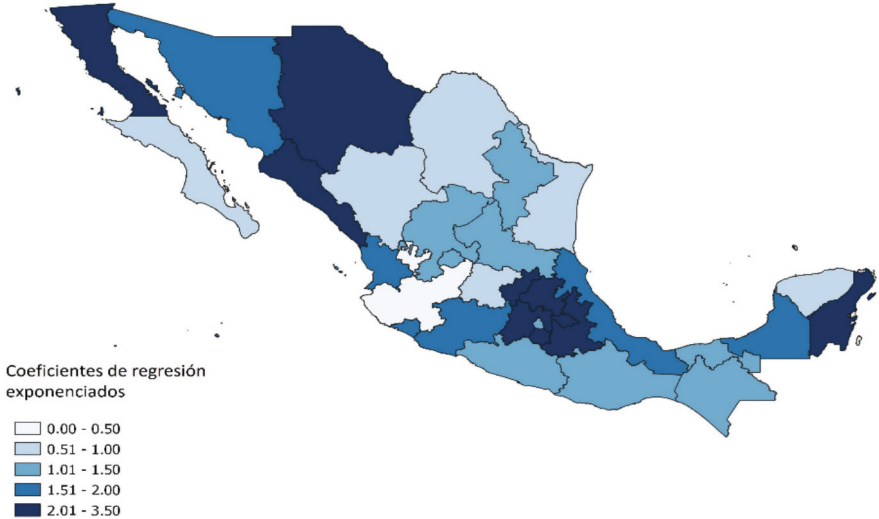
La Tabla 1 en Anexos, en sus primeras tres columnas, muestra cómo se distribuye entre las entidades federativas, tomando a Jalisco como referencia (*baseline*), el riesgo de encontrarse en los estadios de severidad de neumonía, hospitalización y defunción en los casos positivos de SARS-COV-2 que desarrollaron COVID-19. Tomando a Jalisco como estado de referencia, se observa que en al menos seis estados el riesgo de ingresar en el estadio de gravedad del *diagnóstico de neumonía* fue menor o igual; coeficientes menores a 1 informan de un menor riesgo, iguales a 1 de un riesgo equivalente y mayores a 1 de un riesgo más alto que en Jalisco. Se decidió establecer a Jalisco como entidad federativa de referencia (*baseline*) en el análisis comparativo por dos razones que consideramos fundamentadas; la evidencia empírica revela que ha sido uno de los pocos estados que ha reducido con mayor velocidad el “doble tiempo” de contagios (*doubling time rate*) (Díaz-Castro et al., 2021) y ser uno de los que implementó con mayor rigurosidad y celeridad las medidas y políticas de contención y mitigación de los efectos de la pandemia (Knaul et al, 2021).

Los estados de Coahuila, Durango, Tamaulipas, Guanajuato y Yucatán registran menor riesgo, mientras que Baja California Sur un riesgo equiparable al de Jalisco. En Coahuila, donde mayor es la diferencia, el riesgo alcanza a reducirse respecto a Jalisco 41.1% [$1-.589*100$], en Durango 40%, en Tamaulipas 26.6%, Guanajuato 10.9% y Yucatán 2.4% (cálculos con base en la Tabla 1 en Anexos). Ninguno de los estados contra los que

se está comparando Jalisco, logra reducir el riesgo por encima de la mitad del que se constata en este estado. Los restantes estados de la República incrementan sus riesgos de diagnóstico de neumonía en los pacientes de COVID-19 en tres escalones de intensidad diferentes; los que lo hacen en una determinada proporción, pero sin llegar a duplicarlo (15 estados, rango 1.01 y 2.00 en la Figura 2), los que lo duplican y más (9 estados) y los que lo triplican y más (1 estado) (rango 2.01 y 3.50 en la Figura 2). En este último grupo se encuentra el Estado de México, con un aumento del riesgo de 3.1 (3.175) veces del observado en Jalisco, o en términos porcentuales, con un incremento de 217.5%. Entre los que duplican y más el riesgo se encuentra un gran número de estados de la región Centro (Querétaro, Morelos, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala) y, en menor medida, Norte (Baja California y Chihuahua) y Sur (Quintana Roo) (Figura 2).

Figura 2.

Distribución del riesgo de diagnóstico de neumonía entre entidades federativas
(baseline Jalisco), marzo 2020 a marzo 2021

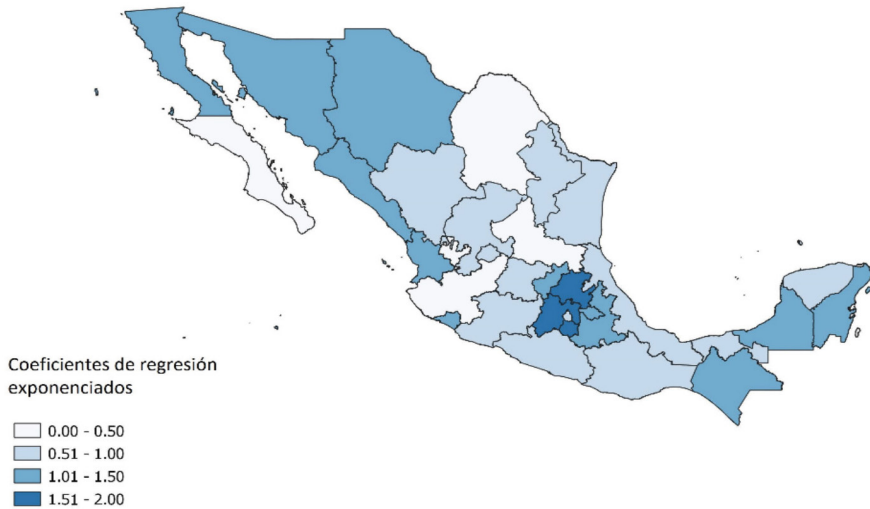


Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021

En cuanto al riesgo de ingresar en el estadio de severidad de *hospitalización*, se observa que es un grupo más amplio de estados respecto al estadio anterior (diagnóstico de neumonía) el que lo reduce (16 estados, coeficientes entre 0.00 y 1.00 en la Figura 3), concentrados en su mayoría en la región Norte Occidente (Baja California Sur, Durango, Zacatecas), Centro Occidente (Michoacán, Aguascalientes, San Luis Potosí) y, sobre todo, Sur (Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Yucatán), en contraste con lo observado en la región Centro, donde se registran los aumentos más fuertes y en un mayor número de estados (Querétaro, Hidalgo, México D.F., Puebla, Tlaxcala y Morelos) (Figura 3). En este estadio, no hay estados que dupliquen o tripliquen el riesgo, como sucedía en el estadio de gravedad anterior, pero sí que lo aumenten en una considerable proporción, como es el caso de Estado de México, que amplía la probabilidad de encontrarse en este estadio de gravedad 97.8% [$1.978-1*100$] respecto a Jalisco (estimaciones con base en la Tabla 1 en Anexos). En orden descendente, le siguen Hidalgo (74.3% más), Morelos (67.3%), Baja California (39%) y Sinaloa (38.5%) (estimaciones con base en la tabla 1 en anexos representadas en la Figura 3). Del análisis se desprende que aproximadamente la mitad de los estados (16) incrementan el riesgo de este estadio, mientras que la otra (15) lo reduce respecto a Jalisco. En este estadio sí se constatan reducciones iguales o mayores al 50% del riesgo advertido en Jalisco, siendo los casos de Baja California Sur, San Luis Potosí y Coahuila.

Figura 3.

Distribución del riesgo de hospitalización entre entidades federativas (baseline Jalisco),
marzo 2020 a marzo 2021



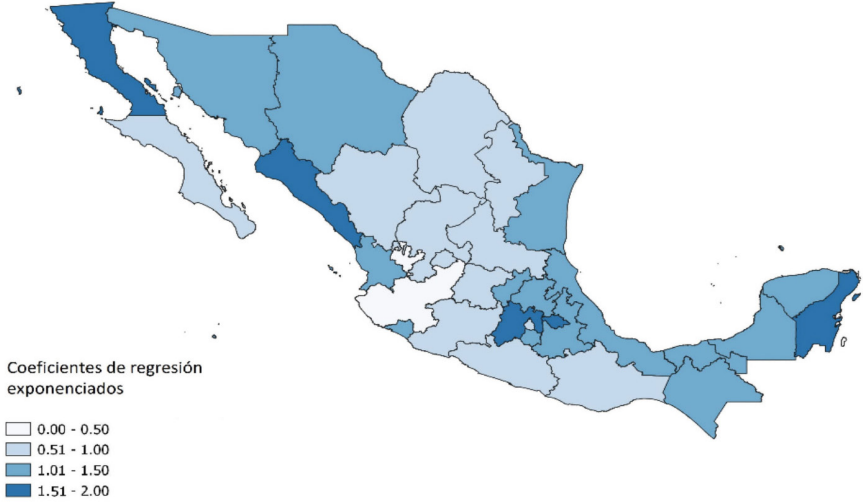
Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021

El riesgo más alto de *defunción*, tomando a Jalisco como referencia, se concentra en los estados de las regiones Norte (Baja California, Sonora, Chihuahua, Tamaulipas), Centro (México D.F., Tlaxcala, Morelos, Guanajuato, Querétaro y Puebla) y Sur (Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán), en contraste con las regiones Norte Occidente y Centro Occidente (Tabla 1 en Anexos y Figura 4). En Baja California se incrementa 1.9 (1.936) veces las probabilidades de defunción de los pacientes de COVID-19 y en Quintana Roo 1.8 (1.810), o lo que es lo mismo, 93.6% y 81% más que en Jalisco, respectivamente. En Baja California Sur y Aguascalientes se advierte el riesgo más bajo; 25.4% [$1-.746*100$] y 21% [$1-.790*100$] menor que el de Jalisco, respectivamente (estimaciones con base en la Tabla 1 en Anexos).

Este primer ejercicio analítico de distribución espacial del riesgo de ingresar en los diferentes estadios de gravedad para pacientes de COVID-19, permite identificar la concentración y variación espacial de su intensidad entre entidades, pero no nos informa sobre los factores que influyen en los diferenciales hallados. A estos efectos, es necesario que el análisis avance hacia los resultados de los modelos prototipos 1 y 2 (sección 1) y la evaluación de su capacidad predictiva, su significancia estadística, fuerza y dirección de sus predictores.

Figura 4.

Distribución del riesgo de defunción entre entidades federativas



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021

IV.

Predicción del riesgo en perspectiva comparada en entidades federativas

1. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 1 Neumonía

Se consideraron dos modelos para el análisis de datos de regresión lineal múltiple. El modelo prototipo 1, que introduce solamente las variables predictoras de los determinantes sociales de la desigualdad, y el prototipo 2, que suma las variables predictoras demográficas y de movilidad espacial. El modelo prototipo 1 advierte un coeficiente de determinación R^2 ajustado que permite afirmar que el 31.1% (.311) del cambio en el riesgo de diagnóstico de neumonía entre entidades federativas puede ser explicado por los predictores que introduce (Tabla 2).

Tabla 2.

Regresión Lineal Múltiple para diagnóstico de neumonía, entidades federativas

Variables	Determinantes sociales		Demográficos y Movilidad	
	Coefficientes	Coef. estand.	Coefficientes	Coef. Estand.
% pobreza multidimensional	.068*	1.344	.017*	.352
Gasto público en salud per cápita	-.000*	-.753	-.000**	-.470
Ingreso per cápita	.001*	1.112	n.s.	n.s.
IM 2020	.218**	.832	n.s.	n.s.
PIB per cápita	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Índice de Salud	n.s.	n.s.	31.248**	.412
Residencia	-	-	.304*	.822
Abarrotes y farmacias	-	-	-.109*	-.732
Población	-	-	n.s.	n.s.
Densidad poblacional	-	-	n.s.	n.s.
Lugares de trabajo	-	-	n.s.	n.s.
Comercios y recreación	-	-	n.s.	n.s.
Playas y parques públicos	-	-	n.s.	n.s.
Estaciones de transporte	-	-	n.s.	n.s.
R2 ajustado	.311		.491	
Durbin-Watson	2.657		2.400	
FIV Valor máximo	7.321		2.372	
Constante	-6.736		-26.866	
Observaciones (N=estados)	32		32	

Notas: Estadísticamente no significativo (n.s.). Predictor no introducido (-). *p<.01 **p<.05 ***p<.1.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021, Conapo 2020, PNUD 2019, INEGI 2020, GoogleLLC 2020, Knaul et al. 2021, Díaz Castro et al., 2021.

La prueba de Durbin-Watson, muy cercana a 2.500 (valores de referencia entre 1.500 y 2.500), permite acoger la hipótesis de que los residuos (errores) no están relacionados entre sí. Asimismo, para confirmar el supuesto de inexistencia de multicolinealidad, se examinaron, para todos los modelos prototipos (1 y 2) y en cada uno de los diferentes estadios, las matrices de correlación entre las variables predictoras, en busca de coeficientes de Pearson $\geq a \pm .900$. Esto complementa al estadístico que reporta los valores de los Factores de Inflación de la Varianza (FIV), que resultan

confirmatorios de la inexistencia de multicolinealidad, siendo para todos los modelos inferiores al valor de aceptabilidad (valores < 10.000) (tabla 2).

El modelo prototipo 1 evidencia cuatro predictores estadísticamente significativos para explicar la variación del riesgo del diagnóstico de neumonía entre las entidades federativas. El índice de marginación advierte ser el predictor más fuerte, seguido del porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional, guardando ambos una relación positiva con el riesgo de encontrarse en este estadio de gravedad; el aumento en un punto del índice de marginación, incrementa el riesgo en .218 puntos y el aumento en un punto porcentual en la población en situación de pobreza multidimensional, lo hace en .068 puntos (coeficientes de la columna izquierda, tabla 2); como el riesgo de los estadios se estimó a partir de valores de coeficientes estandarizados, el cambio puede expresarse también número de veces o puntos porcentuales, esto es, incrementos del riesgo de 21.8 y 6.8 puntos porcentuales, respectivamente.

Eventualmente, la interpretación de los coeficientes estandarizados resulta útil en cuanto permite comparar los efectos de los predictores sin mantener constatación al resto, pero permitiendo identificar la relevancia relativa de cada uno a través de unidades de desviación típica, en lugar de unidades de medida de cada predictor. Para este estadio, bajo el prototipo 1 el efecto del predictor del porcentaje de la población en situación de pobreza multidimensional resulta ser el más importante, a razón de que un incremento en una unidad de desviación típica en su porcentaje, determina un aumento 1.3 puntos (1.344) las chances relativas del riesgo para este estadio (Tabla 2).

Cuando se introducen las variables predictoras demográficas y de movilidad espacial (prototipo 2), el porcentaje de población en situación de pobreza y el gasto público en salud per cápita se mantienen como predictores estadísticamente significativos del riesgo de diagnóstico de neumonía. En el prototipo 2, el índice de salud emerge como un determinante

social estadísticamente significativo. El aumento en un punto en este índice, se asocia con un aumento en 31.2 puntos las probabilidades de diagnóstico de neumonía (Tabla 2). En cuanto a la movilidad espacial, incrementos en los desplazamientos desde el lugar de residencia, aumentan .30 puntos (30.4 puntos porcentuales) el riesgo de este estadio de severidad, y hacerlo hacia locales de abarrotes y farmacias .10 puntos (10.9 puntos porcentuales) (coeficiente $-.109$, columna a la derecha de la tabla 2).² El *peso relativo* del efecto de los predictores de movilidad espacial estadísticamente significativos (residencia; y abarrotes y farmacias), es mayor al de los determinantes sociales estadísticamente significativos; un incremento en una unidad de desviación típica en los porcentajes de desplazamientos desde la residencia y desde abarrotes y farmacias, determina el aumento del riesgo en .822 y .733 puntos (82.2 y 73.3 puntos porcentuales), respectivamente (coeficientes *estandarizados*, columna derecha, Tabla 2). Este segundo modelo (prototipo 2) aumenta su capacidad predictiva respecto al primero, con un coeficiente R^2 ajustado que informa que el cambio en el riesgo de diagnóstico de neumonía entre entidades federativas puede ser explicado en un 49.1%, 18 puntos porcentuales más que el prototipo 1. Los valores del test de Durbin-Watson mejoran, así como también el valor máximo del FIV ($<$ a 10.000) (Tabla 2).

