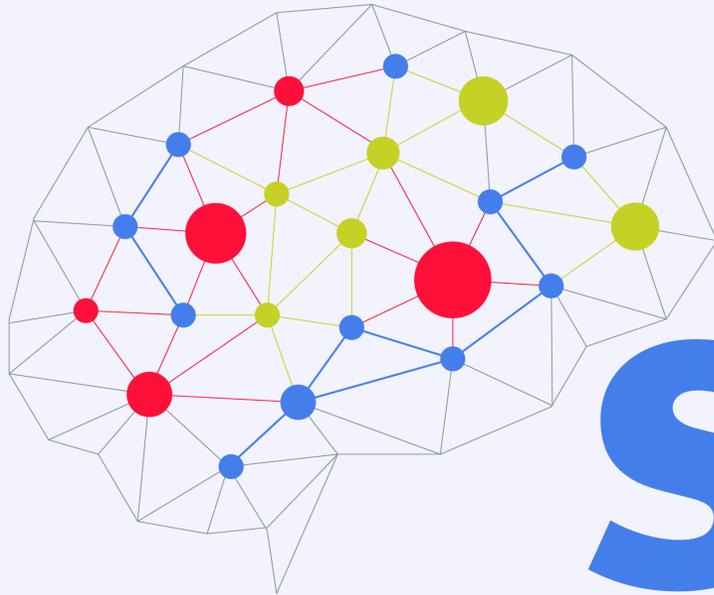


SISCOVID.COM



SISCOVID

Sistema de Inteligencia Epidemiológica del COVID-19



El conocimiento
es de todos

Minciencias



Universidad de
los Andes



Universidad
de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional



CNC
Centro Nacional de Consultoría

movistar

Modelos sistémicos de inteligencia epidemiológica para estimar las dinámicas de infección del COVID-19 apoyando la toma de decisiones para el control y prevención



El conocimiento es de todos

Minciencias

Equipo



Datos



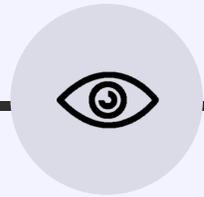
Modelamiento



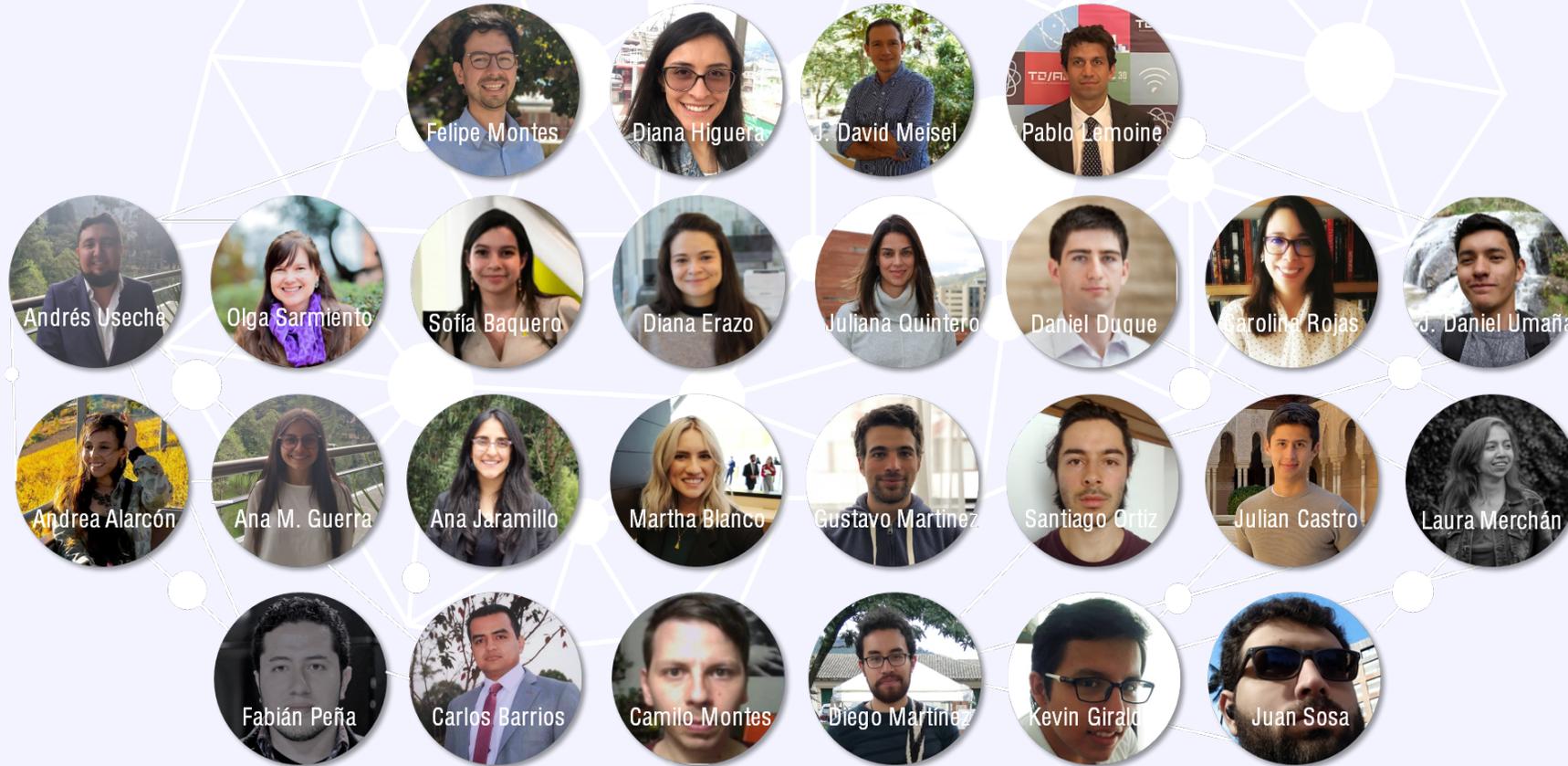
Intervenciones



Validación



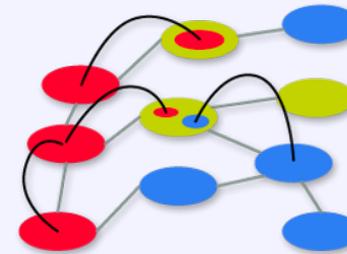
Comunicación



Proveer una herramienta a los tomadores de decisión con información actualizada que permita evaluar escenarios de mitigación y control de la epidemia.

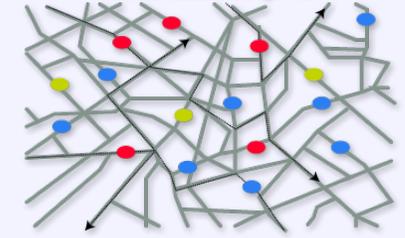
Modelos sistémicos

Modelo SEIR



- Estimar parámetros
- Realizar predicciones

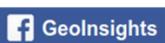
Modelo basado en agentes



- Incluye la movilidad
- Comparar estrategias

Datos abiertos + 12800 encuestas (3*1000 Bogotá)

1
Movilidad

2
Encuestas

Encuesta en cada ciudad:

- Movilidad y contactos.
- Adherencia.
- Síntomas.
- Enfermedades preexistentes.
- Características sociodemográficas.

3
Administraciones locales



4
Administraciones nacionales



Revisión Intervenciones: Colombia y mundo

Objetivo	Contención	Mitigación	Supresión (R<1)	Prevención
	Casos			
Control de la transmisión	Detección temprana y aislamiento de casos			
	Rastreo de contactos		Testeo masivo	
	Testeo masivo		Rastreo de contactos	
	Prevención y control de la infección en Trabajadores de salud			
Intervenciones No Farmacológicas	Cuidado clínico apropiado y aumento de personal a necesidad			
	Comunicación de riesgo y participación comunitaria (aceptación, ajustes a contexto)			
	Individuales diarias (Lavado de manos, higiene respiratoria, aislamiento voluntario, protección personal, distanciamiento social)			
	Ambientales (limpieza de superficies, ventilación)			
Intervenciones Farmacológicas	Comunitarias			
	Grupos de alto riesgo	Cancelación de eventos masivos	Cierre Establecimientos educativos	Cierre establecimientos no esenciales
			Cierre de puntos calientes	Cuarentena Obligatoria
	Limitación del transporte público			
	Tratamiento COVID-19			
	Vacunas			



Tomadores de decisiones



Resultados de las encuestas

Más de 4200 encuestas en mayo

9 de cada 10 personas



Considera el COVID-19 una enfermedad grave o fatal

6 de cada 10 personas



Creer que se pueden infectar

83%

De los encuestados consideró que el transporte público es un lugar inseguro para el contagio de SARS-COV-2

31%

De los encuestados consideró que el lugar de trabajo es un lugar inseguro para el contagio de SARS-COV-2

1. La ciudadanía se esta cuidando.

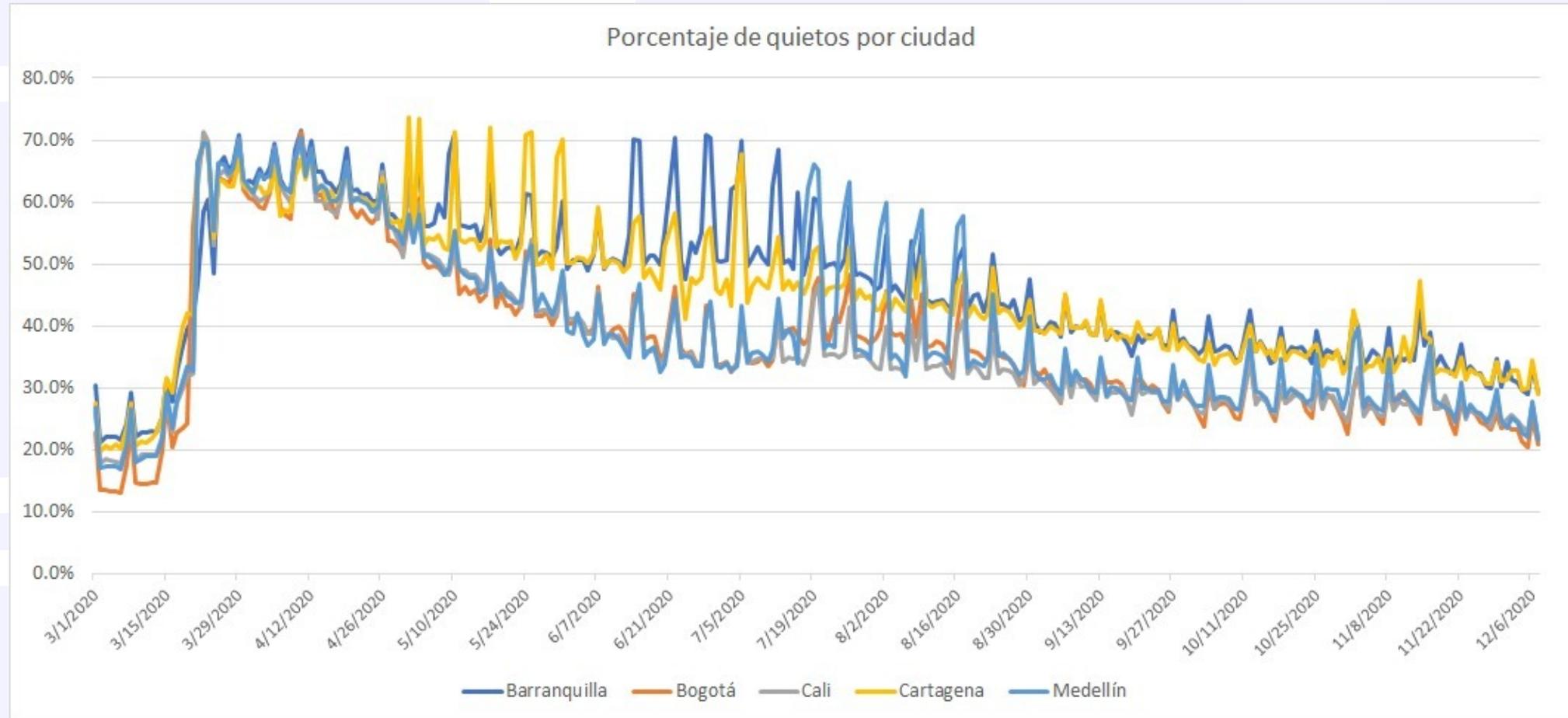
2. La adherencia a las normas depende de su vulnerabilidad económica.

