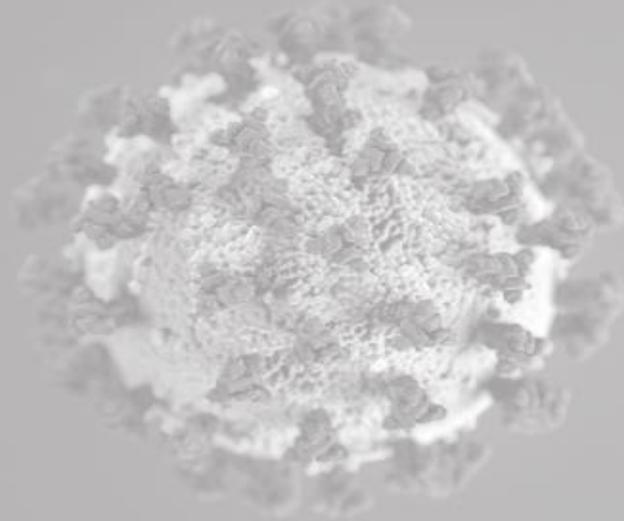


El Salvador y el COVID-19: Datos, modelos y perspectivas

4ª Simulación: Escenarios de apertura y nuevos riesgos



Equipo

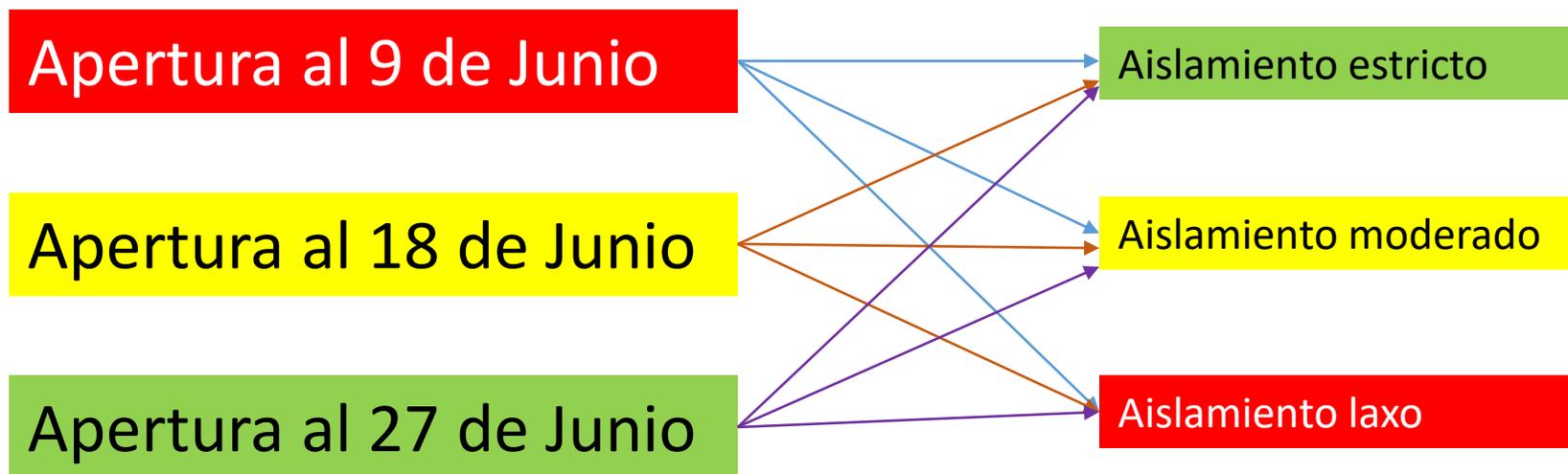
- **Trabajo coordinado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) Con el aporte de:**

- James Humberstone
- Javier Cladellas
- Óscar Luna
- Roberto Vidrí
- Helga Cuéllar-Marchelli
- Otoniel Campos(UES)
- Julieta Fuentes
- Óscar Picardo Joao (Coordinador)

- Agradecemos la asesoría de:
- Carlos Castillo Chávez, Brown University, USA
- Carlos Hernández, Universidad de Colima, México
- Juan Aparicio, Universidad de Salta, Argentina
- Marlio Paredes, Universidad del Valle, Colombia