² Conviene recordar que los coeficientes de movilidad espacial, a excepción del de residencia, se interpretan de forma inversa a lo que indica su signo ($-$ o $+$). Esto debido a que todos los valores de estas variables predictoras eran negativos y se escalaron como valores positivos previo a ser ingresadas en el modelo de regresión, de lo que se deduce que, un mayor valor positivo de la nueva variable escalada, se interpreta como una mayor reducción del porcentaje de desplazamientos. En consecuencia, y a modo de ejemplo, obtener un coeficiente $-.109$, informa que el *incremento* de un punto porcentual de la movilidad —lo que supone en realidad una reducción de la movilidad tras el escalamiento— disminuye .109 puntos (10.9 puntos porcentuales) el riesgo de diagnóstico de neumonía.

2. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 2 Hospitalización

Para predecir el cambio en el riesgo del estadio de gravedad 2, hospitalización, entre entidades federativas, se desarrollan los mismos dos modelos prototipos 1 y 2, donde en el primero se introducen los predictores de los determinantes sociales de la desigualdad y en el segundo se adicionan los demográficos y de movilidad espacial. El modelo prototipo 1 revela la importancia del porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional, el gasto público en salud per cápita, el ingreso per cápita y el índice de marginación en la predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas. Los resultados informan que el aumento en un punto en el índice de marginación, produce un aumento en el riesgo de hospitalización de 9.1 puntos porcentuales, mientras que el cambio en un punto porcentual en la población en situación de pobreza multidimensional, lo aumenta 2.9 puntos porcentuales; puede constatarse asimismo que el efecto de este último predictor cuenta con el peso relativo más fuerte cuando no se aíslan los efectos de los restantes predictores (coeficiente estandarizado 1.101) (Tabla 3).

Tabla 3.

Regresión lineal múltiple para el estadio hospitalización, entidades federativas

Variables	Determinantes sociales		Demográficos y Movilidad	
	Coefficientes	Coef. estand.	Coefficientes	Coef. estand.
% pobreza multidimensional	.029**	1.101	n.s.	n.s.
Gasto público en salud per cápita	-.000*	-.667	-.000*	-.460
Ingreso per cápita	.001**	.920	n.s.	n.s.
IM 2020	.091***	.664	n.s.	n.s.
PIB per cápita	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Índice de Salud	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Residencia	-	-	.164*	.849
Abarrotes y farmacias	-	-	-.050*	-.634
Población	-	-	n.s.	n.s.
Densidad poblacional	-	-	n.s.	n.s.
Lugares de trabajo	-	-	n.s.	n.s.
Comercios y recreación	-	-	n.s.	n.s.
Playas y parques públicos	-	-	n.s.	n.s.
Estaciones de transporte	-	-	n.s.	n.s.
R2 ajustado	.181		.384	
Durbin-Watson	2.658		2.018	
FIV Valor máximo	7.322		1.997	
Constante	-2.500		0.087	
Observaciones (N=estados)	32		32	

Notas: Estadísticamente no significativo (n.s.). Predictor no introducido (-). *p<.01 **p<.05 ***p<.1.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021, Conapo 2020, PNUD 2019, INEGI 2020, GoogleLLC 2020, Knaul et al. 2021, Díaz Castro et al., 2021.

No debe desestimarse la relevancia del ingreso per cápita que, si bien resulta de poco peso cuando se mantienen constantes los efectos de los restantes determinantes sociales (coeficientes), es igualmente estadísticamente significativo; cuando se dejan de aislar los efectos de los restantes predictores (dejan de ser constantes, coeficientes estandarizados), el ingreso per cápita cobra relevancia, generando aumentos de 92 puntos porcentuales en el riesgo de hospitalización por cada unidad de desviación típica en que crece (Tabla 3). La capacidad predictiva de este prototipo 1 es baja, pero no desestimable, con 18.1% de variabilidad del riesgo predicha. El test de

Durbin-Watson es próximo a los valores de aceptabilidad, mientras que el valor máximo del FIV revela que se cumple el supuesto de inexistencia de multicolinealidad (Tabla 3).

El prototipo 2, que adiciona los predictores demográficos y de movilidad espacial, muestra que de los determinantes sociales de la desigualdad que resultaron ser estadísticamente significativos en el prototipo 1, sólo el gasto público en salud per cápita permanece significativo y, de nueva cuenta, como en el estadio anterior, lo son también los desplazamientos desde el lugar de residencia y desde abarrotes y farmacias; 16.4 y 5 puntos porcentuales más alto el riesgo de hospitalización por cada punto porcentual que aumentan los desplazamientos, respectivamente (coeficientes del prototipo 2, Tabla 3). Es de destacar que el mayor *peso relativo* entre los predictores del prototipo 2, lo tienen los desplazamientos desde el lugar de residencia (coeficiente estandarizado, Tabla 3). Con menos predictores que resultan estadísticamente significativos respecto al prototipo 1 (3 frente a 4), el prototipo 2 consigue explicar la variación del riesgo de hospitalización 20.3 puntos porcentuales más que el prototipo 1 (diferencia de R2 ajustados entre prototipos, tabla 3). La prueba de Durbin-Watson mejora y también lo hace el valor máximo del FIV (Tabla 3).

3. Predicción de la variación del riesgo entre entidades federativas para el estadio de severidad 3 Defunción

Bajo la misma lógica comparativa que se viene desarrollando, el modelo prototipo 1, que contiene las variables predictoras de los determinantes sociales de la desigualdad, revela que el cambio en el riesgo de defunción entre las entidades federativas, puede predecirse a partir de los cambios en el porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional y los del gasto público en salud per cápita (Tabla 4). No obstante, la capacidad explicativa del modelo es demasiado pequeña como para adentrarse en la interpretación de los coeficientes; consigue explicar sólo el 2.7% del cambio

del riesgo en este estadio. En contraste, el modelo prototipo 2 consigue explicar el cambio en el riesgo en un 49%, con un test de Durbin-Watson y valor máximo de FIV dentro de los valores aceptables de referencia (Tabla 4).

Tabla 4.

Regresión Lineal Múltiple para el estadio defunción, entidades federativas

Variables	Determinantes sociales		Demográficos y Movilidad	
	Coefficientes	Coef. estand.	Coefficientes	Coef. estand.
% pobreza multidimensional	.019***	.900	n.s.	n.s.
Gasto público en salud per cápita	-.000**	-.574	n.s.	n.s.
Ingreso per cápita	n.s.	n.s.	-.000**	-.742
IM 2020	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
PIB per cápita	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Índice de Salud	n.s.	n.s.	16.287***	.506
Residencia	-	-	.179*	1.142
Abarrotes y farmacias	-	-	-.044*	-.697
Población	-	-	n.s.	n.s.
Densidad poblacional	-	-	-.000**	-.357
Lugares de trabajo	-	-	n.s.	n.s.
Comercios y recreación	-	-	n.s.	n.s.
Playas y parques públicos	-	-	n.s.	n.s.
Estaciones de transporte	-	-	n.s.	n.s.
R2 ajustado	.027		.490	
Durbin-Watson	n.s.		2.530	
FIV Valor máximo	7.929		5.303	
Constante	-1.099		-13.289	
Observaciones (N=estados)	32		32	

Notas: Estadísticamente no significativo (n.s.). Predictor no introducido (-). *p<.01 **p<.05 ***p<.1.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021, Conapo 2020, PNUD 2019, INEGI 2020, GoogleLLC 2020, Knaul et al. 2021, Díaz Castro et al., 2021.

Sorpresivamente, el ingreso per cápita resulta ser estadísticamente significativo en el prototipo 2 para predecir el cambio en el riesgo de este estadio de gravedad (defunción) –en ninguno de los estadios anteriores resultó significativo para este prototipo– bajo una relación de tipo negativa. El índice de salud es el otro determinante social que predice el riesgo de

defunción bajo una relación de tipo positiva. En esta ocasión, la densidad poblacional emerge como un predictor estadísticamente significativo con una relación de asociación inversa con el riesgo de defunción. Al margen de los desafíos interpretativos que nos plantean las relaciones de éstos dos últimos predictores con el cambio en el riesgo de defunción, queda clara la trascendencia en la predicción que advierten los predictores de la movilidad espacial, en concreto, los desplazamientos desde el lugar de residencia y los que tienen lugar desde abarrotes y farmacias, guardando en ambos casos una relación positiva con el riesgo; incrementos de 17.9 y 4.4 puntos porcentuales en el riesgo por cada punto porcentual que incrementan, respectivamente (coeficientes del prototipo 2, Tabla 4). Es de destacar que el efecto del predictor de desplazamiento desde lugares de residencia muestra ser el de mayor peso *relativo* entre los de movilidad espacial que resultan estadísticamente significativos (coeficientes estandarizados, prototipo 2, Tabla 4).

V. **Predicción del riesgo con enfoque poblacional por región**

El análisis de los resultados de la sección 1 nos permitió conocer cómo se distribuye entre las entidades federativas el riesgo de experimentar diferentes estadios de gravedad de COVID-19 para los casos confirmados positivos de SARS-COV-2, así como aproximarnos a la significancia estadística y peso predictivo de los determinantes sociales de la desigualdad en la determinación de su variación entre las entidades federativas, tanto cuando no se controlan (prototipo 1), como cuando sí (prototipo 2), los predictores demográficos y de movilidad espacial. En esta sección interesa avanzar en el análisis de la predicción del riesgo para los estadios en la población a nivel individual y conocer cómo se distribuye espacialmente en el territorio nacional.

Se propone analizar la potencia explicativa de los modelos prototipos 3 y 4, la significancia estadística, fuerza y dirección de sus predictores controlando, y no, por los determinantes sociales de la desigualdad. Se parte de los individuos como casos (observaciones) y se agrupan las entidades federativas en cinco regiones, favoreciendo la construcción del dato y su interpretación. En este sentido, resulta asimismo relevante la regionalización adoptada en el análisis en la medida que la identificación de los patrones de variación del riesgo entre estadios y la capacidad predictiva de los modelos testeados, se desarrolla sobre una clasificación teórica de contextos diferenciados por sus actividades económicas sectoriales, niveles de desigualdad y pobreza,

grados de exclusión de la población indígena y características demográficas y sociodemográficas (CEEY, 2021).

Como primera aproximación se realizó un análisis con base en la variable predictora “Región”, que toma a la región Norte como referencia (*baseline*), introducida en un modelo de RLBM conjuntamente con predictores de comorbilidades (cardiometabólicas y respiratorias), sin controlar por los efectos asociados a los determinantes sociales de la desigualdad. En este ejercicio se observó que las regiones resultaron ser estadísticamente significativas para predecir el cambio en el riesgo de cada uno de los estadios de severidad de COVID-19 (prototipo 3, Tablas 5, 6 y 7).

No obstante, cuando se controlaron los efectos de los determinantes sociales (prototipo 4, Tablas 5, 6 y 7), algunas de las regiones perdieron significancia estadística, como es el caso de la región Sur en cada uno de los estadios de severidad y del resto de las regiones en el de defunción. Esta constatación nos lleva a considerar que los determinantes sociales de la desigualdad, cuando se estratifica por regiones, desempeñan un rol relevante en la predicción del riesgo en los estadios de severidad, ya sea mediando o neutralizando la significancia y fuerza de los predictores de las comorbilidades. Para probarlo, proponemos avanzar en un análisis *específico* por región manteniendo los modelos prototipos 3 y 4.

Tabla 5.

Coefficientes de regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en las regiones como variable predictora

MODELO	PROTOTIPO 3					PROTOTIPO 4				
	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)		B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)	
				Inferior	Superior				Inferior	Superior
Neumonía (no)*										
Región (Norte)*		.000					.000			
Norte Occidente	.160	.000	1.174	1.139	1.210	.075	.000	1.078	1.045	1.111
Centro Occidente	-.059	.000	.943	.918	.968	-.115	.000	.891	.867	.916
Centro	.425	.000	1.530	1.502	1.559	.445	.000	1.561	1.531	1.591
Sur	.128	.000	1.137	1.112	1.162	.011	.346	1.012	.988	1.036
R2 de Nagelkerke	20.8%					22.5%				

Nota: *Categoría de referencia. En negrita las regiones estadísticamente significativas.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Tabla 6.

Coefficientes de regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en las regiones como variable predictora

MODELO	PROTOTIPO 3					PROTOTIPO 4				
	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)		B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)	
				Inferior	Superior				Inferior	Superior
Hospitalización (no)*										
Región (Norte)*		.000					.000			
Norte Occidente	.203	.000	1.225	1.191	1.260	.072	.000	1.074	1.043	1.106
Centro Occidente	-.025	.047	.976	.952	1.000	-.094	.000	.910	.887	.934
Centro	.235	.000	1.265	1.244	1.287	.313	.000	1.368	1.343	1.393
Sur	.113	.000	1.119	1.097	1.142	.019	.095	1.020	.997	1.043
R2 de Nagelkerke	27.4%					33.7%				

Nota: *Categoría de referencia. En negrita las regiones estadísticamente significativas.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Tabla 7.

Coefficientes de regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en las regiones como variable predictora

MODELO	PROTOTIPO 3					PROTOTIPO 4				
	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)		B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% Exp(B)	
				Inferior	Superior				Inferior	Superior
Región (Norte)*		.000					.000			
Norte Occidente	.085	.000	1.089	1.050	1.129	-.013	.510	.988	.951	1.025
Centro Occidente	-.215	.000	.806	.781	.832	-.272	.000	.762	.737	.787
Centro	-.021	.068	.979	.957	1.002	.017	.144	1.018	.994	1.041
Sur	.062	.000	1.064	1.037	1.092	-.009	.534	.991	.963	1.020
R2 de Nagelkerke	29.6%					32.7%				

Nota: *Categoría de referencia. En negrita las regiones estadísticamente significativas.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

VI. Región Norte

1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Norte

Los resultados de la regresión logística binaria múltiple para la predicción del riesgo de diagnóstico de neumonía en la región Norte, cuando se introducen en el modelo las comorbilidades y una selección de predictores sociodemográficos (prototipo 3), sin controlar los efectos de los determinantes sociales, revelan la significancia estadística del sexo, la edad, todas las comorbilidades cardiometabólicas (diabetes, hipertensión y obesidad) y sus diferentes combinaciones aditivas, así como de la mayoría de las comorbilidades respiratorias y sus combinaciones aditivas (prototipo 3, Tabla 8). Este modelo prototipo consigue explicar el 20% del cambio del riesgo de diagnóstico de neumonía (Pseudo R² de Nagelkerke, columnas de la izquierda, Tabla 8).

Tabla 8.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en la región Norte

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Neumonía (no)*						
Hombre	.401	.000	1.493	.390	.000	1.477
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.352	.000	1.422	.344	.000	1.411
45-54	.915	.000	2.498	.919	.000	2.506
55-64	1.433	.000	4.193	1.447	.000	4.248
65-74	2.016	.000	7.508	2.007	.000	7.444
75 y +	2.376	.000	10.761	2.341	.000	10.389
Comorbilidades cardio. (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.724	.000	2.063	.688	.000	1.990
Hipertensión	.491	.000	1.634	.445	.000	1.561
Obesidad	.498	.000	1.645	.487	.000	1.628
Diabetes e hipertensión	.923	.000	2.516	.836	.000	2.307
Diabetes y obesidad	1.020	.000	2.772	.993	.000	2.700
Hipertensión y obesidad	.740	.000	2.095	.703	.000	2.020
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.171	.000	3.226	1.107	.000	3.027
Comorbilidades resp. (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.074	.129	1.077	.063	.209	1.065
EPOC	.264	.000	1.302	.225	.001	1.252
Inmunosupresión	.543	.000	1.721	.495	.000	1.641
Asma y EPOC	.406	.079	1.501	.182	.455	1.200
Asma e inmunosupresión	.637	.033	1.890	.715	.018	2.045
EPOC e inmunosupresión	.838	.008	2.312	.756	.021	2.129
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.430	.405	.651	-.850	.187	.427
Sí habla lengua indígena				.726	.000	2.067
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.569	.000	.566
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.133	.058	1.143
Media				.016	.918	1.016
Alta				-.003	.986	.997
Muy alta				2.061	.000	7.852
Constante	-3.149	.000	.043	-2.851	.000	.058
N casos	127546			123335		
Pseudo R2 de Nagelkerke	20.0%			21.4%		
% casos clasificados correctamente	83.0%			83.0%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Una vez controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), se constata que el conjunto de predictores antes referidos conservan su significancia estadística y fuerza predictiva (valores de los coeficientes Exp.(B), Tabla 8). Esto nos advierte que, para este estadio de gravedad en la región Norte, los determinantes sociales de la desigualdad no interfieren en la relevancia y capacidad predictiva de las comorbilidades y variables sociodemográficas, no obstante, revelan ser a su vez predictores estadísticamente significativos con fuerza en la explicación del riesgo.