3. El teletrabajo se relaciona en la disminución de contactos.



No puede ser la Única Estrategia

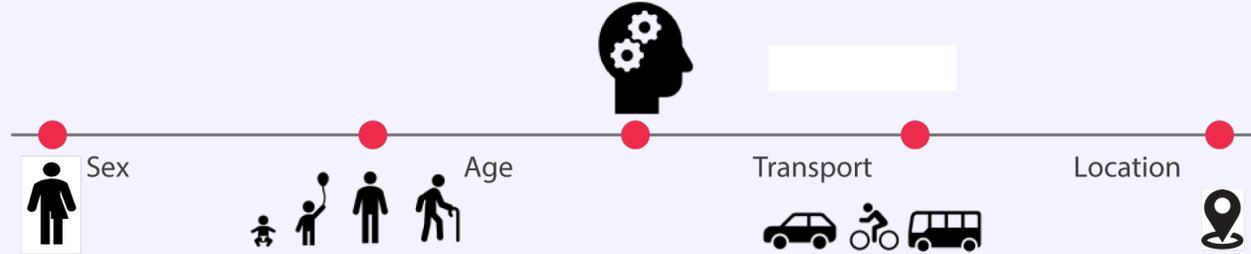
Movilidad en las ciudades



Paquete de intervenciones	B/quilla	CTG	Cali	Bogotá	Medellín
 1. Cierre de zonas de alta probabilidad de transmisión	✓	✓	✓	✓	✓
 2. Horarios escalonados por sectores económicos / zonas	✓	✓	✓	✓	✓
 3. Aumento del transporte activo	○	○	✓	✓	✓
 4. Apertura de Jardines infantiles Colegios Universidades	✓	✓	✓	✓	✓
 5. Continuar cuarentena de personas mayores de 60 años	✓	✓	✓	✓	✓
 6. Cuarentenas por intervalos (acordeón)	✓	✓	✓	✓	✓
 7. Testeo en hotspots	✓	✓	✓	✓	✓
 8. Aumento de la capacidad para el rastreo de contactos	○	○	✓	✓	✓

✓ Viable ○ Inviabile

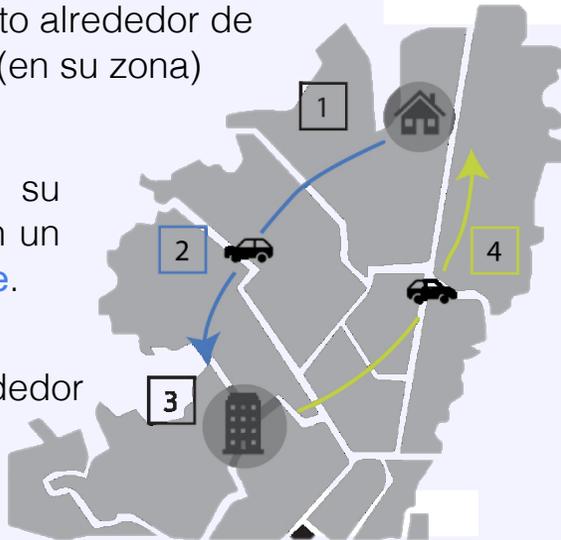
Formulación ABM



Movimiento alrededor de su hogar (en su zona)

Movimiento de su hogar al destino en un medio de transporte.

Movimiento alrededor de su destino.



Movimiento de vuelta su hogar desde el destino en un medio de transporte.



Quando un agente infectado se encuentra con un **susceptible**, hay una probabilidad de que se infecte. Este agente infectado puede presentar **síntomas o ser asintomático**. Después de unos días, el agente infectado puede empeorar y podría requerir **hospitalización** o **cuidado crítico**. Si el agente sobrevive se **recupera** del virus.

Formulación del modelo agentes

Acciones

- **Infectar:** Un agente infectado puede infectar a otros que estén en la misma celda **después de 5 días** de haber contraído el virus y con una probabilidad que depende de su sintomatología. Los agentes que se movilizan por transporte público o caminando pueden ser infectados por agentes en el **mismo patch**.
- **Actualizar estado:** 70% de los agentes no presenta síntomas. El agente puede presentar **síntomas fuertes** después de **9 días (5 periodo de latencia y 4 en desarrollar síntomas)** de haber sido infectado dependiendo de una probabilidad determinada por la **edad**. Agentes hospitalizados pueden morir con una probabilidad determinada por la edad y los críticos tienen una probabilidad de morir del 50%.
- **Recuperarse:** Los agentes infectados Asintomáticos y leves se recuperan en **14 días**. Agentes en hospitalización y UCI se recuperan después de **4 a 6 semanas (depende de si pasa por UCI o no)**.

Fuente: Imperial College and Joint Mission Data (2020)

Reglas

Todos los agentes sin restricciones de movilidad (susceptibles (1), infectados leves (2) y recuperados (5)) se mueven desde su hogar al trabajo. Los agentes se mueven en 4 etapas en un día:

- **Camina cerca** del hogar.
- Se **desplazan** en un modo de transporte dado (público o privado) desde la **casa a trabajo**.
- **Caminan** aleatoriamente alrededor del trabajo.
- Se **desplazan** en un modo de transporte dado (público o privado) desde el **trabajo a la casa (directamente)**.

Agentes que viajan en **transporte público** se mueven un **número de veces** hasta llegar a su destino final (hogar o lugar de trabajo) y **pueden tener contactos con otros agentes (dependiendo de una probabilidad de contactos por celda)** que usan el mismo modo de transporte. Igualmente los agentes pueden tener contactos en el hogar y en el trabajo si se encuentran en la misma celda.

Propiedades

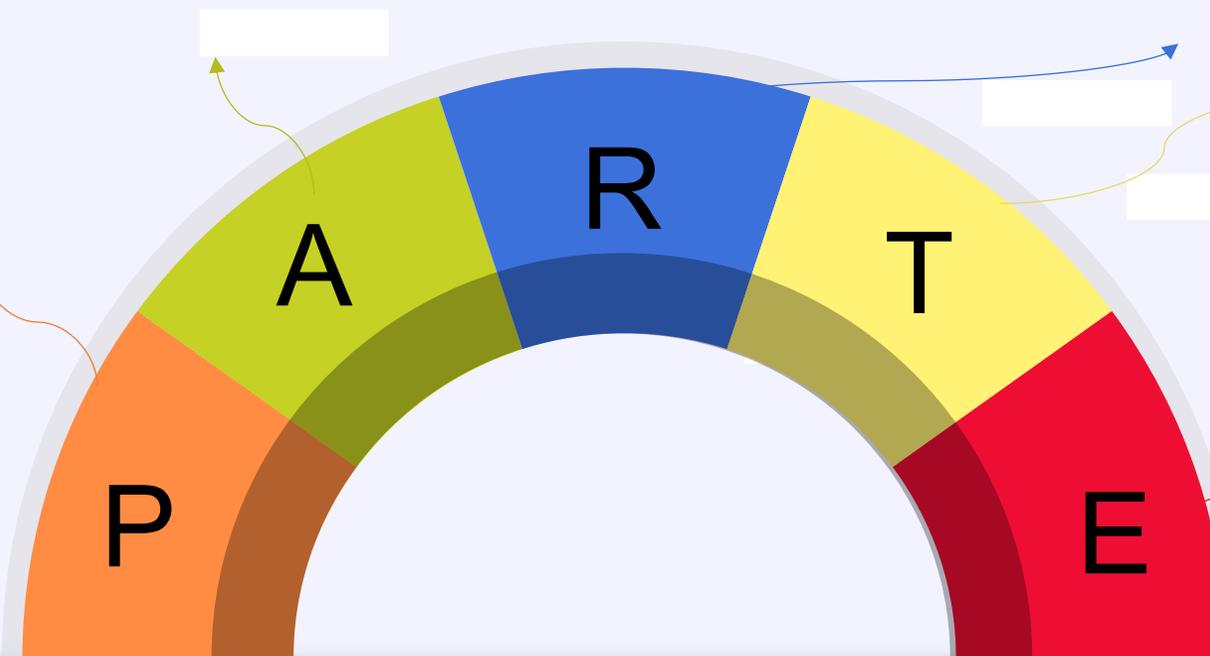
- **Sexo:** Distribución acorde a la distribución de cada ciudad reportado por el DANE.
- **Edad:** Distribución de acuerdo a grupos etarios de cada ciudad.
- **Ubicación:** Área donde las personas viven y donde trabajan de acuerdo a las matrices de origen-destino de cada ciudad.
- **Estado:** Susceptible (1), infectado (sintomático o asintomático) (2), infectado grave (requiere hospitalización) (3), infectado crítico (requiere UCI) (4), recuperado (5).
- **Modo de transporte:** público o privado de acuerdo a la encuesta de movilidad de cada ciudad.

Tiempos

Una iteración representa un **día real**. Cada día tiene 4 etapas.

Entorno

La ciudad se representa con una **grilla**. Cada celda representa una coordenada en el mapa real de la ciudad. Cada celda tiene asignada una localidad o comuna de la ciudad como atributo. La celda tiene un tamaño de 250 mx 250 m.



Cuarentena por localidad/comuna

- - - Inicio cuarentena
- - - Inicio cierre de localidades

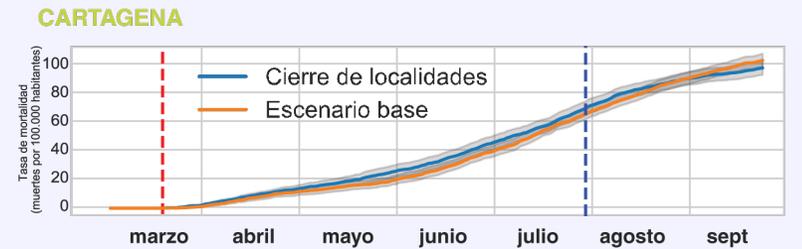
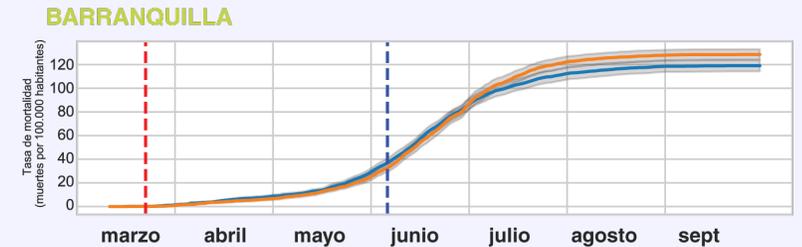
Tasa de ataque



Hospitalizaciones y UCI



Tasa de mortalidad



Evaluación escenarios

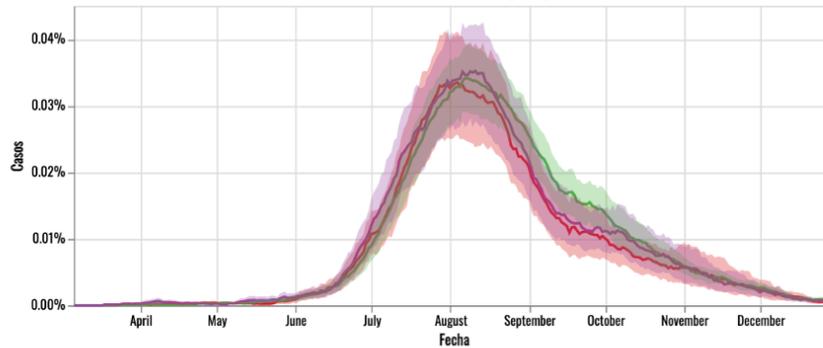
La siguiente herramienta permite evaluar diferentes escenarios de intervención para el control y mitigación del COVID-19 por ciudad, localidades y grupos de edad.