Nota hermenéutica del modelo

- En este cuarto informe se planificó un modelo en tres escenarios de apertura o vuelta a la normalidad, cada uno con tres posibilidades.
- No obstante, luego de los resultados poco significativos en términos de fecha, se optó por un escenario de una fecha intermedia con tres posibilidades de aislamiento



Clave de las medidas

- Las claves de medidas de apertura se interpretan del siguiente modo:

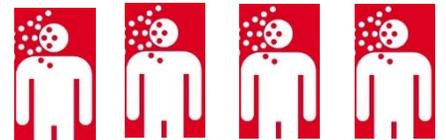
Aislamiento estricto

Se mantiene cuarentena
Restricciones del transporte
Sólo trabajan servicios indispensables
Migración y aeropuerto cerrados



Aislamiento moderado

Se reactiva el sector económico a un aproximado del 50 % de la capacidad por sectores y zonas geográficas (proporción por densidad poblacional)



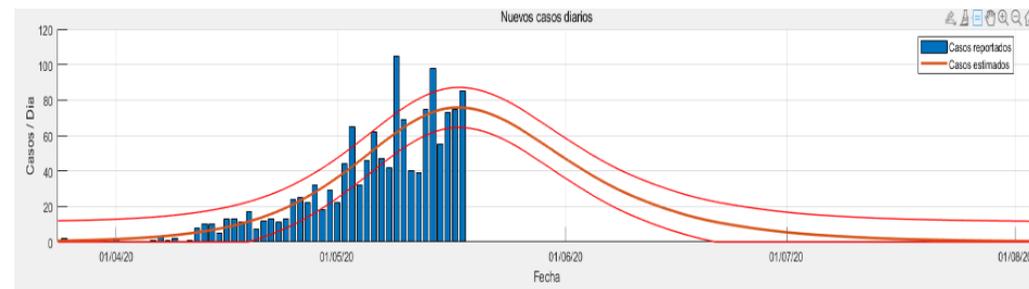
Aislamiento laxo

Sólo están restringidas actividades masivas (educación, deporte, espectáculos)



Objetivo

- El objetivo es visualizar y valorar las consecuencias de la fecha de apertura, y cada una con medidas de aislamiento con distinta intensidad.
- Los resultados permiten a los tomadores de decisión medir las consecuencias entre los parámetros temporales (fechas) y medidas de aislamiento por sectores.



El Modelo SIR (SEIR, SEIS)

- Siguiendo las pautas de instituciones prestigiosas y rigurosas (London Business School; The economics of a pandemic: the case of COVID-19; p.28)
 - El modelo SIR es adecuado para analizar las tendencias y evolución epidemiológicas.
- El modelo **SIR** (W. O. Kermack y A. G. McKendrick, 1927) considera una enfermedad que se desarrolla a lo largo del tiempo y únicamente tres clases de individuos (de donde proviene el nombre):
 - **S** Individuos susceptibles, es decir, aquellos que no han enfermado anteriormente y por lo tanto pueden resultar infectados al entrar en contacto con la enfermedad.
 - **I** Individuos infectados y por lo tanto en condiciones de transmitir la enfermedad a los del grupo S.
 - **R** Individuos recuperados de la enfermedad, y que ya no están en condiciones ni de enfermar nuevamente ni de transmitir la enfermedad a otros.
- Modelo **SEIS** considera una nueva clase de individuos:
 - **E** (del inglés exposed): aquellos que portan la enfermedad pero que al hallarse en su periodo de incubación no muestran síntomas y pueden o no estar en condición de infectar a otros.
- Modelo **SEIR** Derivado del modelo SEIS, agrega **R**: población de recuperados.