Entre los predictores sociodemográficos, destaca el sexo, donde los hombres tienen 1.5 (1.477) veces más riesgo de encontrarse en este estadio respecto a las mujeres, y el de la edad, donde tener 75 o más años la incrementa 10.3 veces respecto a la cohorte más joven de referencia (25 a 34 años). Se advierte que el riesgo incrementa en la medida que aumenta el número de las comorbilidades cardiometabólicas del paciente; tener tres comorbilidades al mismo tiempo (diabetes, hipertensión y obesidad) respecto a no tener ninguna, incrementa 3 (3.027) veces las probabilidades de encontrarse en este estadio, mientras que tener sólo una, la incrementa en un rango de entre 1.5 y 1.9 veces (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 8). En cuanto a las comorbilidades respiratorias, donde incluimos también inmunosupresión,³ se observa un patrón similar, la combinación aditiva incrementa el riesgo de diagnóstico de neumonía; 2.1 si se tiene EPOC e inmunosupresión simultáneamente, 1.6 si sólo se tiene inmunosupresión y 1.2 si sólo se tiene EPOC, todo respecto a no poseer ninguna (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 8).

³ Ver fundamentación con base en el análisis de conglomerados jerárquicos en el apartado “Métodos y materiales”.

Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla, incrementa 2 (2.067) veces el riesgo de un diagnóstico de neumonía; no tener seguridad social respecto a tenerla, lo reduce 43.4% [$1-.566*100$] y residir en un municipio de muy alta respecto a uno de muy baja marginación, lo incrementa 7.8 (7.852) veces (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 8). Este modelo prototipo 4 consigue explicar el 21.4% de la variabilidad del riesgo de este estadio de gravedad (Pseudo R2 de Nagelkerke, prototipo 4, Tabla 8).

2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Norte

Respecto al estadio de severidad 2, hospitalización, del análisis de los datos surge que tanto los predictores sociodemográficos, las comorbilidades cardiometabólicas, sus combinaciones aditivas, EPOC, inmunosupresión y la combinación de ambas, resultan ser estadísticamente significativas bajo un modelo (prototipo 3) que logra explicar el 29.9% del riesgo de este estadio de severidad (Pseudo R2 de Nagelkerke, Tabla 9). Cuando se controlan los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad en el prototipo 4, todos los predictores que resultaron estadísticamente significativos en el prototipo 3, continúan siéndolo, lo que revela que su relevancia y fuerza predictiva no se encuentra mediada o neutralizada por los determinantes sociales de la desigualdad. Los hombres tienen 1.5 (1.581) veces más riesgo que las mujeres de encontrarse en este estadio de gravedad. A medida que la cohorte de edad se vuelve más antigua, el riesgo se incrementa de forma próxima a lo exponencial; considerando las tres cohortes más antiguas, 7.3 (7.316) veces para la población de 55 a 64 años, 15.3 para la de 65 a 74 años y 22.9 para la de 75 y más, respecto a la de 25 a 34 años (coeficientes Exp. (B), prototipo 4, Tabla 9).

Tabla 9.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en la región Norte

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hospitalización (no)*						
Hombre	.455	.000	1.576	.458	.000	1.581
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.673	.000	1.960	.673	.000	1.961
45-54	1.295	.000	3.649	1.350	.000	3.858
55-64	1.876	.000	6.530	1.990	.000	7.316
65-74	2.620	.000	13.738	2.731	.000	15.349
75 y +	3.047	.000	21.046	3.134	.000	22.963
Comorbilidades cardio. (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.958	.000	2.606	.948	.000	2.581
Hipertensión	.612	.000	1.844	.556	.000	1.743
Obesidad	.569	.000	1.766	.589	.000	1.802
Diabetes e hipertensión	1.294	.000	3.648	1.183	.000	3.265
Diabetes y obesidad	1.155	.000	3.175	1.187	.000	3.279
Hipertensión y obesidad	.783	.000	2.188	.760	.000	2.139
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.296	.000	3.654	1.262	.000	3.533
Comorbilidades resp. (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.038	.404	1.039	.030	.527	1.031
EPOC	.446	.000	1.562	.419	.000	1.520
Inmunosupresión	.822	.000	2.274	.763	.000	2.145
Asma y EPOC	.257	.277	1.293	-.045	.861	.956
Asma e inmunosupresión	.420	.157	1.522	.534	.086	1.706
EPOC e inmunosupresión	.791	.027	2.207	1.052	.008	2.864
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.714	.150	.489	-.774	.178	.461
Sí habla lengua indígena				.743	.000	2.103
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-1.349	.000	.260
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.403	.000	1.497
Media				.245	.098	1.278
Alta				-.237	.230	.789
Muy alta				.651	.035	1.918
Constante	-3.186	.000	.041	-2.615	.000	.073
N casos	127546			123335		
Pseudo R2 de Nagelkerke	29.9%			36.8%		
% casos clasificados correctamente	79.8%			81.7%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Los pacientes con diabetes incrementan 2.5 (2.581) veces el riesgo, por encima de la obesidad (1.8), hipertensión (1.7) e inclusive, por sobre la combinación aditiva de estas dos últimas (2.1) (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 9). Los resultados hablan de que la comorbilidad de la diabetes hace la diferencia en la ampliación o reducción del riesgo, a razón de que en las combinaciones en la que se encuentra, la probabilidad de hospitalización se incrementa respecto a aquella en la que no (combinación de hipertensión y obesidad); diabetes e hipertensión 3.2 veces, diabetes y obesidad 3.2, diabetes, hipertensión y obesidad 3.5 (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 9). EPOC e Inmunosupresión, aisladas como combinadas, incrementan el riesgo de hospitalización, aunque con mayor intensidad cuando se presentan simultáneamente.

Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla, incrementa 2.1 veces el riesgo, mientras que no contar con seguridad social lo reduce en un 74% [$1-.260*100$], lo que podría explicarse por la relación existente entre contar con el derecho a la seguridad social y el acceso a niveles de atención en salud de segundo y tercer nivel, donde queda comprendida la hospitalización. Residir en un municipio de baja respecto a uno de muy baja marginación, incrementa el riesgo 1.4 veces (1.497), o lo que es lo mismo, 49.7%, pero hacerlo en uno de muy alta marginación, lo hace en 1.9 veces (1.918), es decir, 91.8% (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 9). El prototipo 4 tiene la capacidad de explicar 36.8% de la variabilidad del riesgo, 6.9 puntos porcentuales más que el prototipo 3 (Pseudos R² de Nagelkerke, Tabla 9).

3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Norte

Para este estadio de gravedad 3, defunción, en la región Norte, el modelo prototipo 3 revela la significancia estadística de las variables sociodemográficas de edad y sexo, la totalidad de las comorbilidades cardiometabólicas, individuales y combinadas, EPOC e inmunosupresión. El prototipo 3 logra explicar el 30.7% de la variabilidad del riesgo de no sobrevivencia (Tabla 10). Controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, la totalidad de predictores que resultaron estadísticamente significativos en el prototipo 3 siguen siéndolo en el prototipo 4, mientras que la combinación de EPOC e inmunosupresión se torna significativa en este último. Este cambio informa que el efecto de la combinación de estas comorbilidades en la predicción del riesgo se encuentra mediado por los determinantes sociales de la desigualdad, neutralizándolo cuando no se controlan (coeficientes Exp.(B), Tabla 10); al tener en cuenta los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, tener EPOC e inmunosupresión simultáneamente incrementa el riesgo 1.9 veces (prototipo 4), cuando no se los aísla, la combinación resulta estadísticamente no significativa (prototipo 3).

Tabla 10.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad defunción,
prototipo 3 y 4 en la región Norte

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Defunción (no)*						
Hombre	.500	.000	1.648	.490	.000	1.632
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	1.051	.000	2.859	1.029	.000	2.799
45-54	1.912	.000	6.766	1.917	.000	6.798
55-64	2.693	.000	14.776	2.730	.000	15.333
65-74	3.468	.000	32.085	3.480	.000	32.469
75 y +	4.007	.000	54.972	4.005	.000	54.896
Comorbilidades cardio. (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.691	.000	1.997	.647	.000	1.910
Hipertensión	.517	.000	1.676	.455	.000	1.576
Obesidad	.586	.000	1.797	.580	.000	1.786
Diabetes e hipertensión	1.069	.000	2.914	.952	.000	2.590
Diabetes y obesidad	.981	.000	2.666	.968	.000	2.634
Hipertensión y obesidad	.773	.000	2.167	.737	.000	2.089
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.204	.000	3.335	1.142	.000	3.132
Comorbilidades resp. (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.026	.674	.974	-.015	.811	.985
EPOC	.298	.000	1.347	.249	.000	1.283
Inmunosupresión	.776	.000	2.174	.706	.000	2.026
Asma y EPOC	.243	.327	1.276	.004	.987	1.004
Asma e inmunosupresión	.524	.136	1.688	.604	.094	1.830
EPOC e inmunosupresión	.574	.071	1.776	.690	.042	1.994
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.570	.385	.566	-.879	.273	.415
Sí habla lengua indígena				.462	.001	1.588
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-1.057	.000	.348
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.230	.006	1.258
Media				-.030	.879	.971
Alta				-.892	.003	.410
Muy alta				-.460	.321	.631
Constante	-4.823	.000	.008	-4.331	.000	.013
N casos	127546			123335		
Pseudo R2 de Nagelkerke	30.7%			34.3%		
% casos clasificados correctamente	87.9%			88.3%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Hablar al menos una lengua indígena, con independencia de si se habla también español, incrementa 1.5 (1.588) veces, o 58.8%, el riesgo de defunción respecto a no hablarla (prototipo 4, Tabla 10). La población abierta advierte 65.2% [$1 - .348 * 100$] menos riesgo de defunción que la población con seguridad social, mientras que la relación entre el aumento de la marginación en el municipio de residencia y este estadio de severidad advierte no ser tan clara; residir en un municipio de baja respecto a uno de muy baja marginación, incrementa el riesgo, pero hacerlo en uno de alta lo disminuye (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 10). El modelo prototipo 4 aumenta 3.6 puntos porcentuales la capacidad predictiva del riesgo de defunción respecto al modelo prototipo 3 (Pseudo R² de Nagelkerke, prototipos 3 y 4, Tabla 10).

VII. Región Norte Occidente

1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Norte Occidente

Bajo la misma lógica de análisis hasta aquí desarrollado, para la región Norte Occidente, bajo el modelo prototipo 3 y en la predicción del riesgo de diagnóstico de neumonía, se constata la significancia estadística de los predictores sociodemográficos, la totalidad de las comorbilidades cardio-metabólicas, sus combinaciones aditivas, y parte de la respiratorias y sus combinaciones (Tabla 11). Al controlar los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), los anteriores predictores conservan su significancia estadística y, en ciertos casos, intensifican significativamente su fuerza predictiva del riesgo en una relación positiva con el estadio; como sucede al interior del conglomerado de las comorbilidades respiratorias con aquellas combinaciones que resultaron estadísticamente significativas, asma e inmunosupresión y EPOC e inmunosupresión (comparación de coeficientes Exp.(B) en prototipos 3 y 4, Tabla 11).

Tabla 11.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en la región Norte Occidente

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Neumonía (no)*						
Hombre	.361	.000	1.435	.350	.000	1.419
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.473	.000	1.605	.466	.000	1.593
45-54	1.159	.000	3.188	1.152	.000	3.165
55-64	1.807	.000	6.092	1.796	.000	6.024
65-74	2.418	.000	11.221	2.387	.000	10.878
75 y +	2.734	.000	15.395	2.679	.000	14.565
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.623	.000	1.865	.615	.000	1.849
Hipertensión	.403	.000	1.496	.409	.000	1.505
Obesidad	.634	.000	1.886	.636	.000	1.890
Diabetes e hipertensión	.728	.000	2.072	.719	.000	2.053
Diabetes y obesidad	.924	.000	2.519	.917	.000	2.501
Hipertensión y obesidad	.761	.000	2.140	.764	.000	2.146
Diabetes, hipertensión y obesidad	.910	.000	2.485	.911	.000	2.487
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.088	.295	1.092	.094	.270	1.099
EPOC	.279	.001	1.321	.266	.002	1.304
Inmunosupresión	.513	.000	1.670	.547	.000	1.729
Asma y EPOC	-.150	.597	.861	-.138	.633	.871
Asma e inmunosupresión	1.255	.006	3.507	1.406	.003	4.080
EPOC e inmunosupresión	1.354	.002	3.873	1.504	.001	4.499
Asma, EPOC e inmunosupresión	.741	.287	2.097	.723	.306	2.061
Sí habla lengua indígena				.928	.000	2.529
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.074	.009	.929
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.522	.000	1.685
Media				.143	.253	1.154
Alta				-.316	.120	.729
Muy alta				-.137	.567	.872
Constante	-3.200	.000	.041	-3.201	.000	.041
N casos	42675			41554		
Pseudo R2 de Nagelkerke	24.9%			25.2%		
% casos clasificados correctamente	80.9%			81.1%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Esto nos vuelve a remarcar la relevancia de la relación de mediación que guardan los determinantes de la desigualdad sociales con este tipo de comorbilidades; cuando se los controla, el efecto de estas combinaciones sobre el riesgo de un diagnóstico de neumonía aumenta. La relación de la desigualdad, exclusión social y pobreza como factores de riesgo con las enfermedades respiratorias, se encuentra ampliamente documentado por la investigación empírica reciente (véase, Grigsby et al., 2016; Lee et al., 2019), lo que explica emerjan como estadísticamente significativas y reduzcan su fuerza predictiva sobre este estadio de severidad una vez aislado el efecto de los determinantes sociales de la desigualdad.

La población masculina incrementa 1.4 (1.419) veces el riesgo de este estadio respecto a las mujeres, mientras que cuanto más antigua se vuelve la cohorte de edad, mayor es el riesgo, con un patrón de crecimiento exponencial al menos hasta la cohorte de 65 a 74 años de edad respecto a la cohorte más joven (25 a 34 años) (prototipo 4, Tabla 11). Hablar una lengua indígena incrementa en 2.5 (2.529) veces el riesgo de diagnóstico de neumonía, mientras que no contar con seguridad social (población abierta) muestra tener una baja fuerza predictiva; lo reduce en 7.1% ($1 - .929 * 100$) (prototipo 4, Tabla 11). La fuerza y dirección de la relación entre grado de marginación del municipio de residencia y el riesgo en este estadio, no define con claridad un patrón, pero puede advertirse que residir en uno de baja marginación incrementa 68.5% [$1.685 - 1 * 100$] el riesgo respecto a uno de muy baja marginación (Tabla 11). Para este estadio, el prototipo 4 incrementa muy poco la capacidad predictiva del prototipo 3, explicando el 25.2% de la variabilidad del riesgo frente al 24.9% de este último (Pseudos R² de Nagelkerke, Tabla 11).