Barranquilla
Bogotá
Cali
Cartagena
Medellin

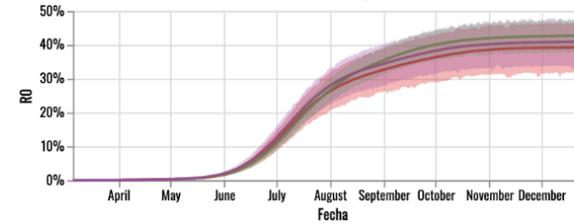
Apertura de estudiantes

■ Actual
■ Apertura 100%
■ Apertura 30%
■ Apertura 50%
■ Sin cuarentena

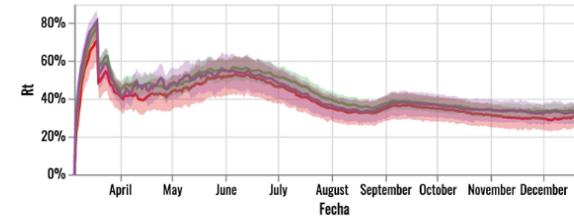
Evolución de críticos (UCIs)



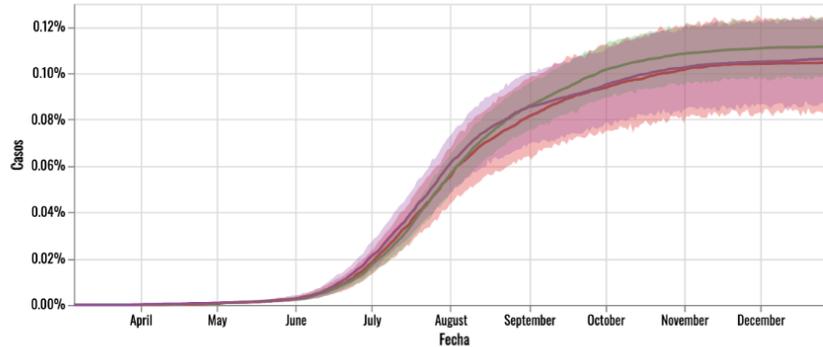
Tasa de ataque



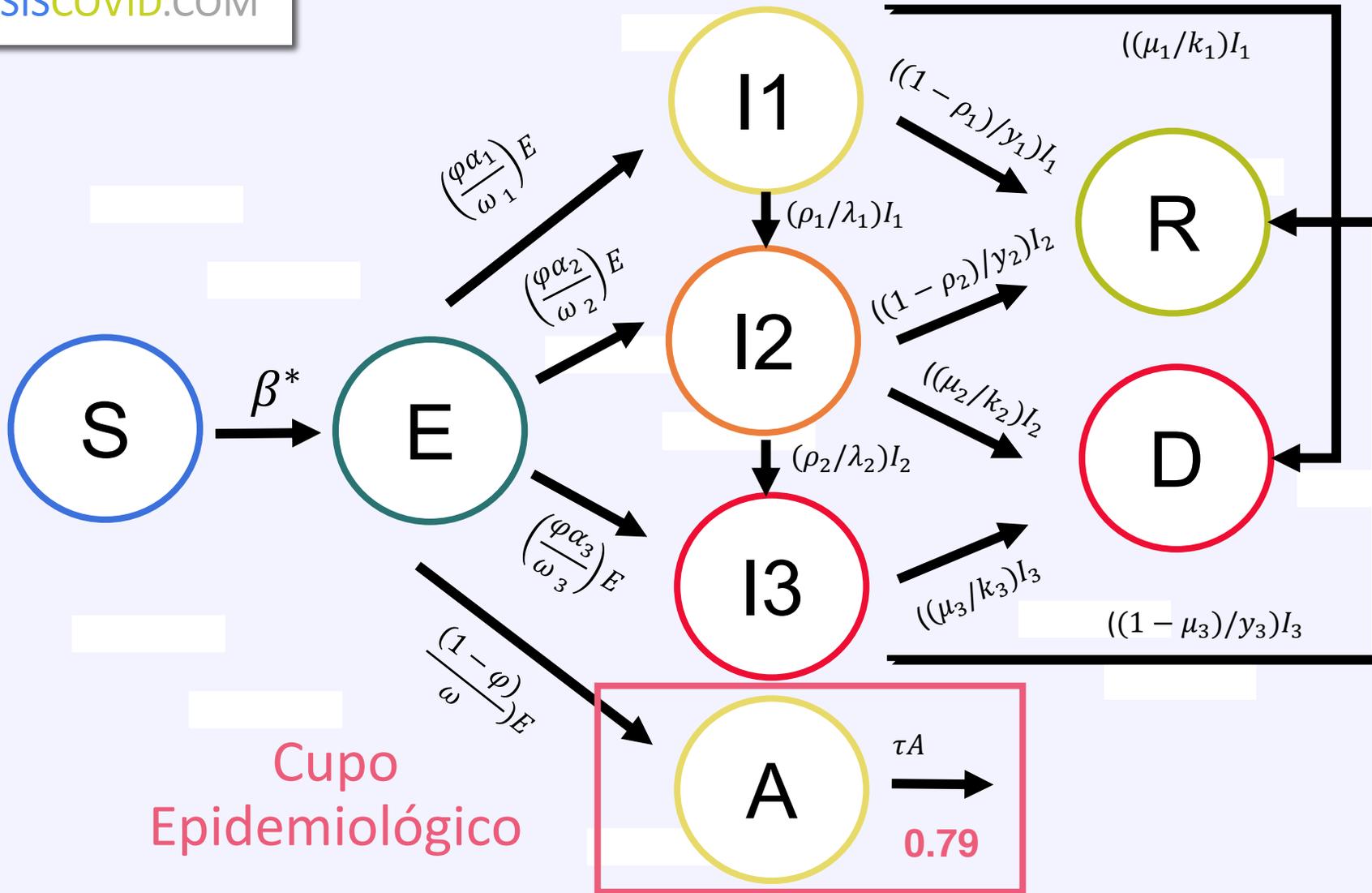
Tasa de reproducción efectiva



Evolución de fallecidos



* Los porcentajes de apertura corresponden a movilidad de estudiantes de colegios y universidades.



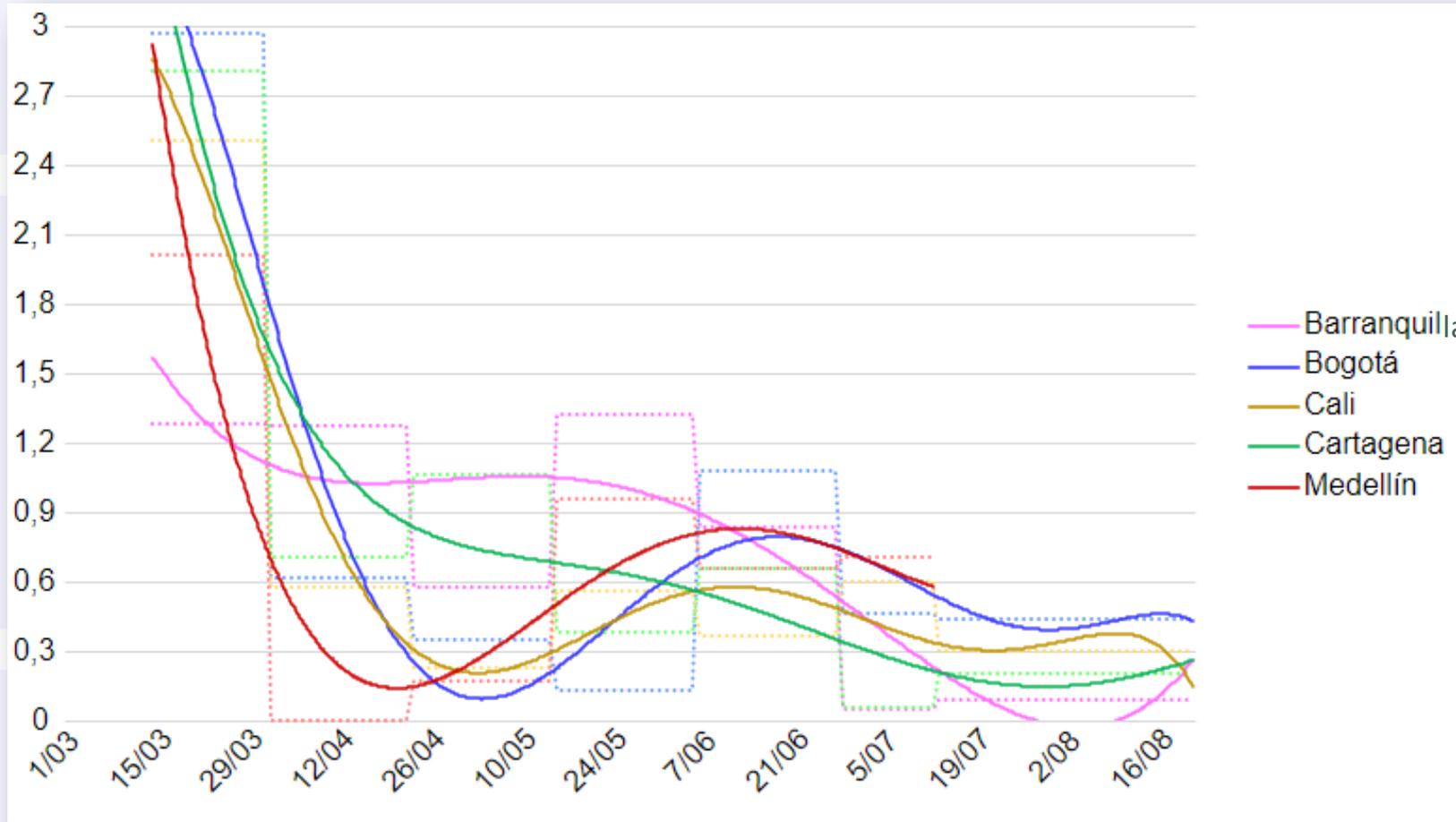
Modelo SEIR

- ▶ Modelo SEIR (Susceptible, Expuesto, Infectado, Removido)
- ▶ Asintomático (A) y diagnosticado (I1).
- ▶ Hospitalizado (I2), UCI (I3) y fallecidos (D).
- ▶ Cada población A, I1, I2 y I3 tiene una tasa de recuperación.

$$\beta^* = \frac{\beta (\sigma_A A + \sigma_1 I_1 + \sigma_2 I_2 + \sigma_3 I_3)}{N}$$