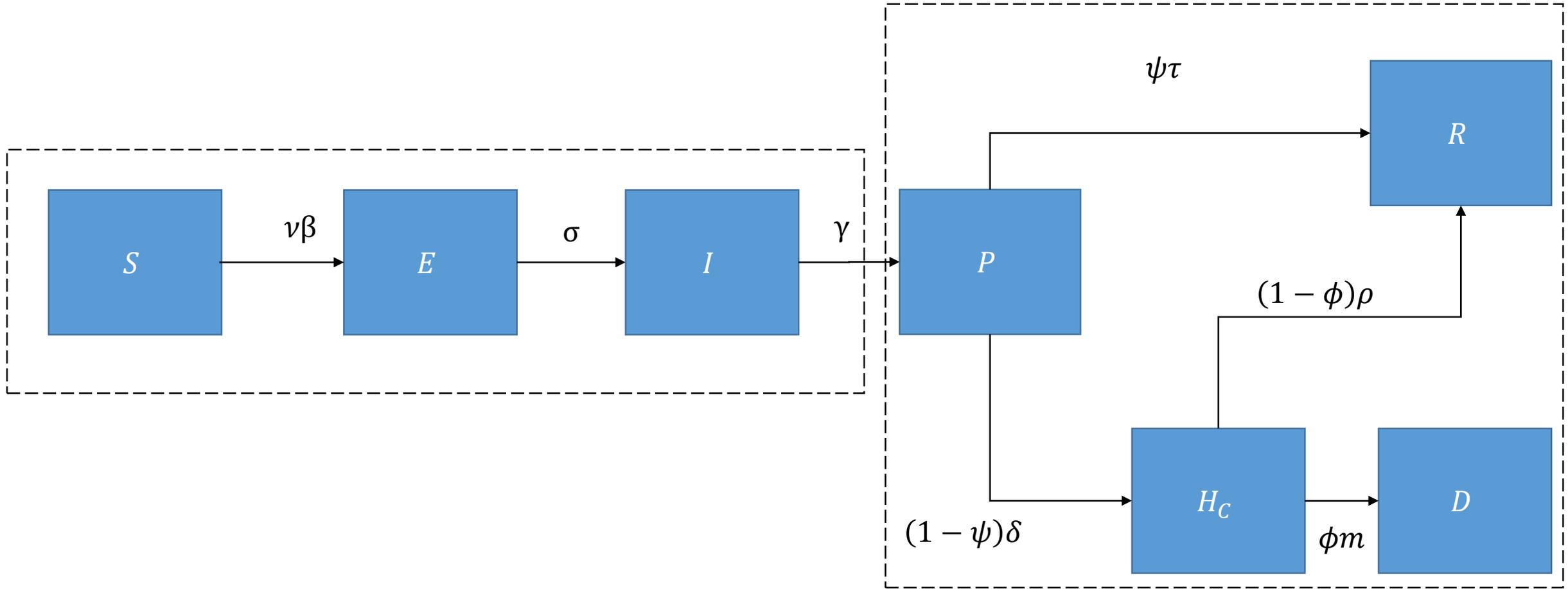
Datos del modelo:

Condiciones iniciales desde el 18 de marzo de 2020

Símbolo	Descripción	VALOR
S	Población susceptible en el país (calibrando este modelo con los datos reales a la fecha (18/05/2020), haciendo una regresión encontramos este número como el más aproximado en las condiciones iniciales).	4000
E	Población expuesta.	2
I	Población infecciosa.	2
R	Población recuperada. Ya no poseen síntomas y están completamente curados de la enfermedad.	0
P	Población positiva. Personas que dieron positivo en la prueba de COVID-19 y están completamente aisladas, bajo supervisión o cuidado médico.	0
HC	Población en cuidados intensivos. Personas severamente enfermas por coronavirus que están bajo atención médica en UCI.	0
D	Población fallecida. Individuos que murieron en consecuencia de estar enfermos por COVID-19.	0

Símbolo	Descripción	Valor
β	Tasa de transmisión del COVID-19. Estimada (mundialmente) a partir de los datos de https://www.worldometers.info/coronavirus/	1.1897
σ^{-1}	Tiempo promedio de incubación del virus. (OMS)	5
γ^{-1}	Tiempo promedio (en días) que tarda una persona enferma en libertad en ser aislada.	8.33
τ^{-1}	Período promedio (en días) en que un individuo pasa hospitalizado antes de recuperarse.	16.66
ρ^{-1}	Tiempo promedio que tarda una persona en cuidados intensivos en pasar a cuidados intermedios.	16.66
δ^{-1}	Tiempo promedio que tarda un individuo hospitalizado en ser ingresado a cuidados intensivos.	5
m^{-1}	Esperanza de vida de individuos en cuidados intensivos.	10
ν	Efectividad de aislamiento en el país, excluyendo los albergues.	0,336
ψ	Proporción de población hospitalizada que se recupera en totalidad de la enfermedad.	0.95
φ	Proporción de individuos en cuidados intensivos que mueren de coronavirus.	0.45