2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Norte Occidente

En cuanto al estadio de severidad 2, hospitalización, el prototipo 3 evidencia la significancia estadística de todos sus predictores, a excepción de Asma, la combinación de Asma y EPOC y la combinación de éstas con inmunosupresión (Tabla 12). Una vez controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, los predictores del prototipo 3 mantienen su significancia estadística y fuerza explicativa. La población masculina y las cohortes de edad más antiguas (cohortes *seniors*) continúan reportando el mayor riesgo de hospitalización (Tabla 12). En estas últimas se advierte una progresión exponencial en el incremento de las probabilidades de encontrarse en este estadio de gravedad; las personas adultas mayores en el rango 65-74 experimentan 19.4 veces más riesgo y las de 75 y más años 31.1 veces respecto a la cohorte más joven (25-34), definida como la de referencia (*baseline cohort*) (prototipo 4, Tabla 12).

Tabla 12.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en la región Norte Occidente

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hospitalización (no)*						
Hombre	.453	.000	1.574	.449	.000	1.566
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.570	.000	1.768	.572	.000	1.771
45-54	1.321	.000	3.747	1.360	.000	3.895
55-64	2.055	.000	7.806	2.114	.000	8.280
65-74	2.917	.000	18.484	2.966	.000	19.419
75 y +	3.426	.000	30.750	3.440	.000	31.173
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.896	.000	2.451	.901	.000	2.461
Hipertensión	.556	.000	1.744	.532	.000	1.702
Obesidad	.590	.000	1.803	.637	.000	1.890
Diabetes e hipertensión	1.148	.000	3.152	1.117	.000	3.056
Diabetes y obesidad	1.126	.000	3.082	1.215	.000	3.370
Hipertensión y obesidad	.902	.000	2.464	.940	.000	2.559
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.225	.000	3.403	1.229	.000	3.419
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.055	.496	1.056	.065	.432	1.067
EPOC	.375	.000	1.456	.357	.000	1.429
Inmunosupresión	.713	.000	2.039	.784	.000	2.190
Asma y EPOC	-.190	.525	.827	-.191	.543	.826
Asma e inmunosupresión	1.204	.014	3.333	1.406	.009	4.078
EPOC e inmunosupresión	2.604	.001	13.514	2.403	.003	11.054
Asma, EPOC e inmunosupresión	-1.098	.153	.334	-.986	.210	.373
Sí habla lengua indígena				.919	.000	2.506
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.956	.000	.384
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.685	.000	1.983
Media				.328	.010	1.388
Alta				-.318	.114	.728
Muy alta				-.376	.149	.686
Constante	-3.059	.000	.047	-2.766	.000	.063
N casos	42675			41554		
Pseudo R2 de Nagelkerke	36.8%			40.1%		
% casos clasificados correctamente	79.9%			81.0%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*). En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Todas las comorbilidades cardiometabólicas reflejan ser estadísticamente significativas, volviendo a destacar la diabetes por sobre las demás, así como todas aquellas combinaciones aditivas que la incluyen. Tanto EPOC

como inmunosupresión evidencian ser significativas y cuando se combinan, el riesgo respecto a su presencia individual se quintuplica; sólo inmunosupresión eleva el riesgo 2.1 veces, combinada con EPOC, 11 veces (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 12). Hablar una lengua indígena lo incrementa en 2.5 veces y no contar con seguridad social lo reduce 61.6% [$1-.384*100$] (prototipo 4, Tabla 12). Residir en municipios de media y baja respecto a los de muy baja marginación, incrementa la probabilidad de hospitalización 98.3% y 38.8% respectivamente y con relación a residir en uno de muy baja marginación (Tabla 12). El prototipo 4 suma 3.3 puntos porcentuales a su capacidad explicativa del riesgo respecto al prototipo 3 (Pseudo R2 de Nagelkerke, Tabla 12).

3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Norte Occidente

En la predicción del riesgo del estadio de severidad 3, defunción, en la región Norte Occidente, se constata bajo el prototipo 3 la significancia estadística de los predictores sociodemográficos, el conjunto de las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones aditivas y, dentro del grupo de las respiratorias, EPOC, inmunosupresión y aquellas combinaciones de pares en la que esta última se integra (Tabla 13). Bajo el prototipo 4, estos predictores conservan su significancia estadística, siendo los hombres los que enfrentan mayor riesgo; 1.6 veces más que las mujeres. El riesgo aumenta progresiva y exponencialmente cuanto más antigua se vuelve la cohorte de edad, llamando poderosamente la atención el aumento de 81.2 veces más de riesgo en la población de 75 y más años (Tabla 13). No se observa una prevalencia sustantiva de la diabetes sobre el resto de las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones en la predicción del riesgo, como si se advirtió en el estadio previo de hospitalización para esta región (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 13).

Tabla 13.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad defunción,
prototipo 3 y 4 en la región Norte Occidente

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Defunción (no)*						
Hombre	.487	.000	1.628	.472	.000	1.602
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.991	.000	2.695	.978	.000	2.660
45-54	2.115	.000	8.291	2.116	.000	8.302
55-64	3.019	.000	20.470	3.029	.000	20.674
65-74	3.841	.000	46.584	3.829	.000	46.017
75 y +	4.425	.000	83.516	4.397	.000	81.239
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.680	.000	1.973	.663	.000	1.941
Hipertensión	.508	.000	1.663	.492	.000	1.636
Obesidad	.623	.000	1.865	.666	.000	1.947
Diabetes e hipertensión	.867	.000	2.379	.825	.000	2.282
Diabetes y obesidad	.774	.000	2.169	.821	.000	2.274
Hipertensión y obesidad	.823	.000	2.277	.833	.000	2.301
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.157	.000	3.182	1.137	.000	3.118
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.008	.944	1.008	.007	.946	1.007
EPOC	.188	.029	1.206	.174	.048	1.190
Inmunosupresión	.505	.000	1.657	.562	.000	1.753
Asma y EPOC	-.453	.139	.636	-.446	.164	.640
Asma e inmunosupresión	1.094	.034	2.986	1.150	.033	3.157
EPOC e inmunosupresión	1.223	.004	3.398	1.075	.012	2.930
Asma, EPOC e inmunosupresión	.086	.914	1.089	.245	.757	1.277
Sí habla lengua indígena				.632	.009	1.881
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.736	.000	.479
Marginación social (muy baja)*					.000	
Baja				.319	.000	1.376
Media				.085	.581	1.088
Alta				-.185	.454	.831
Muy alta				-.306	.334	.737
Constante	-4.977	.000	.007	-4.710	.000	.009
N casos	42675			41554		
Pseudo R2 de Nagelkerke	36.8%			38.4%		
% casos clasificados correctamente	86.6%			88.3%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Hablar una lengua indígena incrementa el riesgo de defunción 1.8 veces respecto a no hablarla y no tener seguridad social lo reduce 52.1% [1-.479*100] (prototipo 4, Tabla 13). La relación de asociación entre

el predictor del grado de marginación del municipio de residencia y la variación del riesgo para este estadio, no define un patrón nítido, aunque ha resultado estadísticamente significativo el indicador de bajo grado, que lo aumenta 1.3 (1.376) veces respecto al de muy bajo grado de marginación (prototipo 4, Tabla 13). El prototipo 4 consigue explicar 38.4% la variabilidad del riesgo, un ligero incremento respecto al prototipo 3 (36.8%) (Pseudos R² de Nagelkerke, Tabla 13).

VIII. Región Centro Occidente

1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Centro Occidente

En Centro Occidente, bajo el modelo prototipo 3, se advierte la significancia estadística de los mismos predictores que en los prototipos 3 de la región Norte y Norte Occidente para este estadio de severidad (comparación entre Tablas 8, 11 y 14). Cuando se controla el modelo por los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), se mantiene la significancia estadística para el conjunto de los predictores, con una lectura interpretativa de su dirección y progresión semejante a la de las dos regiones previamente analizadas (Norte y Norte Occidente); mayor riesgo para la población masculina, crecimiento cercano al exponencial cuanto más antigua se hace la cohorte de edad, relevancia explicativa de la totalidad de las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones, con mayor fuerza predictiva en la diabetes y las combinaciones que la integran, y relevancia explicativa de EPOC e inmunosupresión y aquellas combinaciones dobles que integran a esta última (prototipo 4, Tabla 14).

En el prototipo 4 para esta región y este estadio, los predictores del prototipo 3, además de conservar su significancia estadística, mantienen su intensidad explicativa (coeficientes Exp.(B)), con un leve incremento en la capacidad predictiva global del modelo; 23.3% de la variabilidad del riesgo según lo reportado por el estadístico Pseudo R² de Nagelkerke (Tabla 14). Además, hablar una lengua indígena incrementa 48% (1.480) el riesgo de

encontrarse en este estadio respecto a no hablarla y no contar con seguridad social lo reduce 40.8% [1-592*100], mientras que residir en municipios de medio y bajo grado de marginación la aumentan respecto a los de muy bajo grado (véase Tabla 14).

Tabla 14.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en la región Centro Occidente

MODELO Neumonía (no)*	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hombre	.475	.000	1.608	.463	.000	1.588
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.519	.000	1.680	.516	.000	1.675
45-54	1.134	.000	3.107	1.137	.000	3.116
55-64	1.718	.000	5.571	1.714	.000	5.550
65-74	2.207	.000	9.084	2.175	.000	8.805
75 y +	2.596	.000	13.409	2.537	.000	12.644
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.659	.000	1.933	.627	.000	1.872
Hipertensión	.394	.000	1.483	.365	.000	1.440
Obesidad	.548	.000	1.729	.538	.000	1.713
Diabetes e hipertensión	.838	.000	2.311	.781	.000	2.185
Diabetes y obesidad	1.001	.000	2.720	.959	.000	2.608
Hipertensión y obesidad	.578	.000	1.782	.529	.000	1.698
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.009	.000	2.743	.952	.000	2.591
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.055	.427	.946	-.083	.240	.921
EPOC	.405	.000	1.499	.387	.000	1.473
Inmunosupresión	.676	.000	1.965	.664	.000	1.942
Asma y EPOC	-.009	.968	.991	-.040	.867	.961
Asma e inmunosupresión	.897	.025	2.452	.895	.033	2.448
EPOC e inmunosupresión	.989	.001	2.690	.993	.001	2.701
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.087	.902	.916	-.108	.881	.898
Sí habla lengua indígena				.392	.000	1.480
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.524	.000	.592
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.342	.000	1.408
Media				.255	.000	1.290
Alta				-.010	.903	.990
Muy alta				.307	.167	1.359
Constante	-3.414	.000	.033	-3.179	.000	.042
N casos	68481			67477		
Pseudo R2 de Nagelkerke	22.2%			23.3%		
% casos clasificados correctamente	82.6%			82.8%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Centro Occidente

En este estadio de severidad, bajo el modelo prototipo 3, los predictores sociodemográficos, las comorbilidades cardiometabólicas en su totalidad y parte de las respiratorias, evidencian ser estadísticamente significativas para la región Centro Occidente (Tabla 15). De nueva cuenta, encontramos un mayor riesgo para la población masculina y una progresión próxima a la exponencial en el crecimiento del riesgo a medida que la cohorte de nacimiento envejece. Si bien todas las comorbilidades cardiometabólicas revelan capacidad predictiva del riesgo, la diabetes y las combinaciones aditivas que la incluyen, muestran tener una mayor fuerza. En cuanto a las respiratorias, al igual que en la región Norte y en contraste con la Norte Occidente, en este estadio el asma resulta ser estadísticamente no significativa en las combinaciones que la integran, delimitándose la relevancia predictiva a EPOC, inmunosupresión y la combinación de ambas (Tabla 15).

Tabla 15.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en la región Centro Occidente

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hospitalización (no)*						
Hombre	.535	.000	1.707	.537	.000	1.711
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.493	.000	1.636	.492	.000	1.635
45-54	1.112	.000	3.040	1.172	.000	3.229
55-64	1.699	.000	5.467	1.784	.000	5.956
65-74	2.317	.000	10.146	2.399	.000	11.016
75 y +	2.821	.000	16.788	2.888	.000	17.963
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.810	.000	2.247	.802	.000	2.231
Hipertensión	.508	.000	1.661	.448	.000	1.565
Obesidad	.527	.000	1.694	.542	.000	1.719
Diabetes e hipertensión	1.108	.000	3.027	1.020	.000	2.772
Diabetes y obesidad	1.212	.000	3.360	1.228	.000	3.416
Hipertensión y obesidad	.745	.000	2.106	.670	.000	1.955
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.368	.000	3.927	1.292	.000	3.638
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.044	.471	1.045	-.021	.747	.980
EPOC	.532	.000	1.703	.541	.000	1.719
Inmunosupresión	.904	.000	2.468	.860	.000	2.364
Asma y EPOC	.429	.059	1.535	.379	.117	1.461
Asma e inmunosupresión	.678	.091	1.970	.805	.070	2.237
EPOC e inmunosupresión	1.038	.002	2.823	1.088	.001	2.967
Asma, EPOC e inmunosupresión	.056	.927	1.058	.027	.968	1.027
Si habla lengua indígena				.244	.020	1.277
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-1.348	.000	.260
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.139	.000	1.149
Media				.103	.049	1.108
Alta				-.348	.000	.706
Muy alta				-.062	.795	.940
Constante	-3.035	.000	.048	-2.472	.000	.084
N casos	68481			67477		
Pseudo R2 de Nagelkerke	29.2%			36.1%		
% casos clasificados correctamente	79.0%			81.1%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Una vez que se controlan los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), bajo un modelo que logra explicar 6.9 puntos porcentuales más la variabilidad del riesgo (diferencia entre Pseudos R2 de Nagelkerke de los prototipos 3 y 4), se advierte el mantenimiento de la relevancia y fuerza de los predictores estadísticamente significativos del

prototipo 3 (Tabla 15). En la región Centro Occidente, hablar una lengua indígena respecto a no hablarla incrementa 27.7% (1.277 veces) el riesgo de hospitalización, mientras que contar con seguridad social lo disminuye 74% [1-.260*100] (prototipo 4, Tabla 15). Los resultados del análisis informan que un mayor grado de marginación del municipio de residencia, reduce la probabilidad de hospitalización, no obstante, una vez que se vence el umbral que separa al grado de alta marginación, la relación se invierte y el riesgo tiende a aumentar (Tabla 15).

3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Centro Occidente

En la predicción del riesgo de defunción en la región Centro Occidente, tanto los factores sociodemográficos como las comorbilidades cardiometabólicas y sus combinaciones aditivas revelan ser estadísticamente significativas (prototipo 3, Tabla 16). En el prototipo 3, de las respiratorias lo son EPOC, inmunosupresión y la combinación de asma e inmunosupresión. Una vez controlados los efectos de los determinantes sociales, dentro de las respiratorias, sólo EPOC e inmunosupresión siguen siéndolo (prototipo 4), mientras que, por su parte, los restantes predictores (sociodemográficos y comorbilidades cardiometabólicas) conservan su significancia estadística y fuerza predictiva (Tabla 16).

En el prototipo 4 se constata el patrón de predicción que se ha venido describiendo para las anteriores regiones en este estadio de severidad; mayor riesgo de no sobrevivencia en la población masculina, incremento con progresión exponencial entre las cohortes de edad cuanto más antigua se vuelve, relevancia explicativa de todas las comorbilidades cardiometabólicas y sus combinaciones aditivas, donde diabetes y las combinaciones que la integran reportan mayor fuerza predictiva, y asma e Inmunosupresión entre las “respiratorias”, dejando de serlo la combinación de asma e inmunosupresión –que lo había sido en el prototipo 3– producto de la neutraliza-

ción de su efecto por los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4, Tabla 16).