Estimación de Parámetros

Tasa de infección



Predicciones de Mortalidad

- Muertes reales acumuladas
- Predicción de muertes acumuladas

Cartagena



Barranquilla



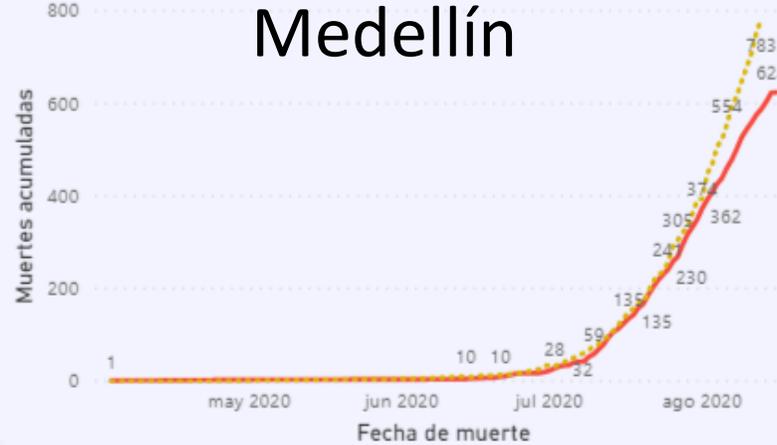
Bogotá



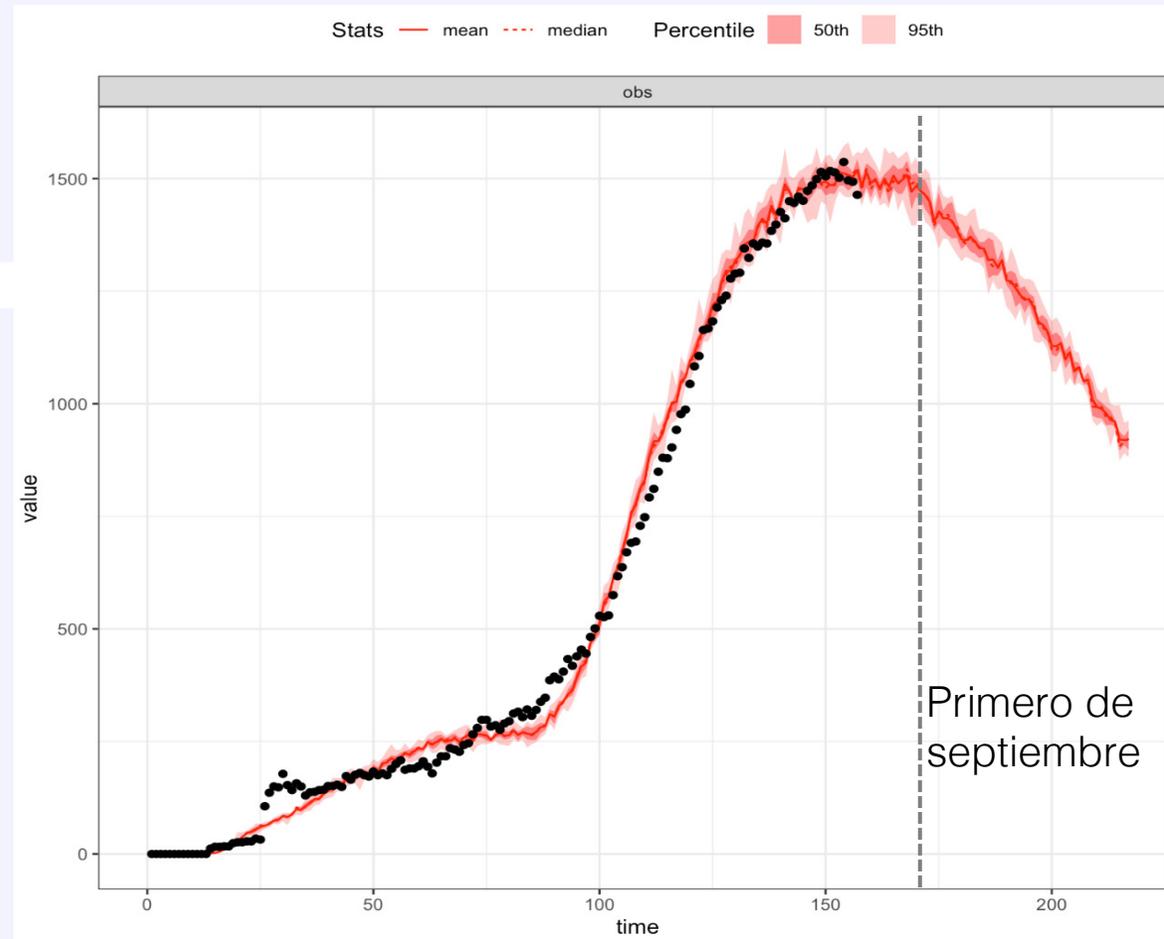
Cali



Medellín



Predicciones a futuro Ocupación UCI



Admisiones Hospitalarias - Alertas



- Dada una capacidad y tasas de recuperación, cuál es la máxima tasa de entrada de personas a UCI a la cual es sistema hospitalario no colapsa?
- Dado este valor, monitorear el número de admisiones sirve como un sistema de alertas.
- Detalles técnicos:

Timing social distancing to avert unmanageable COVID-19 hospital surges

Daniel Duque^a, David P. Morton^{a,1}, Bismark Singh^b, Zhanwei Du^c, Remy Pasco^d, and Lauren Ancel Meyers^{c,e}

^aIndustrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Evanston, IL 60208; ^bDiscrete Mathematics, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen 91058, Germany; ^cDepartment of Integrative Biology, The University of Texas at Austin, Austin, TX 78712; ^dOperations Research and Industrial Engineering, The University of Texas at Austin, Austin, TX 78712; and ^eSanta Fe Institute, Santa Fe, NM 87501

Análisis para UCI

Ejemplo:

Dada una capacidad de **1000** UCI y las tasas de recuperación actuales, una alerta conservadora se genera cuando el número promedio móvil (7 días) de admisiones diarias a UCI sobrepase **67** pacientes.

	ICU Scenarios					
Number of ICUs	500	1000	1500	1655	2000	2500
Recovery rate (patient/day)	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
Death rate (patient/day)	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
Daily admission threshold	33	67	100	107	133	167

Sistema de alarmas basado en escenarios

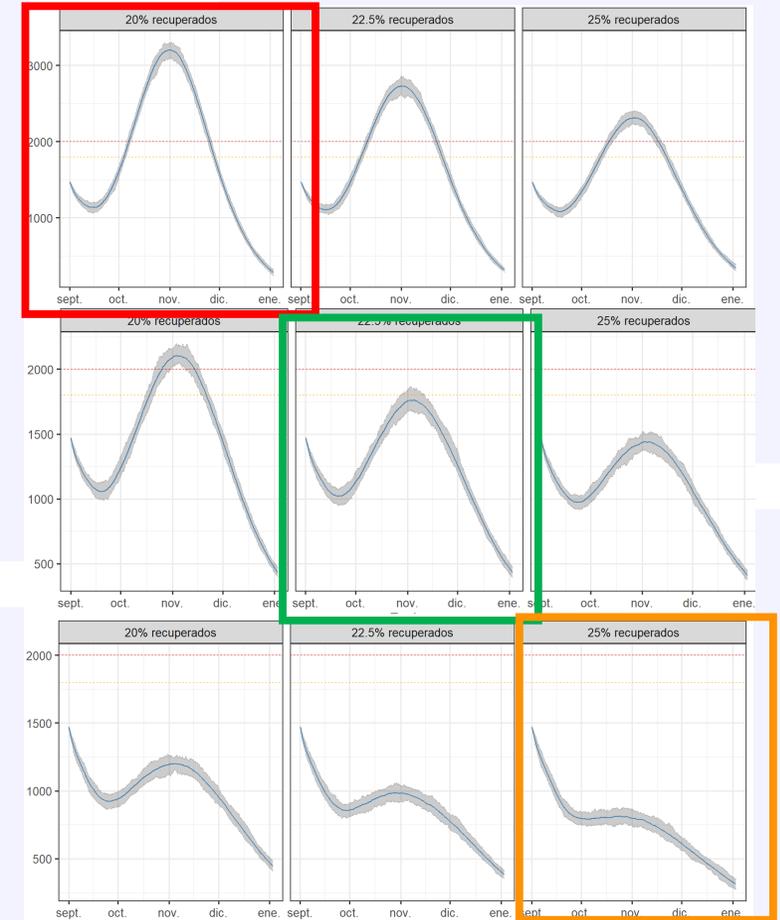
Propuesta

Contamos con 9 escenarios de la alcaldía que varían tanto en tasa de contacto y % de recuperados, iniciando en Sept 1.

Para saber donde nos encontramos dentro de este rango de escenarios, se debe:

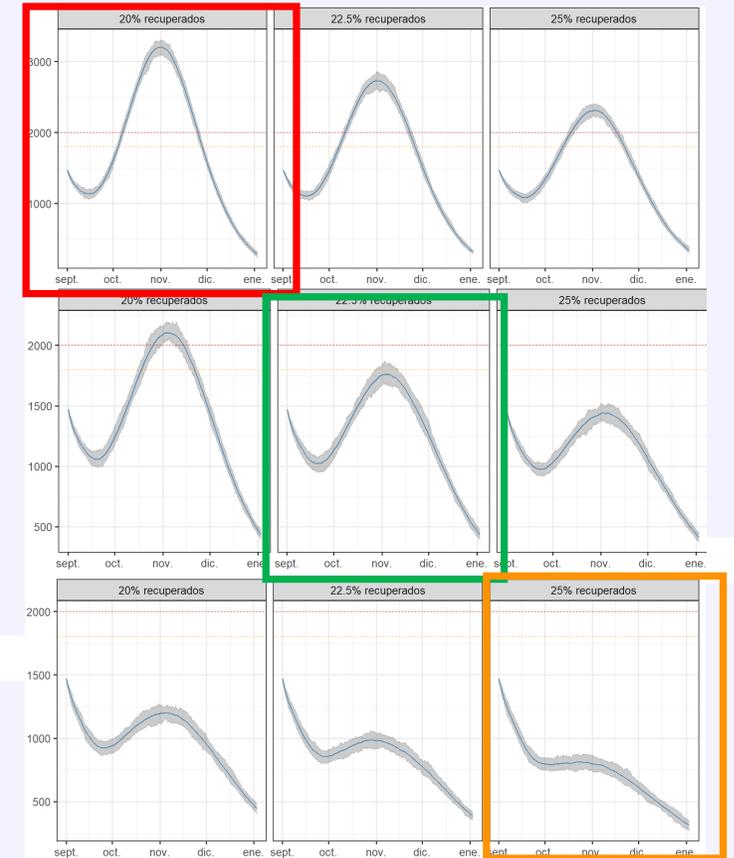
1. Contrastar día a día los datos reales con cada uno de los escenarios
2. Obtener una probabilidad que se va actualizando. Para ello usamos el teorema de Bayes:

$$\Pr\{H_i|\text{datos}\} = \frac{\Pr\{\text{datos}|H_i\} \text{Prior}\{H_i\}}{\sum \Pr\{\text{datos}|H_j\} \text{Prior}\{H_j\}}$$



Beneficios

- Se actualiza día a día tomando en cuenta toda la dinámica.
- Puede tomar en cuenta diferentes variables.
- Administrando el prior podemos administrar la información necesaria para cambiar de opinión.
- En caso en que se dé un escenario no esperado siempre tenemos el primer sistema de alarmas para estar seguro que no se copa la capacidad del sistema.