Tabla 16.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad defunción,
prototipo 3 y 4 en la región Centro Occidente

MODELO Defunción (no)*	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hombre	.583	.000	1.791	.563	.000	1.756
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.681	.000	1.977	.685	.000	1.984
45-54	1.594	.000	4.922	1.605	.000	4.977
55-64	2.444	.000	11.520	2.455	.000	11.647
65-74	3.123	.000	22.714	3.110	.000	22.421
75 y +	3.643	.000	38.225	3.611	.000	37.021
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.718	.000	2.051	.678	.000	1.970
Hipertensión	.528	.000	1.695	.476	.000	1.610
Obesidad	.594	.000	1.811	.591	.000	1.806
Diabetes e hipertensión	.975	.000	2.652	.885	.000	2.423
Diabetes y obesidad	1.170	.000	3.221	1.136	.000	3.113
Hipertensión y obesidad	.846	.000	2.330	.783	.000	2.188
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.295	.000	3.650	1.198	.000	3.314
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.064	.468	.938	-.082	.355	.921
EPOC	.425	.000	1.530	.419	.000	1.521
Inmunosupresión	.711	.000	2.035	.688	.000	1.990
Asma y EPOC	-.009	.973	.991	-.088	.735	.916
Asma e inmunosupresión	.942	.037	2.565	.894	.063	2.444
EPOC e inmunosupresión	.235	.467	1.265	.237	.468	1.268
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.165	.851	.848	-.274	.763	.760
Si habla lengua indígena				.040	.760	1.040
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.929	.000	.395
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.241	.000	1.273
Media				.322	.000	1.380
Alta				.240	.021	1.271
Muy alta				.293	.296	1.341
Constante	-4.794	.000	.008	-4.391	.000	.012
N casos	68481			67477		
Pseudo R2 de Nagelkerke	30.3%			32.9%		
% casos clasificados correctamente	88.5%			88.6%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

En esta región y para este estadio, en contraste con lo observado en la región Norte y Norte Occidente, hablar una lengua indígena respecto a no hacerlo, *no constituye* un predictor estadísticamente significativo. En la población sin seguridad social se reduce el riesgo de defunción, como se observa también en las dos regiones previamente analizadas, mientras que el aumento en el grado de marginación del municipio de residencia lo incrementa, aunque delineando un patrón cercano a lo constante entre los grados de la escala, tomando el de “muy baja” marginación como referencia (prototipo 4, Tabla 16). Este modelo explica 32.9% de la variabilidad del riesgo de defunción respecto al 30.3% en que lo hace el prototipo 3 (Tabla 16).

IX. Región Centro

1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Centro

En la región Centro y para este estadio de severidad el prototipo 3 revela estadísticamente significativos a los predictores sociodemográficos, las comorbilidades cardiometabólicas y parte de las aunadas en el grupo de las respiratorias (prototipo 3, Tabla 17). Controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), estos predictores conservan su relevancia y fuerza predictiva. Los hombres tienen mayor riesgo que las mujeres de contar con un diagnóstico de neumonía, por otra parte, el riesgo es mayor cuanto más antigua se vuelve la cohorte de edad (Tabla 17). Todas las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones aditivas resultan estadísticamente significativas, siendo mayor el riesgo cuando se cuenta con diabetes o con las combinaciones aditivas que la integran (Tabla 17).

En contraste con las regiones previamente analizadas, asma constituye un predictor estadísticamente significativo, pero con una relación negativa respecto al riesgo, lo que llama nuestra atención; tener a asma reduce 18.5% el riesgo de diagnóstico neumonía (prototipo 4, Tabla 17). Teniendo en cuenta que asma ha sido un predictor estadísticamente no significativo para este estadio de severidad en las otras cuatro regiones previamente analizadas, nos permitimos la licencia de poner en duda y entrecomillar el resultado. Por su parte, EPOC, inmunosupresión y la combinación de ambas, incre-

mentan el riesgo; 28.5%, 60.7% y 59% más, respectivamente (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 17).

Tabla 17.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en la región Centro

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Neumonía (no)*						
Hombre	.547	.000	1.728	.519	.000	1.680
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.523	.000	1.688	.510	.000	1.665
45-54	1.020	.000	2.772	1.028	.000	2.796
55-64	1.519	.000	4.566	1.521	.000	4.575
65-74	1.929	.000	6.885	1.887	.000	6.600
75 y +	2.204	.000	9.060	2.130	.000	8.415
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.726	.000	2.067	.716	.000	2.046
Hipertensión	.322	.000	1.380	.309	.000	1.362
Obesidad	.408	.000	1.504	.408	.000	1.503
Diabetes e hipertensión	.799	.000	2.223	.739	.000	2.094
Diabetes y obesidad	.877	.000	2.403	.844	.000	2.326
Hipertensión y obesidad	.535	.000	1.708	.498	.000	1.645
Diabetes, hipertensión y obesidad	.914	.000	2.495	.825	.000	2.282
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.195	.000	.823	-.205	.000	.815
EPOC	.347	.000	1.415	.251	.000	1.285
Inmunosupresión	.565	.000	1.760	.474	.000	1.607
Asma y EPOC	.081	.593	1.084	.025	.873	1.025
Asma e inmunosupresión	.397	.101	1.487	.395	.112	1.485
EPOC e inmunosupresión	.630	.000	1.878	.464	.005	1.590
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.269	.317	.764	-.312	.261	.732
Sí habla lengua indígena				.644	.000	1.905
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.751	.000	.472
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.461	.000	1.585
Media				.525	.000	1.690
Alta				.961	.000	2.614
Muy alta				.538	.087	1.712
Constante	-2.783	.000	.062	-2.381	.000	.092
N casos	266416			257379		
Pseudo R2 de Nagelkerke	18.5%			21.6%		
% casos clasificados correctamente	77.0%			77.9%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla, lo incrementa en 90.5% (1.905), mientras que no contar con seguridad social lo reduce 52.8% [1-.472*100] (prototipo 4, Tabla 17). Nítidamente, a medida que aumenta el grado de marginación del municipio de residencia, aumenta el riesgo de un diagnóstico de neumonía, siendo considerablemente más alto el incremento a partir del grado de “alta” marginación; 2.6 (2.614) veces más alto el riesgo que en los de “muy bajo” grado (prototipo 4, Tabla 17). El prototipo 3 tiene la capacidad de predecir 18.5% del cambio en el riesgo de este estadio, mientras que el prototipo 4 21.6% (Tabla 17).

2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Centro

En este estadio de gravedad, hospitalización, para la región Centro emergen como estadísticamente significativos los predictores sociodemográficos, todas las comorbilidades cardiometabólicas, sus combinaciones, y parte de las respiratorias, entre las que vuelve a advertirse asma en una relación negativa con la variación del riesgo (prototipo 3, Tabla 18). Una vez aislados los efectos de los determinantes sociales (prototipo 4), el conjunto de estos predictores conservan su significancia estadística y solamente en algunos de éstos su fuerza predictiva se reduce; es el caso de EPOC e inmunosupresión, como habíamos visto para la región Norte Occidente, donde la fuerza predictiva de éstos sobre el riesgo es mediada por los determinantes sociales, es decir, parte de su fuerza en el prototipo 3 puede ser explicada por la influencia de éstos últimos a razón de que sus efectos no estaban siendo controlados. La hipótesis emergente a la que nos conduce este hallazgo y que debe abrir camino a futuras investigaciones, se alinea con la evidencia reportada por distintos estudios sobre la relación positiva existente entre la prevalencia de las enfermedades de las vías respiratorias y las condiciones de vida y socioeconómicas de la población (Grigsby et al., 2016; Lee et al., 2019).

Tabla 18.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad hospitalización, prototipo 3 y 4 en la región Centro

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hospitalización (no)*						
Hombre	.604	.000	1.829	.579	.000	1.784
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.576	.000	1.779	.552	.000	1.737
45-54	1.112	.000	3.042	1.151	.000	3.161
55-64	1.674	.000	5.335	1.728	.000	5.630
65-74	2.196	.000	8.985	2.207	.000	9.086
75 y +	2.515	.000	12.369	2.486	.000	12.009
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.769	.000	2.157	.789	.000	2.201
Hipertensión	.332	.000	1.394	.304	.000	1.355
Obesidad	.363	.000	1.438	.370	.000	1.448
Diabetes e hipertensión	.921	.000	2.512	.849	.000	2.337
Diabetes y obesidad	.895	.000	2.447	.878	.000	2.407
Hipertensión y obesidad	.526	.000	1.692	.477	.000	1.612
Diabetes, hipertensión y obesidad	.991	.000	2.695	.876	.000	2.400
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.201	.000	.818	-.241	.000	.786
EPOC	.550	.000	1.734	.434	.000	1.543
Inmunosupresión	.730	.000	2.076	.598	.000	1.819
Asma y EPOC	.009	.954	1.009	-.095	.553	.910
Asma e inmunosupresión	.368	.125	1.446	.336	.188	1.399
EPOC e inmunosupresión	.965	.000	2.625	.728	.000	2.071
Asma, EPOC e inmunosupresión	.086	.730	1.090	.064	.810	1.066
Sí habla lengua indígena				.660	.000	1.935
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-1.351	.000	.259
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.538	.000	1.713
Media				.565	.000	1.759
Alta				1.129	.000	3.094
Muy alta				.754	.016	2.126
Constante	-2.689	.000	.068	-1.992	.000	.136
N casos	266419			257382		
Pseudo R2 de Nagelkerke	23.4%			31.7%		
% casos clasificados correctamente	75.4%			78.4%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*). En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Entre las comorbilidades cardiometabólicas, la diabetes es la que más incrementa el riesgo, tanto cuando se la considera individualmente como cuando se combina con obesidad e/o hipertensión. Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla, incrementa 93.5% (1.935) el riesgo, no

contar con seguridad social lo disminuye 74.1% [$1-.259*100$] (prototipo 4, Tabla 18). El aumento en el grado de marginación del municipio de residencia lo incrementa y aún con mayor intensidad cuando se trata de municipios de alto y muy alto grado; 3 veces mayor o 209.4% [$3.094-1*100$] más y 1.1 vez mayor o 112.6% [$2.126-1*100$] más, respectivamente y con relación a los de muy baja marginación (Tabla 18). El prototipo 4 respecto al 3, aumenta en 8.3 puntos porcentuales su capacidad predictiva del riesgo (diferencia entre Pseudos R² de Nagelkerke, Tabla 18).

3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3

Defunción, región Centro

En la predicción del estadio 3, defunción, para la región Centro, sin controlar por los determinantes sociales, el modelo prototipo 3 informa de la relevancia predictiva de las variables sociodemográficas, las comorbilidades cardiometabólicas, individualizadas y combinadas, y parte de las respiratorias (Tabla 19). Controlados los efectos de los determinantes sociales (prototipo 4), se observa el mantenimiento de la significancia estadística de todos estos predictores, con una tenue disminución de la fuerza predictiva en algunos; sexo, cohortes de edad, comorbilidades cardiometabólicas que incluyen diabetes, EPOC, inmunosupresión y la combinación de ambas (diferencia entre los coeficientes Exp.(B) entre prototipos, Tabla 19). La disminución en la fuerza explicativa de estos predictores responde a la influencia ejercida por los determinantes sociales de la desigualdad sobre sus efectos a la hora de predecir la variación del riesgo, lo que informa a su vez de la relevancia de los determinantes sociales para predecirlo. Una vez controlado el modelo por los efectos de los determinantes sociales, vemos que todos resultan significativos, incluyendo los cuatro indicadores del grado de marginación municipal.

Tabla 19.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad defunción,
prototipo 3 y 4 en la región Centro

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Defunción (no)*						
Hombre	.750	.000	2.118	.714	.000	2.042
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.941	.000	2.563	.907	.000	2.476
45-54	1.727	.000	5.626	1.713	.000	5.545
55-64	2.496	.000	12.135	2.481	.000	11.951
65-74	3.180	.000	24.044	3.128	.000	22.829
75 y +	3.607	.000	36.854	3.522	.000	33.841
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.699	.000	2.011	.695	.000	2.004
Hipertensión	.349	.000	1.418	.327	.000	1.387
Obesidad	.521	.000	1.683	.521	.000	1.684
Diabetes e hipertensión	.863	.000	2.371	.787	.000	2.196
Diabetes y obesidad	.921	.000	2.513	.887	.000	2.429
Hipertensión y obesidad	.641	.000	1.898	.606	.000	1.833
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.012	.000	2.750	.910	.000	2.485
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.294	.000	.745	-.299	.000	.742
EPOC	.419	.000	1.521	.326	.000	1.385
Inmunosupresión	.625	.000	1.868	.506	.000	1.659
Asma y EPOC	.138	.414	1.148	.085	.625	1.088
Asma e inmunosupresión	.378	.208	1.460	.325	.296	1.384
EPOC e inmunosupresión	.683	.000	1.981	.462	.007	1.587
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.589	.119	.555	-.582	.128	.559
Sí habla lengua indígena				.567	.000	1.762
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-1.067	.000	.344
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.340	.000	1.405
Media				.403	.000	1.496
Alta				.823	.000	2.278
Muy alta				1.337	.000	3.808
Constante	-4.689	.000	.009	-4.115	.000	.016
N casos	266419			257382		
Pseudo R2 de Nagelkerke	26.8%			30.9%		
% casos clasificados correctamente	87.3%			87.8%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

El riesgo de defunción es mayor para los hombres y crece cuando se considera la población conjunta en una relación exponencial, al menos hasta la cohorte 65-74, a medida que se hace más antigua la cohorte etaria. Asimismo, se amplía en la población con diabetes, ya sea como única comorbilidad o combinada, y para los que padecen EPOC, inmunosupresión o la combinación de ambas (Tabla 19). Hablar una lengua indígena respecto a no hacerlo, incrementa 76.2% [$1.762-1*100$] el riesgo, no tener seguridad social lo reduce 65.6% [$1-.344*100$] y aumentar el grado de marginación del municipio de residencia lo incrementa en un patrón progresivo claramente definido; 40.5% más en los de baja, 49.6% en los de media, 127.8% en los de alta y 280.8% [$3.808-1*100$] en los de muy alta marginación, siempre respecto a los de muy baja marginación (prototipo 4, Tabla 19). El modelo prototipo 4 consigue explicar el 30.9% de la variabilidad del riesgo de defunción frente al 26.8% en que lo hace el prototipo 3 (Tabla 19).

X. Región Sur

1. Predicción del riesgo del estadio de severidad 1 diagnóstico de Neumonía, región Sur

En la región Sur, el riesgo de diagnóstico de neumonía es predecible a partir de las variables sociodemográficas, las comorbilidades cardiometabólicas, sus combinaciones aditivas, EPOC, inmunosupresión y la combinación de éstas en pares con asma (prototipo 3, Tabla 20). Una vez controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, todos estos predictores siguen siendo estadísticamente significativos para explicar el riesgo de encontrarse en este estadio de severidad (prototipo 4, Tabla 20). Como se observó en el análisis de las restantes regiones, la población masculina enfrenta mayor riesgo. El riesgo crece próximo a lo exponencial a medida que se progresa hacia la cohorte de edad más antigua. Todas las comorbilidades cardiometabólicas resultan relevantes para predecir el riesgo, destacando la diabetes y las combinaciones que la incluyen por la fuerza con que lo incrementan, pero seguida de cerca por la obesidad como aquella comorbilidad cardiometabólica que, sin combinar, más lo eleva. EPOC, inmunosupresión y la combinación de éstas en pares con asma predicen el riesgo, sobresaliendo hipertensión por su fuerza (Tabla 20).