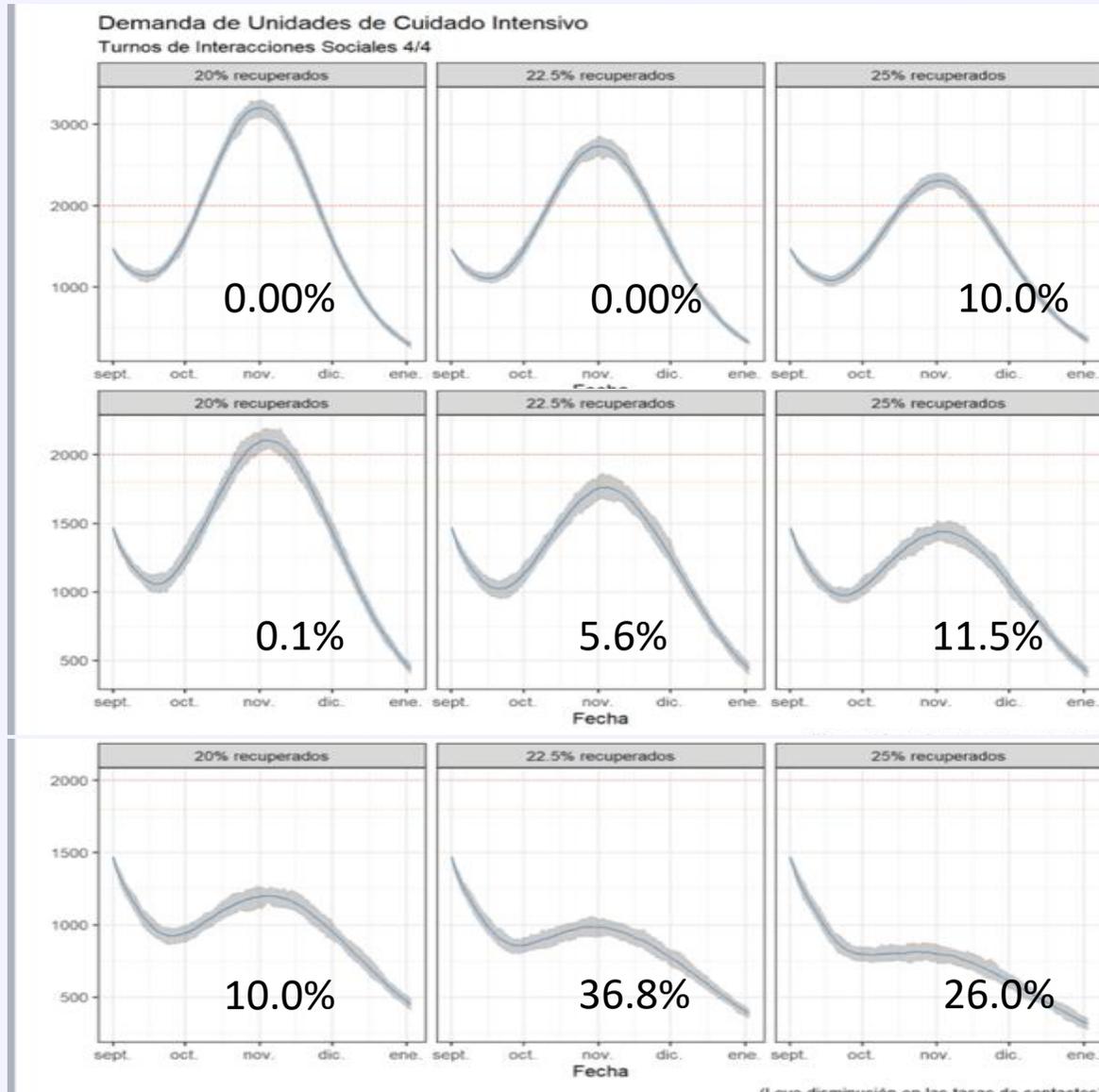


Importante considerar que hay un trade-off entre la certeza y el tiempo.



Probabilidad de estar en cada uno de los escenarios

10% más contactos



Contactos esperados

17 septiembre

10% menos contactos

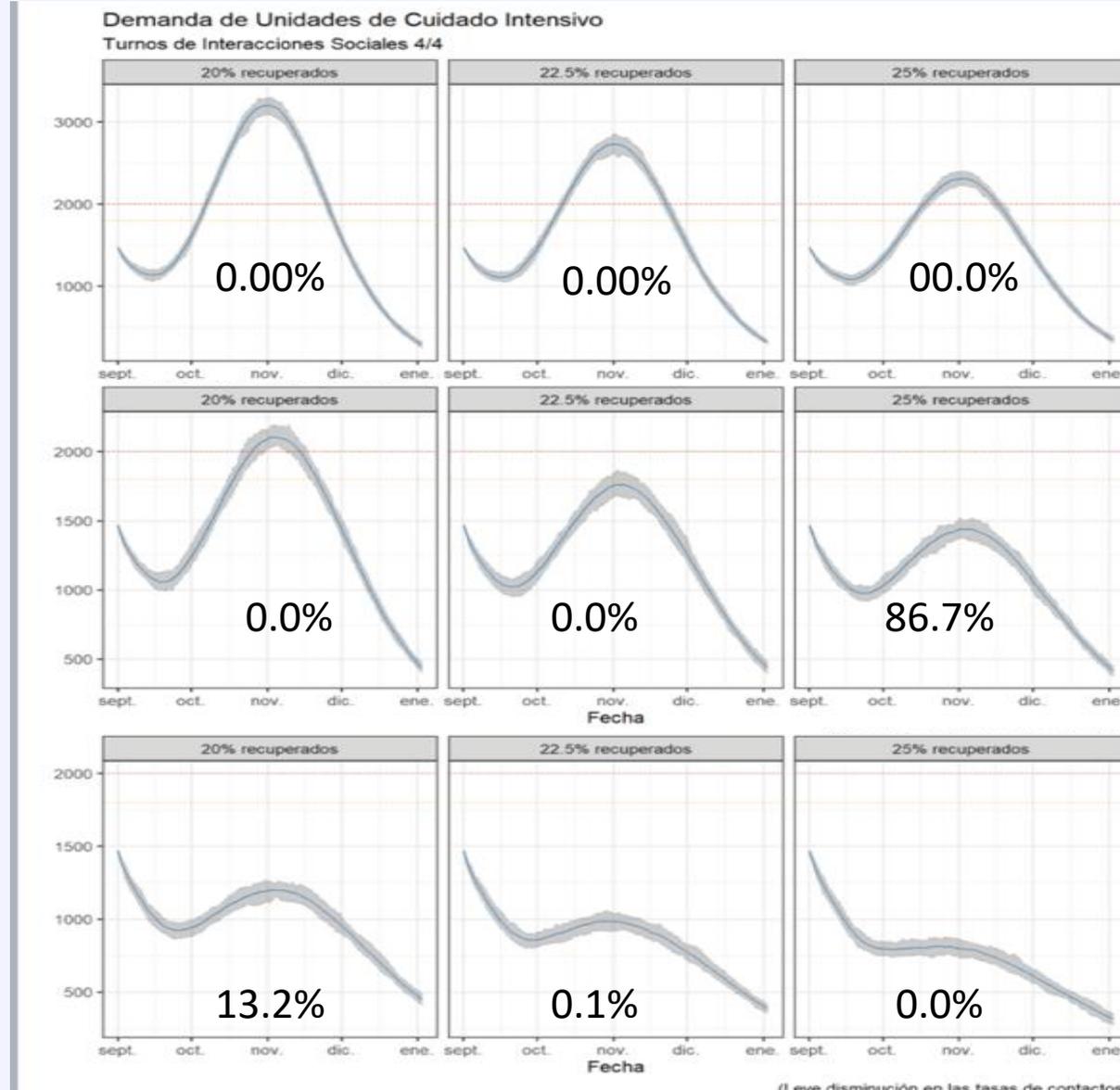
(El eje disminución en las tasas de contactos)

Probabilidad de estar en cada uno de los escenarios

10% más contactos

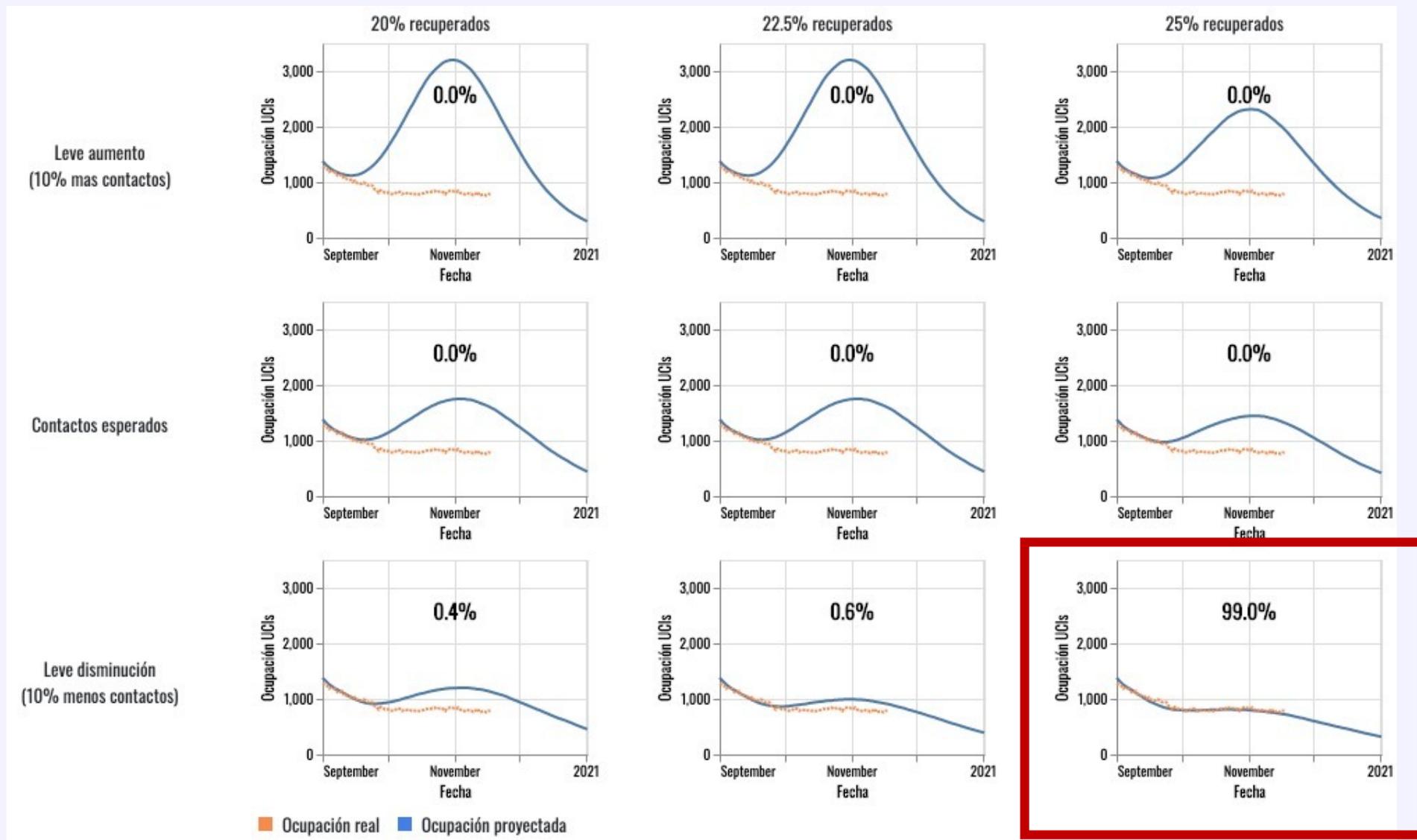
Contactos esperados

10 % menos contactos



23 de septiembre

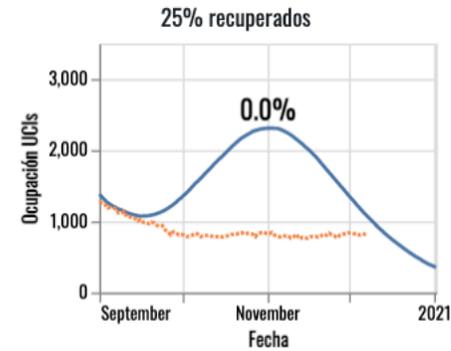
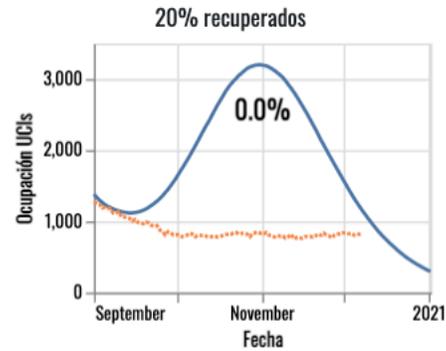
A partir del 9 octubre ya era claro estar en el escenario optimista