Tabla 20.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad diagnóstico de neumonía, prototipo 3 y 4 en la región Sur

MODELO	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Neumonía (no)*						
Hombre	.467	.000	1.595	.445	.000	1.560
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.557	.000	1.746	.541	.000	1.718
45-54	1.199	.000	3.316	1.190	.000	3.286
55-64	1.787	.000	5.972	1.767	.000	5.854
65-74	2.309	.000	10.062	2.263	.000	9.612
75 y +	2.629	.000	13.860	2.550	.000	12.804
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.765	.000	2.148	.747	.000	2.111
Hipertensión	.324	.000	1.383	.316	.000	1.372
Obesidad	.655	.000	1.926	.643	.000	1.903
Diabetes e hipertensión	.787	.000	2.198	.748	.000	2.112
Diabetes y obesidad	1.308	.000	3.697	1.286	.000	3.618
Hipertensión y obesidad	.748	.000	2.113	.722	.000	2.058
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.233	.000	3.432	1.201	.000	3.325
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.028	.567	.972	-.025	.616	.975
EPOC	.397	.000	1.488	.347	.000	1.415
Inmunosupresión	.596	.000	1.814	.551	.000	1.735
Asma y EPOC	.405	.035	1.499	.406	.037	1.502
Asma e inmunosupresión	.701	.029	2.015	.679	.036	1.972
EPOC e inmunosupresión	.534	.065	1.705	.450	.150	1.569
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.214	.583	.807	-.340	.406	.712
Sí habla lengua indígena				.386	.000	1.472
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.498	.000	.608
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.105	.000	1.111
Media				.147	.000	1.159
Alta				.462	.000	1.587
Muy alta				.486	.000	1.625
Constante	-3.314	.000	.036	-3.082	.000	.046
N casos	123992			120319		
Pseudo R2 de Nagelkerke	22.7%			23.9%		
% casos clasificados correctamente	80.6%			80.9%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla, incrementa 47.2% [1.427-1*100] el riesgo de tener un diagnóstico de neumonía, no tener seguridad social lo reduce 39.2% [1-.608*100], mientras que el incremento en el grado de marginación del municipio define un claro patrón progresivo de aumento; 11.1% más riesgo en los de baja, 15.9% más en los de media, 58.7% más en los de alta y 62.5% más en los de muy alta, respecto a los de muy baja marginación (prototipo 4, Tabla 20). El incremento en la capacidad predictiva del prototipo 4 respecto al 3 es residual, explicando ambos casi la misma proporción de la variación del riesgo (Pseudos R2 de Nagelkerke, Tabla 20).

2. Predicción del riesgo del estadio de severidad 2 Hospitalización, región Sur

En cuanto al riesgo de hospitalización en la región Sur, los predictores sociodemográficos, las comorbilidades cardiometabólicas, sus combinaciones y parte de las aunadas en el grupo de las respiratorias, y sus posibles combinaciones, resultan ser estadísticamente significativas (prototipo 3, Tabla 21). Controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, éstos mismos predictores mantienen su relevancia y fuerza explicativa. La población masculina enfrenta un mayor riesgo de hospitalización, asimismo, existe un crecimiento exponencial del riesgo a medida que se hace más antigua la cohorte etaria. Todas las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones predicen el riesgo, con mayor intensidad la diabetes y las combinaciones donde ésta aparece, seguida de la obesidad. EPOC, inmunosupresión, la combinación de ambas y la de asma con inmunosupresión predicen las variaciones del riesgo. Destaca la combinación de EPOC e inmunosupresión al reportar la mayor fuerza; 3.2 veces más riesgo para quienes la poseen respecto a quienes no cuentan con ninguna comorbilidad del grupo de las respiratorias (prototipo 4, Tabla 21).

Tabla 21.

Regresión logística binaria para el estadió de severidad hospitalización,
prototipo 3 y 4 en la región Sur

MODELO Hospitalización (no)*	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hombre	.491	.000	1.634	.464	.000	1.590
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	.557	.000	1.745	.543	.000	1.720
45-54	1.240	.000	3.456	1.249	.000	3.486
55-64	1.929	.000	6.885	1.944	.000	6.983
65-74	2.561	.000	12.943	2.547	.000	12.774
75 y +	2.990	.000	19.890	2.952	.000	19.148
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.918	.000	2.505	.919	.000	2.507
Hipertensión	.382	.000	1.464	.362	.000	1.437
Obesidad	.536	.000	1.710	.523	.000	1.687
Diabetes e hipertensión	1.035	.000	2.814	.987	.000	2.684
Diabetes y obesidad	1.256	.000	3.512	1.233	.000	3.430
Hipertensión y obesidad	.711	.000	2.037	.671	.000	1.956
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.278	.000	3.588	1.247	.000	3.481
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	.023	.615	1.023	.043	.357	1.044
EPOC	.532	.000	1.703	.488	.000	1.629
Inmunosupresión	.826	.000	2.285	.797	.000	2.218
Asma y EPOC	.195	.317	1.215	.179	.372	1.196
Asma e inmunosupresión	.959	.004	2.609	.932	.006	2.539
EPOC e inmunosupresión	1.176	.000	3.240	1.192	.001	3.292
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.211	.584	.809	-.298	.469	.742
Sí habla lengua indígena				.425	.000	1.530
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.920	.000	.399
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.100	.000	1.105
Media				.289	.000	1.335
Alta				.591	.000	1.806
Muy alta				.453	.000	1.574
Constante	-2.996	.000	.050	-2.574	.000	.076
N casos	123992			120319		
Pseudo R2 de Nagelkerke	29.7%			33.3%		
% casos clasificados correctamente	77.9%			79.1%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Hablar una lengua indígena respecto a no hacerlo aumenta 53% [1.530-1*100] el riesgo, no contar con seguridad social lo reduce 60.1% [1-.399*100], mientras que incrementar el grado de marginación social del municipio de residencia los aumenta; en una proporción importante cuando se pasa el umbral que separa los grados alto y muy alto; 80.6% y 57.4% más riesgo, respectivamente, respecto a los de muy bajo grado de marginación (prototipo 4, Tabla 21). El prototipo 4 explica 3.6 puntos porcentuales más la variación del riesgo que el prototipo 3 (diferencia en los Pseudo R2 de Nagelkerke de ambos prototipos, Tabla 21).

3. Predicción del riesgo del estadio de severidad 3 Defunción, región Sur

En la región Sur, el riesgo de encontrarse en el estadio de severidad 3, defunción, es explicado por los predictores sociodemográficos, la totalidad de las comorbilidades cardiometabólicas, las combinaciones aditivas que de éstas se desprenden, EPOC, inmunosupresión, la combinación de ambas y la de asma con inmunosupresión (prototipo 3, Tabla 22). Una vez controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad (prototipo 4), el conjunto de estos predictores conserva su significancia estadística en la explicación del riesgo, no obstante, la fuerza predictiva se reduce para las comorbilidades cardiometabólicas y sus posibles combinaciones, así como para las respiratorias también (comparación de coeficientes Exp. (B) entre prototipos 3 y 4, Tabla 22). Esta disminución revela la relevancia de los determinantes sociales en la predicción del riesgo para este estadio de severidad, a la vez que confirma la pertinencia de haberlos incluidos en el modelo de regresión del prototipo 4. Nos advierte también de la relación de asociación que guardan las comorbilidades (cardiometabólicas y respiratorias) con los determinantes sociales de la desigualdad a la hora de predecir el riesgo de defunción en la región Sur del país.

Tabla 22.

Regresión logística binaria para el estadio de severidad defunción,
prototipo 3 y 4 en la región Sur

MODELO Defunción (no)*	PROTOTIPO 3			PROTOTIPO 4		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
Hombre	.523	.000	1.687	.497	.000	1.645
Edad (25-34)*		.000			.000	
35-44	1.013	.000	2.754	1.004	.000	2.729
45-54	1.993	.000	7.340	1.995	.000	7.350
55-64	2.912	.000	18.391	2.911	.000	18.384
65-74	3.581	.000	35.914	3.560	.000	35.160
75 y +	4.116	.000	61.331	4.066	.000	58.298
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Diabetes	.759	.000	2.135	.744	.000	2.104
Hipertensión	.422	.000	1.525	.398	.000	1.489
Obesidad	.536	.000	1.709	.519	.000	1.680
Diabetes e hipertensión	.901	.000	2.463	.853	.000	2.347
Diabetes y obesidad	1.106	.000	3.023	1.068	.000	2.911
Hipertensión y obesidad	.814	.000	2.257	.768	.000	2.156
Diabetes, hipertensión y obesidad	1.179	.000	3.252	1.122	.000	3.070
Comorbilidades (ninguna)*		.000			.000	
Asma	-.055	.371	.947	-.029	.637	.971
EPOC	.438	.000	1.550	.391	.000	1.478
Inmunosupresión	.685	.000	1.984	.623	.000	1.865
Asma y EPOC	.520	.011	1.683	.517	.013	1.677
Asma e inmunosupresión	-.065	.869	.937	-.107	.784	.898
EPOC e inmunosupresión	1.048	.001	2.852	.877	.008	2.404
Asma, EPOC e inmunosupresión	-.125	.773	.882	-.090	.842	.914
Sí habla lengua indígena				.452	.000	1.571
Seguridad social (sí)*					.000	
Población abierta				-.678	.000	.508
Marginación (muy baja)*					.000	
Baja				.056	.015	1.058
Media				.169	.000	1.184
Alta				.213	.000	1.237
Muy alta				.156	.062	1.169
Constante	-4.858	.000	.008	-4.522	.000	.011
N casos	123992			120319		
Pseudo R2 de Nagelkerke	32.1%			33.7%		
% casos clasificados correctamente	86.3%			86.7%		

Nota: En negrita los coeficientes estadísticamente significativos $p < .05$. Categorías de referencia (*).

En el predictor sexo la categoría de referencia es “mujer”, en el de habla lengua indígena es “no”.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

El riesgo es mayor para los hombres que para las mujeres y se incrementa para toda la población a medida que se hace más antigua la cohorte de nacimiento, con una progresión cercana a la exponencial. Diabetes y las combinaciones que la integran, seguida de la obesidad, aumentan con mayor fuerza el riesgo de no sobrevivencia, pero la combinación de las tres cardiometabólicas lo amplifican a su máximo. Inmunosupresión y la combinación de ésta con EPOC incrementan con mayor fuerza la probabilidad de encontrarse en este estadio (coeficientes Exp.(B), prototipo 4, Tabla 22).

Hablar una lengua indígena respecto a no hablarla incrementa el riesgo 57.1% [1.571-1*100], no contar con el derecho a la seguridad social lo reduce 49.2% [1-.508*100], mientras que el aumento en el grado de marginación del municipio de residencia, incrementa el riesgo 5.8% [1.058-1*100] si es de baja, 18.4% [1.184-1*100] si es de media y 23.7% [1.237-1*100] si es de alta marginación, respecto a los de muy baja marginación (prototipo 4, tabla 22). El incremento de la capacidad predictiva de la variación del riesgo del modelo prototipo 4 respecto al prototipo 3 es de 1.6 puntos porcentuales (comparación de los Pseudos R2 de Nagelkerke entre prototipos, Tabla 22).

XI. Conclusiones

Los resultados de nuestro análisis ponen de manifiesto la relevancia de los determinantes sociales de la desigualdad para explicar la variación del riesgo entre entidades federativas para los tres estadios de severidad de COVID-19. No obstante, no todos los determinantes sociales introducidos en el modelo que no controla el efecto de los factores demográficos y de movilidad resultan serlo, por lo cual es posible rechazar la *hipótesis 1* de la sección 1 de esta investigación, según la cual los determinantes sociales de la desigualdad resultarían ser predictores significativos del prototipo 1.

El porcentaje de la población en situación de pobreza multidimensional, el gasto público en salud per cápita, el ingreso per cápita y el índice de marginación, son relevantes para explicar la variación del riesgo de diagnóstico de neumonía y hospitalización bajo modelos con mayor parsimonia, pero que no controlan efectos de variables exógenas distintas a la desigualdad social. Una vez que las controla, sólo el porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional y el gasto público en salud resultan significativas para predecir el riesgo en estos dos estadios.

El ingreso per cápita y el índice de salud son los únicos determinantes sociales de la desigualdad significativos en la predicción del riesgo de defunción entre las entidades federativas, no obstante, este último requiere de ulteriores análisis que ofrezcan mayores elementos para su interpretación, a razón de que la lectura del sentido de la relación que ofrece es inversa a la

esperada; a mayor índice de salud en la entidad, mayor riesgo de defunción, esto es, el riesgo aumenta en las entidades a medida que lo hace el índice.

Asimismo, con base en los resultados queda clara la relevancia que revisten los factores vinculados a la movilidad espacial, muy especialmente los desplazamientos desde el lugar de residencia y los que tienen lugar hacia abarrotes y farmacias, estadísticamente significativos en la predicción de la variación del riesgo en los tres estadios en las entidades federativas. En contraste, los factores demográficos resultan escasamente relevantes, sólo la densidad poblacional resulta significativa para explicar la variación del riesgo de defunción entre las entidades federativas. En síntesis, si los resultados de esta investigación abonan al diseño de políticas públicas de prevención del riesgo de severidad en pacientes COVID-19 en cada una de entidades federativas, el acento deberá ponerse en reducir los niveles de pobreza multidimensional, aumentar el gasto público en salud per cápita y el ingreso per cápita, a la par que en desarrollar medidas más efectivas de monitoreo (y control) de los desplazamientos identificados como significativos, a saber, desde el lugar de residencia y hacia abarrotes y farmacias.

En cuanto a la *hipótesis 2* de la sección 1, con base en los resultados del análisis puede concluirse su aceptación, en la medida que los determinantes sociales de la desigualdad que resultaron estadísticamente significativos en el modelo que no controla factores demográficos y de movilidad espacial, pierden su significancia estadística en el modelo que sí los controla; ingreso per cápita e índice de marginación en el estadio de diagnóstico de neumonía, éstos y porcentaje de la población en situación de pobreza multidimensional en el estadio de hospitalización, éste último y gasto público en salud per cápita en el de defunción. La confirmación de esta hipótesis, permite afirmar que la *relevancia explicativa* de los determinantes sociales de la desigualdad sobre el cambio del riesgo en las entidades, se encuentra mediada por factores demográficos y de movilidad espacial, concretamente,

por aquellos que resultaron estadísticamente significativos bajo un modelo que los controla.

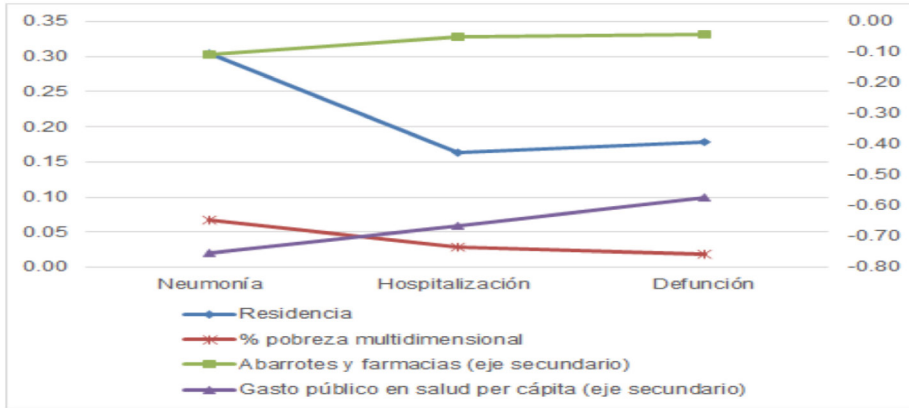
Con relación a la *hipótesis 3*, que afirma que una vez controlados los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial, los determinantes sociales de la desigualdad reducen su capacidad *predictiva* (fuerza de sus coeficientes) sobre los estadios de gravedad, es posible concluir su aceptación, a razón de que al menos el porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional experimenta esta reducción (en los coeficientes) en el estadio de diagnóstico de neumonía y gasto público en salud per cápita en éste y el de hospitalización (en los coeficientes estandarizados). La confirmación de esta hipótesis confirma que la *fuerza predictiva* de los determinantes sociales de la desigualdad se encuentra mediada por los efectos de los factores demográficos y de movilidad espacial, concretamente, por aquellos que resultaron significativos en el modelo que los controla.

Respecto a la *hipótesis 4* y con base en los datos, en todos los estadios, pero con mayor énfasis en el estadio de defunción seguido del de hospitalización, es posible rechazarla, a razón de que los modelos que ajustan por los efectos de los factores demográficos y de movilidad social, en contraste con los que sólo introducen los determinantes sociales de la desigualdad, revelan mayor potencia predictiva sobre la variación del riesgo en las entidades federativas. Por consiguiente, son preferibles los modelos menos parsimoniosos (prototipos 2), pero con mayor capacidad predictiva.