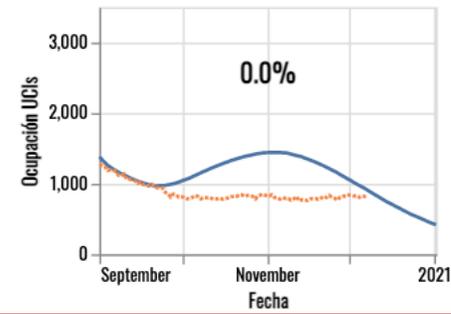
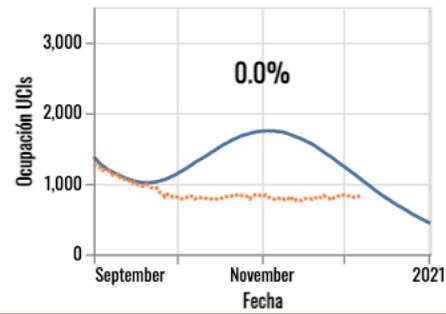
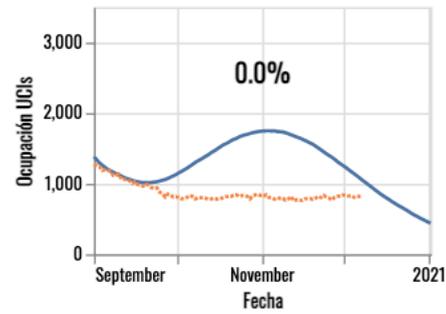
17 noviembre

En diciembre se ha mantenido la ocupación de UCIs

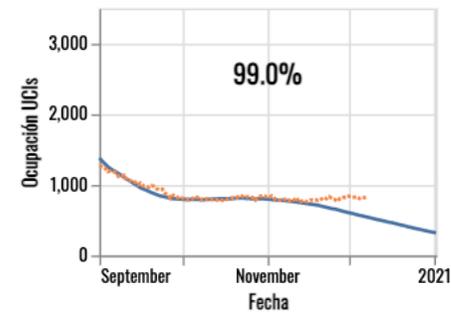
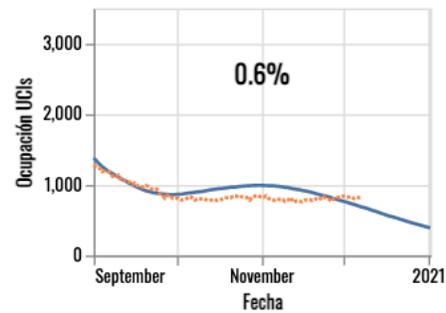
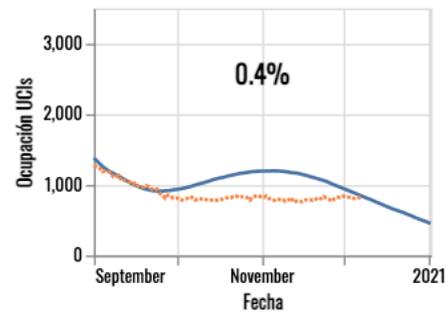
Leve aumento
(10% mas contactos)



Contactos esperados



Leve disminución
(10% menos contactos)



■ Ocupación real ■ Ocupación proyectada

7 diciembre

Posibles explicaciones del escenario observado

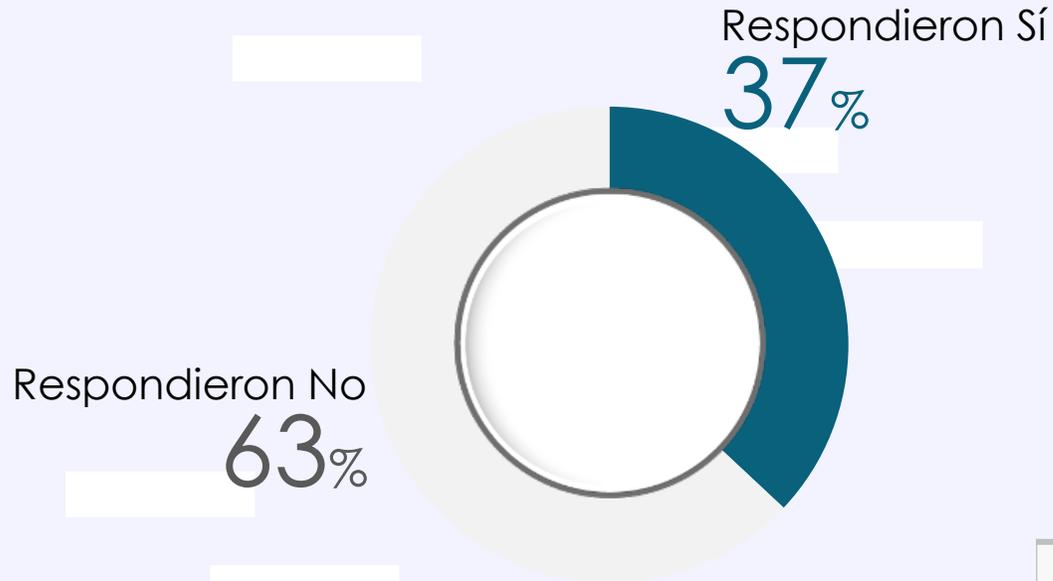
1. Población importante de personas ya recuperadas (>25%)
2. Menos contactos de lo esperado tras reapertura
3. Autocuidado y protocolos

Posibles explicaciones del escenario observado

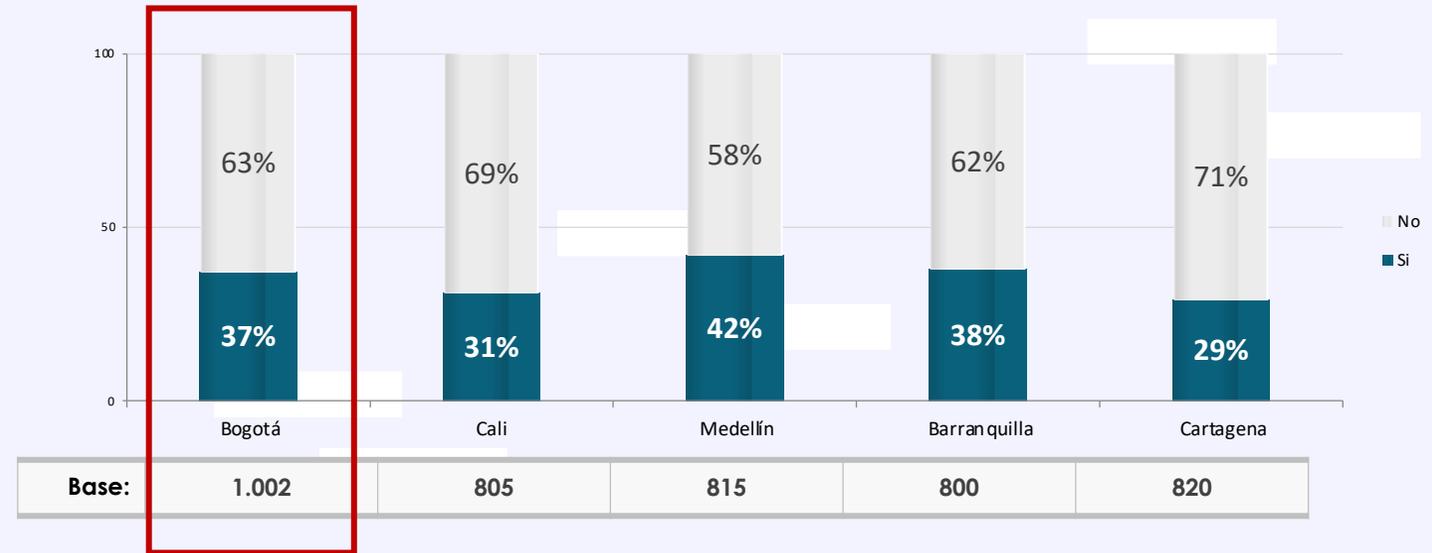
- 1. Población importante de personas ya recuperadas (>25%)**
2. Menos contactos de lo esperado tras reapertura
3. Autocuidado y protocolos

Contagios y atención en salud

39. ¿Alguien cercano, distinto a los miembros de su hogar, ha sido diagnosticado con COVID-19?



Base: Total encuestados **4.242**

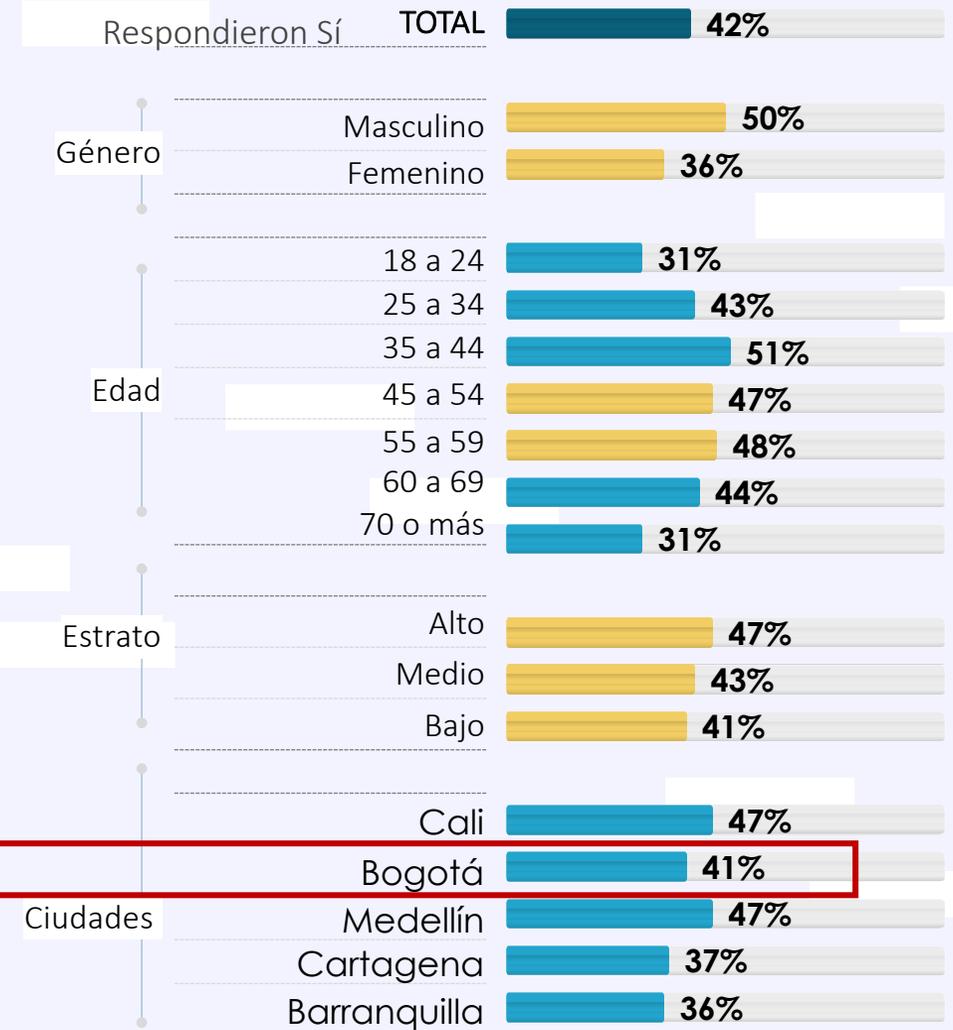
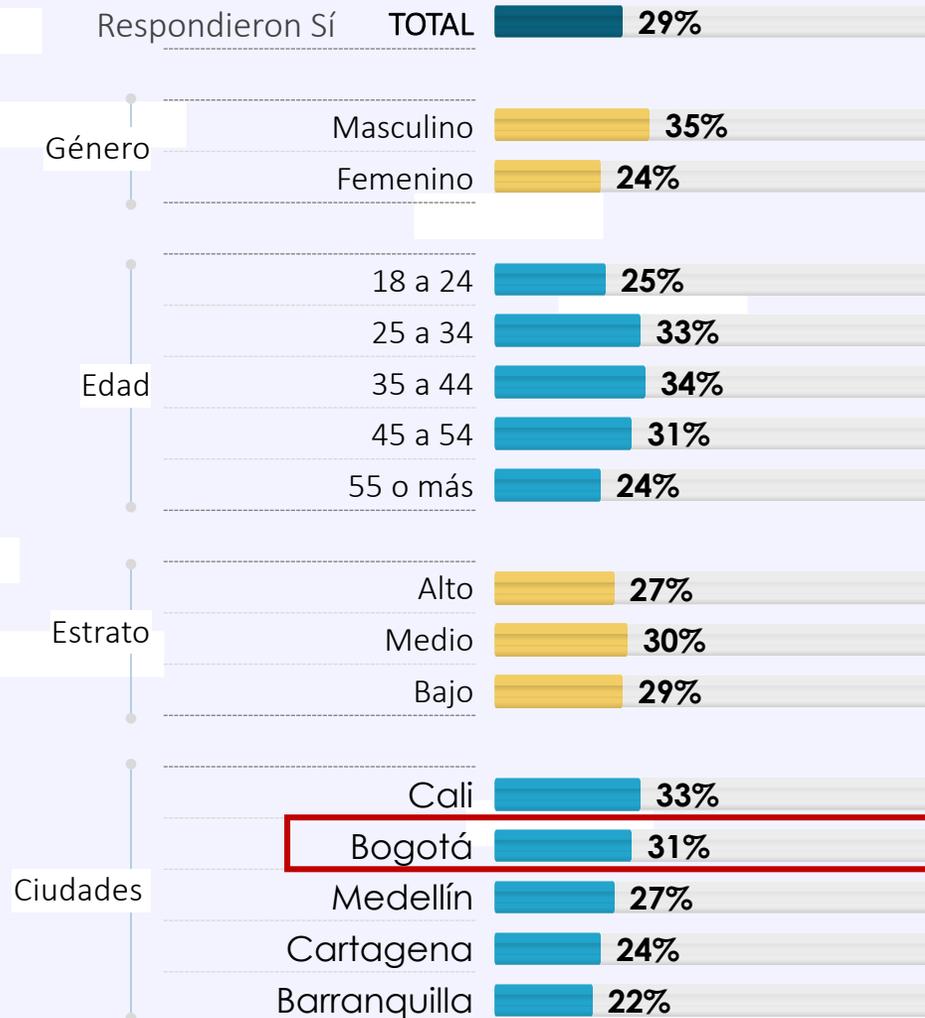


Personas que salieron de la casa AYER



Mayo

Octubre



Base: Total encuestados 4.223

Base: Total encuestados 4.242

Posibles explicaciones del escenario observado

1. Población importante de personas ya recuperadas (>25%)
- 2. Menos contactos de lo esperado tras reapertura**
3. Autocuidado y protocolos

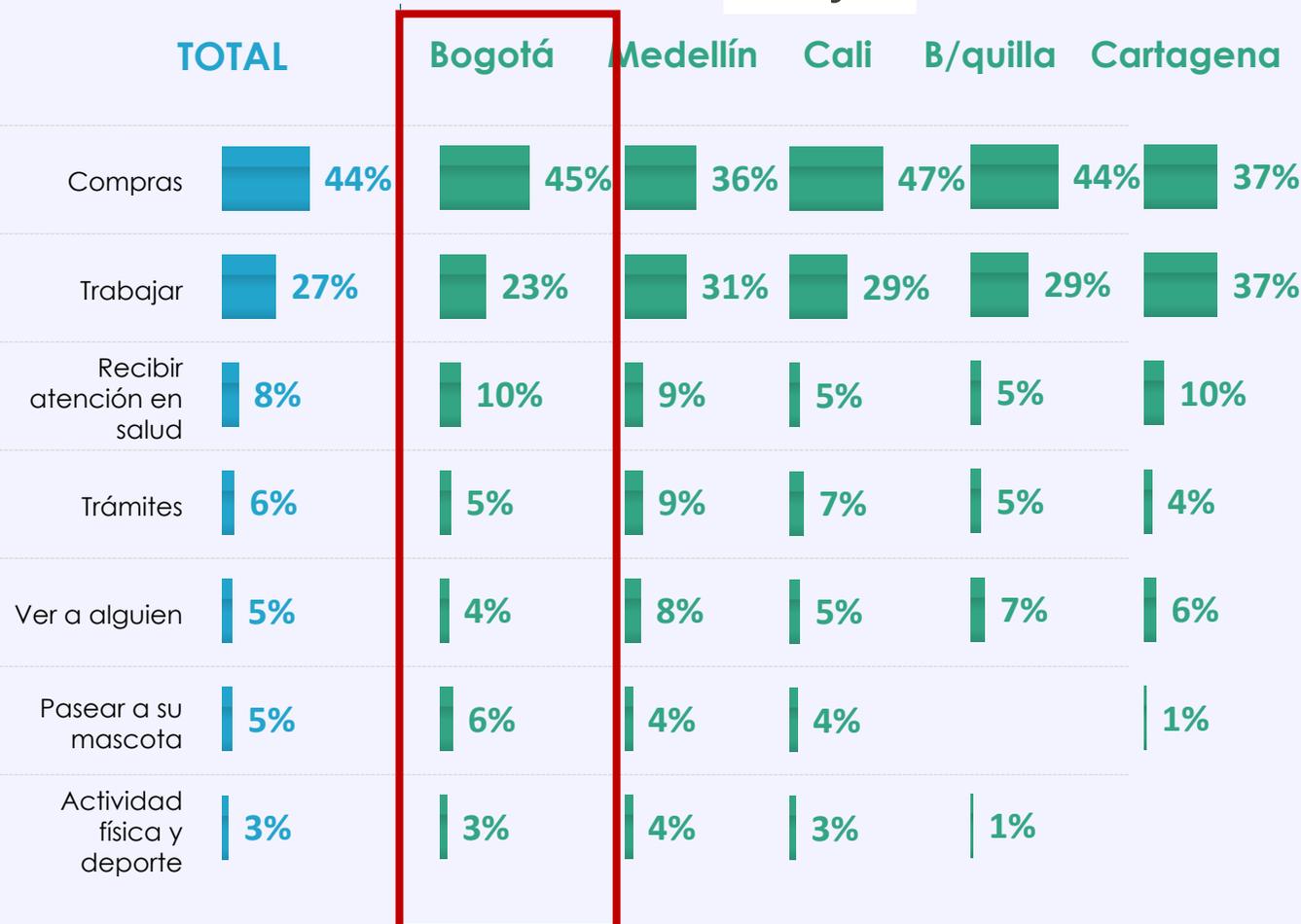


Propósito de los viajes

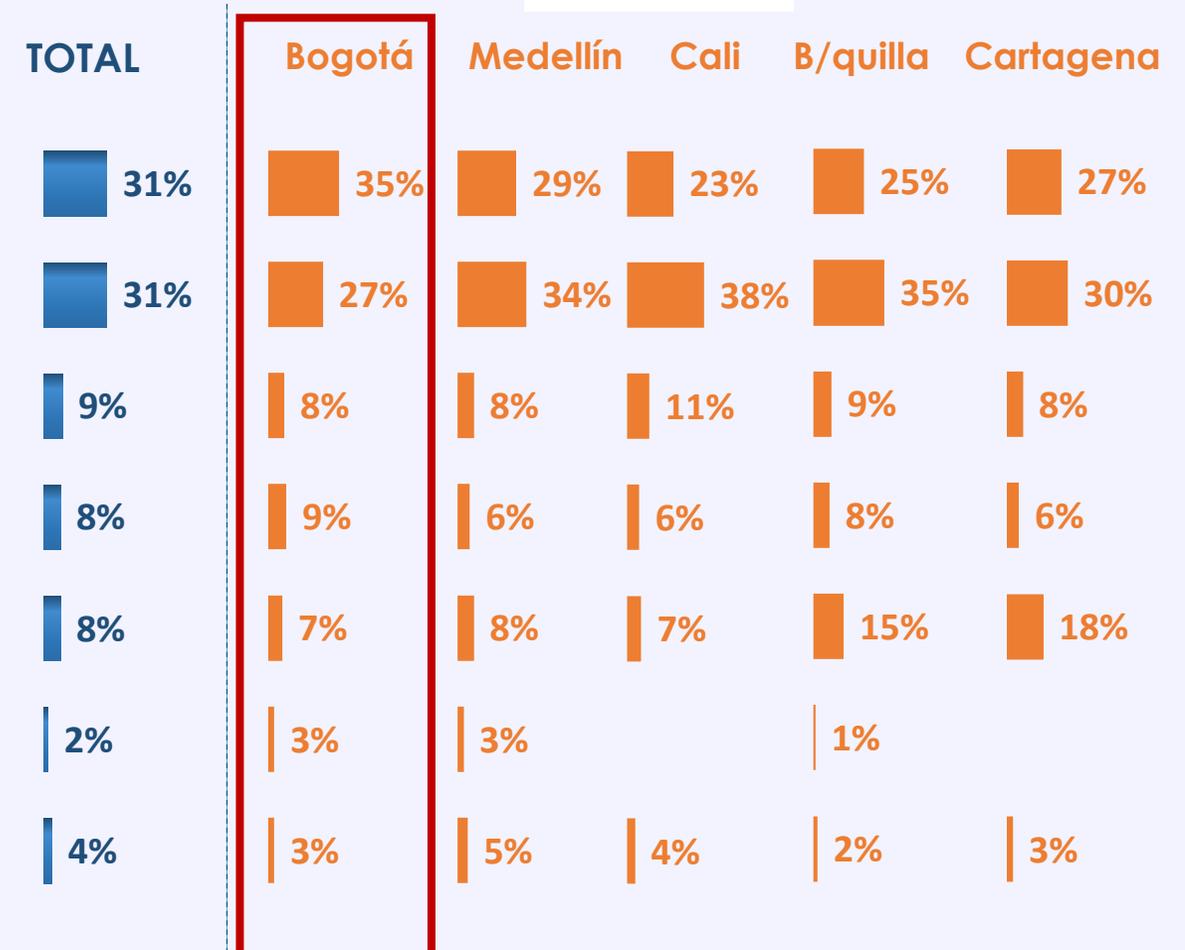
3. ¿Podría por favor decirme cuáles fueron los propósitos de sus desplazamientos/recorridos AYER?

Mayo

Octubre



Base: 1.168



Base: 1.813

Contactos promedio en el destino

Mayo

Octubre

Desplazamiento



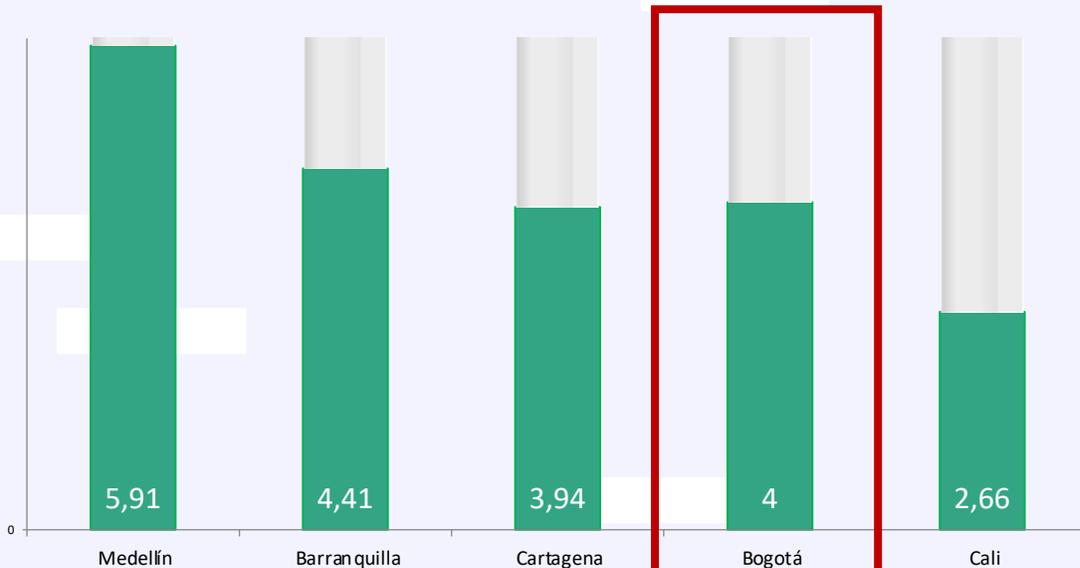
En el lugar de destino, es decir a donde llegó [trabajo, compras, etc.] ¿con cuántas personas tuvo contacto físico (dar la mano, un abrazo, estar a menos de un metro de distancia)?