Con relación a la *hipótesis 5*, que afirma que los predictores, siempre que sean estadísticamente significativos, intensifican su capacidad predictiva en la progresión entre los estadios de severidad, con base en los resultados del análisis se concluye su rechazo. La fuerza predictiva se reduce en todos los predictores estadísticamente significativos en la progresión desde el riesgo del diagnóstico de neumonía hasta el de defunción (Gráfica 3 y prototipos 2 de las Tablas 2, 3 y 4), siendo en el estadio inicial del diagnóstico de neumonía donde muestran su mayor capacidad predictiva.

Gráfica 3.

Coefficientes estadísticamente significativos de la RLM
para los estadios de severidad a nivel nacional



Nota: Coeficientes del prototipo 1 para el porcentaje de la población en situación de pobreza; coeficientes estandarizados del prototipo 1 para gasto público en salud; y coeficientes del prototipo 2 para residencia y abarrotes y farmacias como indicadores de movilidad (desplazamientos).

Fuente: Estimaciones propias con base en la ss 2021, GoogleLLC 2020, Knaul et al. 2021, Díaz Castro et al., 2021.

Los resultados del análisis para la sección 2 permiten concluir la aceptación de la hipótesis 1, que afirma la significancia estadística de las comorbilidades cuando se evalúan sus efectos sin ajustar por los determinantes sociales de la desigualdad. Se constató la significancia estadística del grupo de las comorbilidades cardiometabólicas, en todas las regiones y para todos y cada uno de los estadios de severidad, no obstante, no fue el caso de las aunadas en el grupo de las respiratorias, en el que sólo un subconjunto resultó serlo; EPOC e inmunosupresión en todos los estadios y regiones, EPOC e inmunosupresión combinadas en el estadio de hospitalización en todas las regiones y estas mismas en el de diagnóstico de neumonía en todas menos en la Sur.

Con relación a la *hipótesis 2* de la sección 2, con base en la evidencia reportada por los datos, nuestro análisis revela que, controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, es posible rechazarla. Las comorbilidades cardiometabólicas en su totalidad, individualizadas como combinadas, y el subconjunto de las aunadas bajo el grupo de las respiratorias, estadísticamente significativas cuando no se controlaron los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, una vez que se los controla, conservan su relevancia predictiva (significancia) en todas las regiones y para todos los estadios. El rechazo de esta hipótesis para las comorbilidades cardiometabólicas, aunque no así para las respiratorias en todos los estadios y para todas las regiones, permite afirmar que son las primeras las que no se ven afectadas por la mediación (influencia) de los determinantes sociales de la desigualdad a la hora de predecir el riesgo.

Respecto a la *hipótesis 3*, que afirma que, una vez controlados los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, las comorbilidades reducen la *fuerza* de sus coeficientes y, con ello, su capacidad predictiva, los resultados del análisis evidencian patrones que permiten confirmar esta hipótesis plenamente para las cardiometabólicas en los estadios de neumonía y defunción para la mayoría de las regiones. En el estadio de diagnóstico de neumonía, la reducción se cumple para el conjunto de comorbilidades cardiometabólicas en todas las regiones a excepción de Norte Occidente, donde algunas de éstas aumentan, pero de forma residual. De igual modo, en el estadio de defunción la reducción se cumple para el conjunto de las cardiometabólicas en todas las regiones, exceptuando Norte Occidente. Con la aceptación de la hipótesis 3 y habiendo rechazado la hipótesis 2, puede concluirse que, si bien las comorbilidades cardiometabólicas y, en menor medida, las respiratorias, no reducen su relevancia explicativa (significancia estadística) en los diferentes estadios para el conjunto de regiones una vez que se introducen los determinantes sociales de la desigualdad, sí se advierte una pérdida de su fuerza predictiva (reducción en los coeficientes),

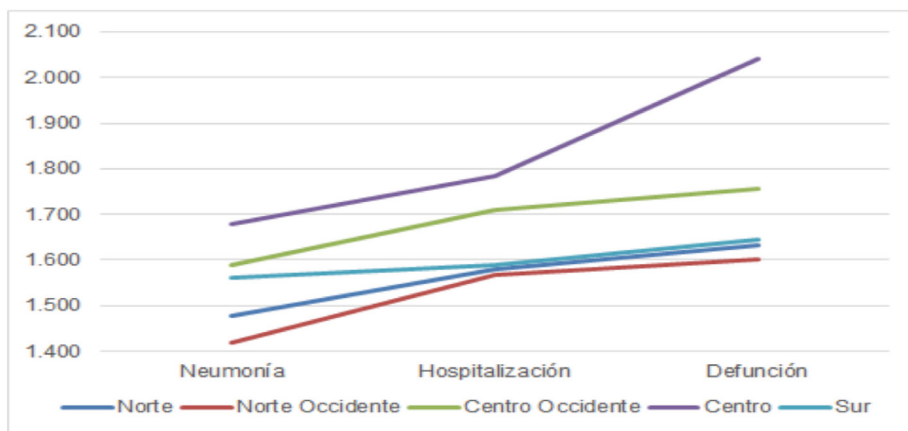
a razón de la relevancia y fuerza predictiva que poseen los determinantes sociales de la desigualdad.

A la luz de los datos, la *hipótesis 4*, que afirma que el modelo que evalúa el efecto de las comorbilidades sobre los estadios de severidad sin ajustar por los efectos de los determinantes sociales de la desigualdad, reporta una mayor capacidad predictiva general (proporción de la varianza explicada) respecto al modelo que sí los controla, se rechaza para todos y cada uno de los estadios en todas las regiones, pero con mayor fundamento para el estadio de hospitalización, donde es mayor la diferencia entre modelos en cuanto a la proporción de variabilidad explicada del riesgo de hospitalización.

Los resultados del análisis permiten concluir la aceptación de la *hipótesis 5* para los predictores de edad y sexo. El riesgo aumenta progresivamente entre los estadios para los hombres en todas las regiones, Centro es en la que más y Sur en la que menos (Gráfica 4), y también para el conjunto de las cohortes de edad. Si tomamos la cohorte de edad más antigua (75 y más) como cohorte de interés, el riesgo aumenta progresivamente entre los estadios en todas las regiones –Norte Occidente en la que más, Centro Occidente y Centro en las que menos– (Gráfica 5).

Gráfica 4.

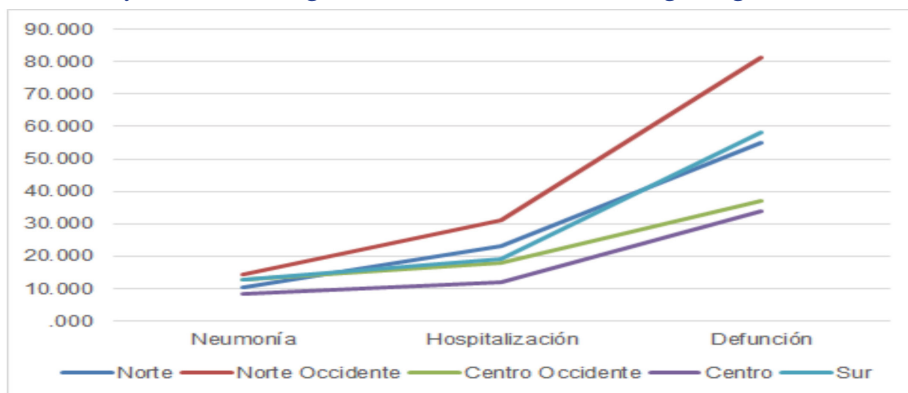
Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para hombre como categoría de interés en los estadios de severidad según regiones



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Gráfica 5.

Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para la cohorte de 75 años de edad y más, como categoría de interés en los estadios según regiones

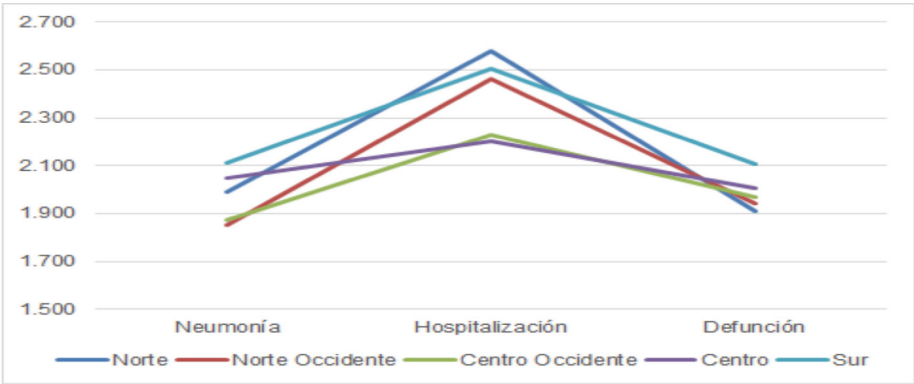


Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

No obstante, no se confirma la hipótesis para los predictores de las comorbilidades cardiometabólicas, respiratorias y el conjunto de determinantes sociales de la desigualdad, en los que el patrón de cambio del riesgo toma una forma de “U” invertida entre los estadios de severidad para todas o, según el estadio, casi todas las regiones, informando de que no se cumple una progresión lineal de incremento del riesgo entre estadios, sino un “pico” de aumento en el estadio intermedio (hospitalización), explicable por la presencia de las condiciones identificadas en el análisis (diabetes, EPOC, sí habla lengua indígena, población abierta y grado de marginación) respecto a los estadios extremos de menor y mayor severidad (Gráfica 6, y 7 a la 10 en Anexos).

Gráfica 6.

Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para diabetes como categoría de interés en los estadios según regiones



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

A modo de cierre, conviene remarcar algunas limitaciones de la presente investigación. En primer lugar, las estimaciones de la variación del riesgo en los diferentes estadios de severidad en ambas secciones (1 y 2), parten de información de tipo transversal (sección cruzada) y que, por lo

tanto, no ajusta los resultados conforme al tiempo de exposición y supervivencia tomando como referencia la fecha de la observación de los primeros síntomas en los casos confirmados positivos de SARS-COV-2. Esta limitación podría minimizarse en un futuro estudio que emplee el método de las *tablas de vida* para estimar los cambios en el riesgo, pudiendo considerar una ventana temporal de 30 o 35 días luego de constatados los primeros síntomas. El referido método permitirá transitar de los denominados datos censurados por el lado derecho de la distribución (*right-censored data*) a los datos completos (*uncensored data*).

En segundo lugar, la variación del riesgo se estimó con base en los casos que fueron testeados (prueba RT-PCR), por lo cual, teniendo en cuenta la baja tasa de estas pruebas per cápita existente en México, el riesgo podría estar subestimado. En tercer lugar, las estimaciones del cambio en el riesgo a partir del predictor “grado de marginación”, reflejan las condiciones de exclusión del municipio de residencia y no las individuales. Finalmente, esta investigación analiza la asociación entre determinantes (predictores) y el cambio en el riesgo social en los estadios de severidad y su distribución espacial en México, sin controlar el impacto de la implementación, rigor, celeridad y duración de las políticas públicas desplegadas por los estados subnacionales para mitigarlo.

Referencias

- Carrillo, M., Salinas, G., García, C., Gutiérrez, L. y Parra, L. (2020). Early estimation of the risk factors for hospitalization and mortality by COVID-19 in Mexico. *PLoS ONE*, 15(9), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238905>
- Centro de Estudios Espinosa Yglesias (2021). Movilidad social en México: las cinco regiones. Recuperado el 1 de mayo de 2021 de <https://ceey.org.mx/movilidad-social-en-mexico-las-cinco-regiones/>
- Consejo Nacional de Población (2020). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020*. Conapo. Recuperado el 10 de abril de 2022 de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- Cortes, A. y Ponciano, G. (2021). Impacto de los determinantes sociales de la COVID-19 en México. *Boletín sobre covid-19*, 2(17), 9-13.
- Díaz Castro, L., Cabello Rangel, H. y Hoffman, K. (2021). The impact of health policies and sociodemographic factors on doubling time of the COVID-19 pandemic in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2354. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052354>
- Dong, E., Du, H. y Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*, 20(5), 533-534. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1)
- Ferreira, M. C. (2020). Spatial association between the incidence rate of COVID-19 and poverty in the São Paulo municipality, Brazil. *Geospatial Health*, 15(2), 191-200. <https://doi.org/10.4081/gh.2020.921>

- Google LLC (1 de marzo de 2022). *Informes de Movilidad Local sobre el COVID-19*. Recuperado el 15 de mayo de 2022 de <https://www.google.com/covid19/mobility/>
- Grigsby, M., Siddharthan, T., Chowdhury, M., Siddquee, A., Rubinstein, A., Sobrino, E., Miranda, J., Bernabé-Ortiz, A., Dewan, A. y Checkley, W. (2016). Socio-economic status and Chronic Obstructive Pulmonary Disease among low- and middle-income countries. *International Journal of COPD*, 11, 2497-2507. <https://doi.org/10.2147/COPD.S111145>
- Ibarra-Nava, I., Flores-Rodríguez, K., Ruiz-Herrera, V., Ochoa-Bayona, H., Salinas-Zertuche, A., Padilla-Orozco, M. y Salazar-Montalvo, R. (2021). Ethnic disparities in COVID-19 mortality in Mexico: A cross-sectional study based on national data. *PLoS ONE*, 16(3), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239168>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Resultados Generales. Recuperado el 1 de mayo de 2022 de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Resultados_generales
- Jay, J., Bor, J., Nsoesie, E., Lipson, S., Jones, D., Galea, S. y Raifman, J. (2020). Neighbourhood income and physical distancing during the COVID-19 pandemic in the United States. *Natural Human Behaviour*, 4, 1294-1302. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00998-2>
- Kammar, A., Vidal, J., Vera, J., Lazcano, M., Vera, O., Segura, O., Aguilar, P. y Navarro, R. (2020). Impact of Comorbidities in Mexican SARS-COV-2 Positive Patients: A Retrospective Analysis in a National Cohort. *Revista de Investigación Clínica*, 72(3), 151-158. <https://doi.org/10.24875/RIC.20000207>
- Knaul, F., Arreola, H., Porteny, T., Touchton, M., Sánchez, M., Méndez, O., Chertorivski, S., Ortega, S., Chudnovsky, M. y Kuri, P. (2021). Not far enough: Public health policies to combat COVID-19 in Mexico's states. *PLoS ONE*, 16(6), e0251722. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251722>

- Lee, Y., Oh, J., Min, K., Lee, S., Kang, K. y Shim, J. (2019). The association between living below the relative poverty line and the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Thoracic Disease*, 11(2), 427-437. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.40>
- Mejía, P., Hurtado, A. y Rendón, L. (2020). Efecto de factores socio-económicos y condiciones de salud en el contagio de COVID-19 en los estados de México. *Contaduría y Administración*, 65(5) 1-19. <https://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.3127>
- Millán-Guerrero, R., Caballero-Hoyos, R. y Monárrez-Espino, J. (2020). Poverty and survival from COVID-19 in México. *Journal of Public Health*, 24, 1-8. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdaa228>
- Organización Mundial de la Salud (2020). COVID-19 Public Health Emergency of International Concern (PHEIC) Global Research and Innovation Forum. oms. Recuperado el 2 de enero de 2022 de [https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-public-health-emergency-of-international-concern-\(pheic\)-global-research-and-innovation-forum](https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-public-health-emergency-of-international-concern-(pheic)-global-research-and-innovation-forum)
- Organización Mundial de la Salud (30 de mayo de 2022). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. oms. Recuperado el 30 de mayo de 2022 de <https://covid19.who.int/>
- Organización Panamericana de la Salud (2021). Plan Estratégico y de Preparación y Respuesta frente a la COVID-19. Orientación para la planificación operativa. ops. Recuperado el 11 de enero de 2022 de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/54499>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2019). *Human Development Reports 2019*. PNUD. Recuperado el 7 de octubre de 2021 de <http://www.hdr.undp.org/en/2019-report>
- Rodríguez, E., Pérez, S., Merino, L. y Mazari, M. (2020). *Spatial analysis of COVID-19 and inequalities in Mexico City* [Insights of the CDP members on the COVID-19 crisis report]. Recuperado de Department of Economic and Social Affairs Economic