4,1
Promedio



En el lugar de destino, es decir a donde llegó [trabajo, compras, etc.] ¿con cuántas personas tuvo contacto físico (dar la mano, un abrazo, estar a menos de un metro de distancia)?

2,1
Promedio



Posibles explicaciones del escenario observado

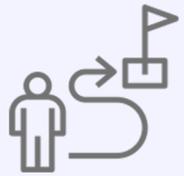
1. Población importante de personas ya recuperadas (>25%)
2. Menos contactos de lo esperado tras reapertura
3. **Autocuidado y protocolos**

Autocuidado



18. Dígame por favor, ¿cuál o cuáles de las siguientes medidas toma cuando sale y/o regresa a su casa?

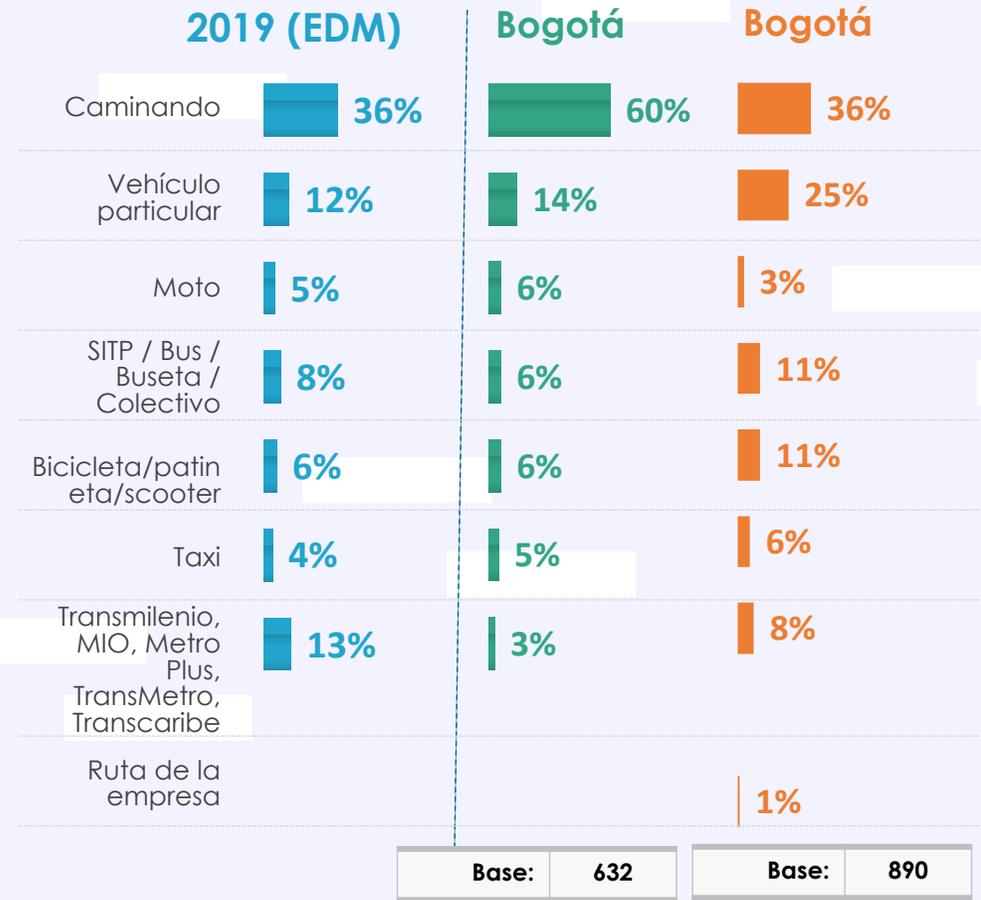
	TOTAL			Bogotá			Cali			Medellín			Barranquilla			Cartagena		
	May	Oct		May	Oct		May	Oct		May	Oct		May	Oct		May	Oct	
Uso de tapabocas	97%	99%	↑	98%	99%	↑	97%	99%	↑	97%	98%		98%	99%		98%	100%	↑
Lavado de manos con agua y jabón por más de 20 segundos	95%	96%		97%	96%		93%	95%		94%	96%	↑	95%	95%		94%	96%	
Mantener distancia de más de un metro con otras personas	85%	90%	↑	86%	92%	↑	82%	89%	↑	86%	87%		89%	89%		82%	90%	↑
*Limpiar la suela de los zapatos	-	89%	↑	-	91%	↑	-	84%	↑	-	87%	↑	-	85%	↑	-	88%	↑
Desinfectar los elementos que lleva del exterior a la casa	84%	86%		84%	87%		84%	84%		87%	84%		86%	86%		81%	89%	↑
Cambiar de ropa al llegar a la casa	80%	76%	↓	76%	74%		83%	78%	↓	83%	73%	↓	91%	87%	↓	90%	88%	
*Uso de protección ocular como las caretas o gafas industriales	-	32%	↑	-	32%	↑	-	33%	↑	-	25%	↑	-	40%	↑	-	43%	↑
*Uso de guantes	-	25%	↑	-	27%	↑	-	27%	↑	-	16%	↑	-	31%	↑	-	32%	↑
Base: Total Encuestados	4.223	4.242		1.010	1.002		809	805		802	815		802	800		800	820	



Modo de transporte por viaje

5. ¿Cuáles medios de transporte utilizó para su desplazamiento?

• Mayo – Octubre •

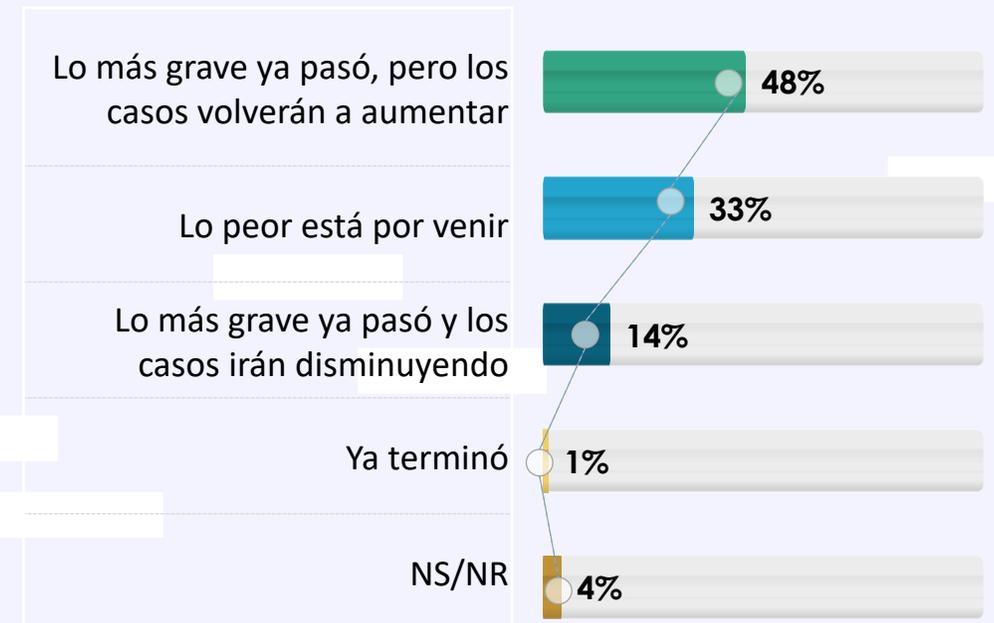


Recomendaciones

- Una apertura con protocolos es viable
- Al aire libre se pueden hacer eventos
 - No hemos visto que las marchas aumenten significativamente los contagios.
- Mejorar la comunicación
 - La ciudadanía no tiene muy clara la situación por comparación con Europa.
 - Informar sobre nuestra situación particular.
- Clave el estudio de seroprevalencia

Creencias

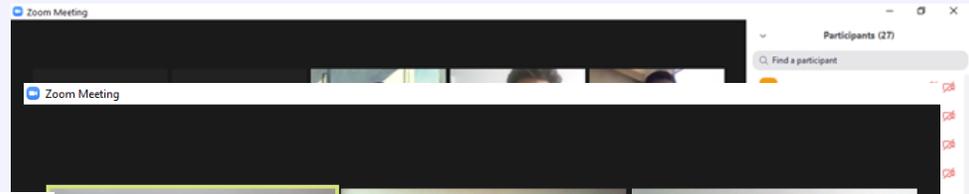
13. Podría, por favor, decirme ¿cuál de las siguientes opciones se ajusta más a lo que usted cree frente a la pandemia?



Base: Total encuestados 1.000

Noticias

Reuniones



Univé @unibagueoficial · 26 ago.
#EnVivo ¿Cómo han logrado ciudades como #Barranquilla hacer tránsito exitoso hacia la nueva normalidad, tomando medidas adecuadas?
Lo que hay detrás de la i
#Unibagué que está ayu

¿Cómo disminuir la transmisión del virus SARS-COV-2 en contextos urbanos de Colombia?

Agosto 2020

Este documento está dirigido a autoridades locales y entidades decisoras para informar el tipo de medidas existentes y orientar su implementación en el contexto de cada ciudad.

El conocimiento es de todos

Universidad de los Andes

Universidad de Ibagué

CNC

CARACOL RADIO PROGRAMAS PODCAST CIUDA
"En esta etapa de responsa

Suscríbete a nuestro canal
www.youtube.com/eltiempo

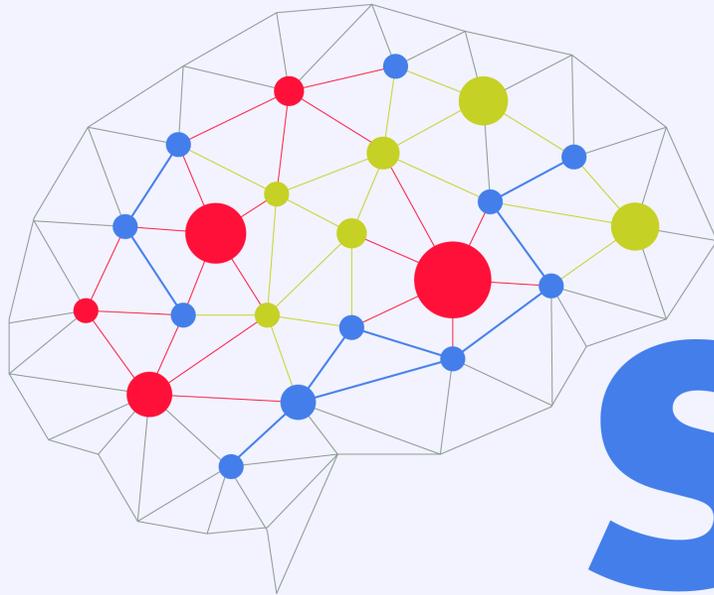
EL TIEMPO

06:12

ESTUDIO UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
13% DE ENCUESTADOS ASEGURA NO TENER INGRESOS



SISCOVID.COM



SISCOVID

Sistema de Inteligencia Epidemiológica del COVID-19



El conocimiento
es de todos

Minciencias



Universidad de
los Andes



Universidad
de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional



CNC
Centro Nacional de Consultoría

movistar