Analysis, United Nations el 1 de junio de 2021: <https://www.un.org/development/desa/dpad/2020/in-sights-by-cdp-members-on-the-covid-19-crisis/>
Secretaría de Salud del Gobierno Federal de México [SS] (2021). Bases Históricas de la Dirección General de Epidemiología. México. Consultado en sitio oficial del Gobierno de México el 1 de junio de 2021:<https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-bases-historicas-direccion-general-de-epidemiologia>

Anexos

Tabla 1 Anexos.
Distribución de coeficientes para los estadios, valores de los determinantes sociales, demográficos y de movilidad en entidades federativas, México

Entidad	Estadios de gravedad*			Determinantes sociales de la desigualdad**					Demográficos***					Movilidad espacial (desplazamientos)****				
	Neumonía	Hospitalización	Defunción	IM 2020	Índice de Salud	Ingreso per cápita	PIB per cápita	Pobreza (%)	Gasto en salud p/cápita	Población	Densidad poblacional	Residencia	Trabajo	Comercios y recreación	Plazas y parques públicos	Estaciones de transporte	Abarrotamiento y Farmacias	
Aguascalientes	1.058	0.878	0.790	22.206	0.856	2737	218,086	26.2	5,633	1,425,607	234	11.65	23.16	32.86	27.83	41.26	5.41	
Baja California	2.833	1.390	1.936	21.380	0.858	2730	204,619	23.3	5,065	3,769,020	46	11.83	23.96	32.66	28.31	30.07	2.44	
Baja California S.	1.003	0.437	0.746	21.473	0.857	3172	289,263	18.1	6,524	798,447	10	12.6	30.08	39.72	35.96	37.51	15.25	
Campeche	1.814	1.254	1.497	17.805	0.839	2200	549,456	46.2	6,020	928,363	16	15.1	30.35	42.18	47.49	39.11	16.67	
Coahuila	0.589	0.500	0.873	22.546	0.853	2580	145,958	22.5	5,381	3,146,771	19	11.29	22.96	31.82	33.07	32.48	7.87	
Colima	1.796	1.118	1.055	21.532	0.849	2434	36,546	30.9	5,841	731,391	126	10.49	20.94	33.27	27.21	33.8	9.31	
Chiapas	1.248	1.241	1.283	11.999	0.83	1223	105,820	76.4	3,294	5,543,828	71	11.75	24.12	35.78	37.43	38.14	12.13	
Chihuahua	2.078	1.285	1.350	20.015	0.849	2492	955,086	26.3	5,575	3,741,869	14	11.81	23.36	36.04	29.02	41.89	6.79	
Ciudad de México	1.417	0.716	0.917	23.143	0.865	3648	401,060	30.6	11,947	9,209,944	5966	17.32	36.47	46.22	45.64	45.09	16.24	
Durango	0.600	0.519	0.820	18.473	0.844	2013	137,777	37.3	4,863	1,832,650	14	10.62	22.43	32.29	32.26	20.02	9.63	
Guajuato	0.891	0.648	0.892	19.419	0.813	1353	157,075	43.4	4,538	6,166,934	56	10.84	20.71	33.77	35.8	30.42	6.73	
Guerrero	1.311	0.622	0.948	10.989	0.842	1789	83,837	66.5	4,181	3,540,685	137	11.92	26.97	38.27	33.97	36.87	16.01	
Hidalgo	2.870	1.743	1.499	18.053	0.849	2792	120,988	43.8	4,056	3,082,841	100	13.19	24.1	31.41	36.35	44.7	6.97	
Jalisco	0.000	0.000	0.000	21.815	0.848	2215	187,299	28.4	4,646	8,348,151	724	10.53	24.36	31.6	31.62	32.82	7.12	
Estado de México	3.175	1.978	1.622	20.804	0.844	2128	112,403	42.7	4,233	16,992,418	191	13.63	26.72	31.32	31.41	38.11	5.98	
Michoacán	1.611	0.703	0.866	18.281	0.838	1967	115,901	46	3,821	4,748,846	78	8.55	19.84	28.89	22.17	27.33	5.66	
Morelos	2.790	1.673	1.414	19.814	0.844	1982	121,557	50.8	4,396	1,971,520	390	12.17	22.28	32.08	34.45	35.71	7.92	
Nayarit	1.652	1.072	1.022	17.516	0.847	2221	119,990	34.8	4,779	1,235,456	42	11.49	26.77	38.95	39.01	27.35	13.85	
Nuevo León	1.252	0.755	0.928	23.444	0.857	3181	302,258	14.5	5,033	5,784,442	80	13.53	28.46	36.07	39.26	44.28	7.83	

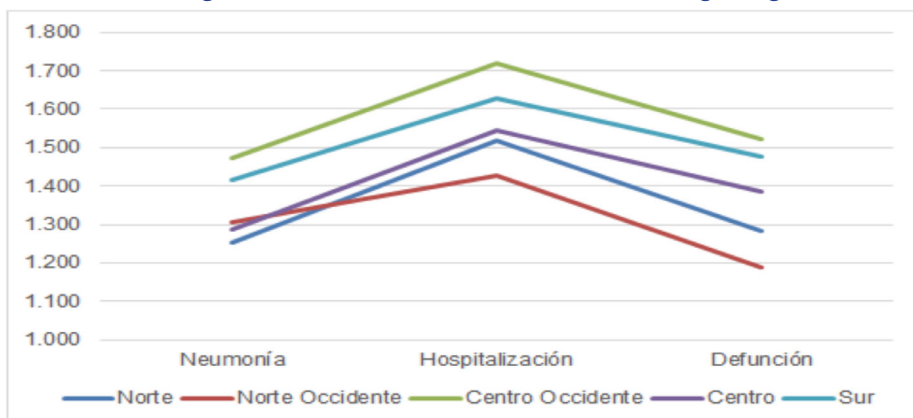
Entidad	Estadios de gravedad*			Determinantes sociales de la desigualdad**						Demográficos***		Movilidad espacial (desplazamientos)****					
	Neumonía	Hospitalización	Defunción	IMI 2020	Índice de Salud	Ingreso per cápita	PIB per cápita	Pobreza (%)	Gasto en salud p/cápita	Población	Densidad poblacional	Residencia	Trabajo	Comercios y recreación	Playas y parques públicos	Estaciones de transporte	Abarrotados y farmacias
Oaxaca	1.074	0.696	0.972	13.216	0.827	1,457	84,957	66.4	3,943	4,132,148	42	12.71	25	37.7	44.69	35.03	20.31
Puebla	2.891	1.292	1.472	17.722	0.837	1798	110,751	58.9	3,709	6,583,278	180	13.49	27.76	38.81	37.57	28.83	7.82
Queretaro	2.782	1.237	1.080	20.838	0.852	2829	231,246	27.6	4,734	2,368,467	174	13.21	25.21	35.22	36.02	17.46	9.77
Quintana Roo	2.165	1.383	1.810	20.629	0.851	2616	205,234	27.6	4,918	1,857,985	34	17.42	35.88	46.21	51.78	56.47	22.11
San Luis Potosí	1.020	0.456	0.848	18.688	0.839	2145	175,802	43.4	4,033	2,822,255	44	11.33	23.46	31.54	32.39	29.27	8.52
Sinaloa	2.088	1.385	1.643	20.510	0.844	2559	155,199	30.9	4,681	3,026,943	52	13.83	28.43	36.61	29.41	39.38	11.07
Sonora	1.627	1.129	1.448	21.406	0.849	2762	243,736	28.2	6,013	2,944,840	16	12.98	28.62	36.61	33.69	34.19	11.6
Tabasco	1.211	0.665	1.109	18.332	0.843	1820	191,878	53.6	5,234	2,402,598	97	13.77	28.53	42.52	36.82	31.91	17.26
Tamaulipas	0.734	0.563	1.087	20.997	0.846	2267	178,564	35.1	5,563	3,527,735	43	11.95	25.76	32.95	37.61	37.76	8.86
Tlaxcala	2.929	1.152	1.658	19.871	0.845	1859	91,855	48.4	4,140	1,342,977	318	12.82	22.5	29.92	29.77	35.56	4.93
Veracruz	1.538	0.929	1.195	16.414	0.834	1497	117,845	61.8	4,606	8,062,579	113	11.25	24.04	33.47	36.49	38.33	8.38
Yucatán	0.976	0.747	1.208	17.512	0.837	2301	144,795	40.8	6,405	2,320,898	53	18.02	31.7	48.91	51.73	59.66	22.57
Zacatecas	1.156	0.756	0.991	19.497	0.842	1751	121,356	46.8	4,729	1,622,138	21	10.1	22.57	36.09	37.62	33.9	10.79

Fuente: *Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021. **Conapo 2020, PNUD 2019, Knaul et al., 2021, Díaz Castro et al., 2021.

INEGI 2020, Díaz Castro et al., 2021. *Google LLC 2020.

Gráfica 7.

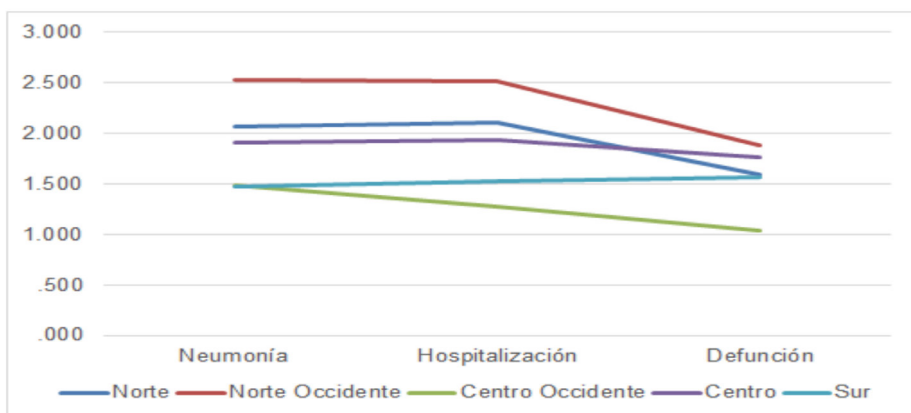
Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para EPOC
como categoría de interés en los estadios de severidad según regiones



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Gráfica 8.

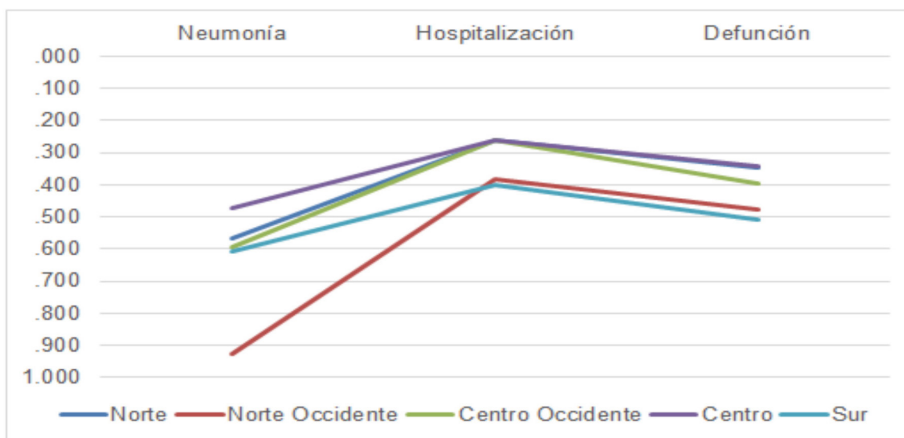
Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para “sí habla lengua indígena”
como categoría de interés en los estadios de severidad según regiones



Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Gráfica 9.

Coeficientes exponenciados del prototipo 4 para población abierta como categoría de interés en los estadios de severidad según regiones

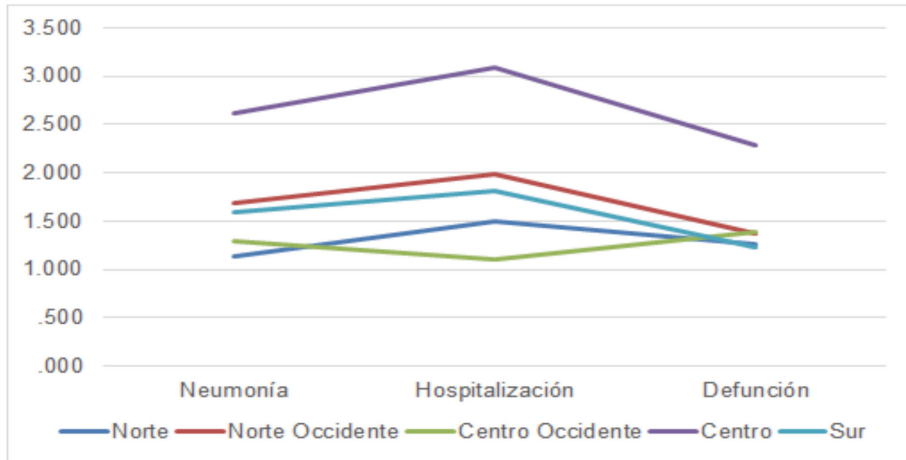


Nota: Escala del eje vertical invertida.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.

Gráfica 10.

Coefficientes exponenciados del prototipo 4 para grado de marginación del municipio de residencia como categoría de interés en los estadios de severidad según regiones



Nota: Se grafican los estadísticamente significativos en los tres estadios. Norte y Norte Occidente IM grado “bajo”, Centro “medio”, Centro y Sur “alto”, tomando como referencia el grado “muy bajo”. $p < .1$ en el coeficiente de neumonía en región Norte.

Fuente: Estimaciones propias con base en la Secretaría de Salud 2021 y Conapo 2020.



*Determinantes de la desigualdad, demográficos y de movilidad
en la predicción y distribución del riesgo y progresión de la enfermedad
por coronavirus 2019 (COVID-19) en México*

Se terminó de editar en diciembre de 2025
en los talleres gráficos de Trauco Editorial
Prolongación Colón 115, int. 115. Tossá
Tlaquepaque, Jalisco.
La edición consta de 1 ejemplar.

En la primera mitad del año 2020 y a pesar de que no supera el 10% de la población mundial, América Latina se constituyó en uno de los epicentros del contagio por el virus del Síndrome Respiratorio Agudo Severo Tipo 2 (SARS-CoV-2) y de las altas tasas de incidencia y fallecimientos por la enfermedad que produce (COVID-19). Por su parte, México se convirtió en el núcleo de este epicentro registrando tasas de mortalidad total diaria y mortalidad acumulada elevadas para el tamaño de su población; representando el 20% del total de la población de América Latina, alcanzó el 40% del total de muertes por COVID-19 de la región.

La naturaleza federativa de la República Mexicana, conformada por un régimen de estados libres unidos bajo una federación, y el carácter descentralizado de las funciones y obligaciones del sistema de salud, definieron diferencias sustantivas en el peso con que el diseño e implementación de la política pública para enfrentar la contingencia por COVID-19 recayó en las autoridades subnacionales. Declarada oficialmente la pandemia, la Secretaría de Salud, cuerpo de gobierno del Sistema Nacional de Salud y máxima autoridad sanitaria a nivel federal, estableció una política y lineamientos rectores para contener y mitigar sus efectos. Sin embargo, la carga del diseño y la ejecución de las medidas fue asumida por las autoridades sanitarias estatales, que en el ejercicio de sus obligaciones, atribuciones y funciones las ejecutaron para contener la propagación de contagios; el aumento del riesgo a la enfermedad; la transición a estadios de mayor severidad; la saturación de los sistemas de servicios de salud; y el aumento de las muertes.

De aquí deriva que las investigaciones afirmen que en México no hubo una pandemia, sino 32 distintas, una por cada entidad federativa, o bien, tantas como regiones del territorio nacional puedan delimitarse. Esta diversidad se explica, al menos en principio, por la alta heterogeneidad de medidas implementadas, riesgos experimentados y resultados obtenidos. Ponderando el peso que tienen los determinantes sociales de la desigualdad en el riesgo de pérdida de la salud y progresión entre estadios de gravedad por COVID-19, la presente investigación pone a prueba, entre otras, la hipótesis de la heterogeneidad regional.

ISBN 978 607581920-4



9 786075 819204



CUCEA

El mejor lugar para el talento