Datos del modelo



Ecuaciones del modelo

$$\bullet S' = -v\beta \frac{IS}{T} \quad (1)$$

$$\bullet E' = v\beta \frac{IS}{T} - \sigma E \quad (2)$$

$$\bullet I' = \sigma E - \gamma I \quad (3)$$

$$\bullet P' = \gamma I - (\psi\tau + (1 - \psi)\delta)P \quad (4)$$

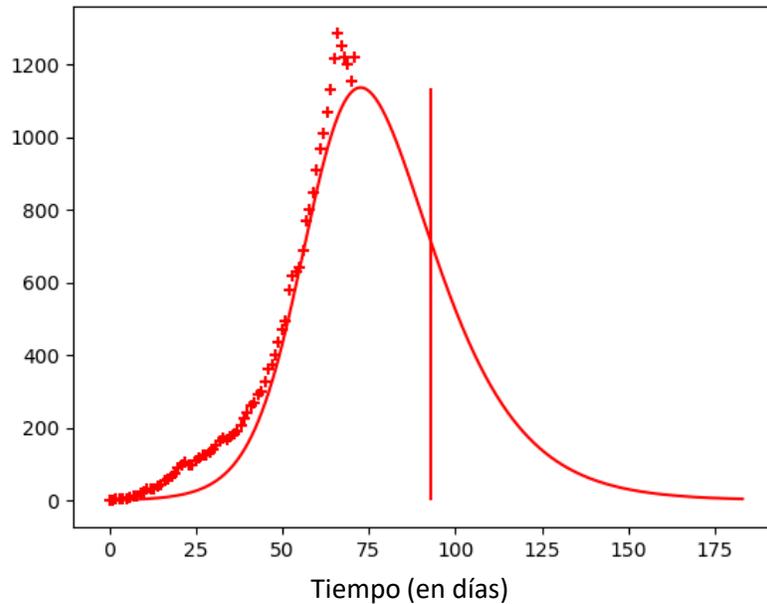
$$\bullet R' = \psi\tau P + (1 - \phi)\rho H_C \quad (5)$$

$$\bullet H_C' = (1 - \psi)\delta P - ((1 - \phi)\rho + \phi m)H_C \quad (6)$$

$$\bullet D' = \phi m H_C \quad (7)$$

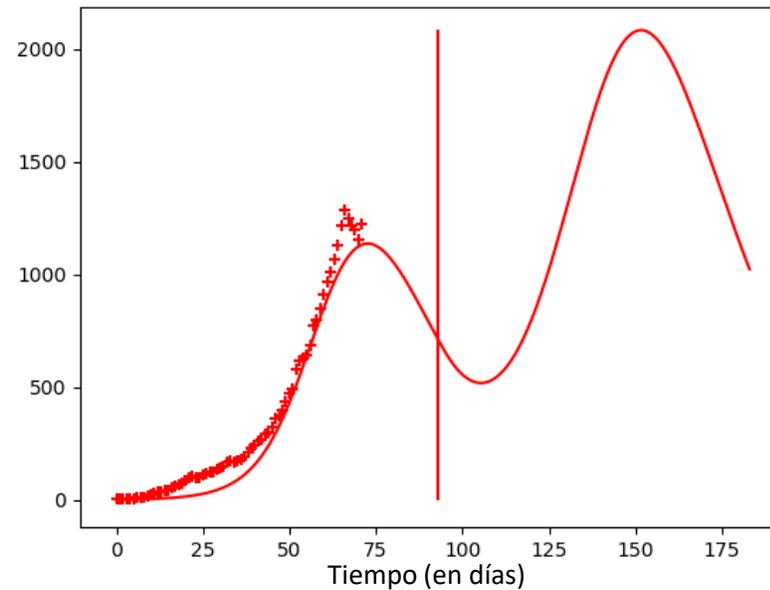
Escenarios de apertura (18 de junio)

Con medidas de aislamiento estrictas



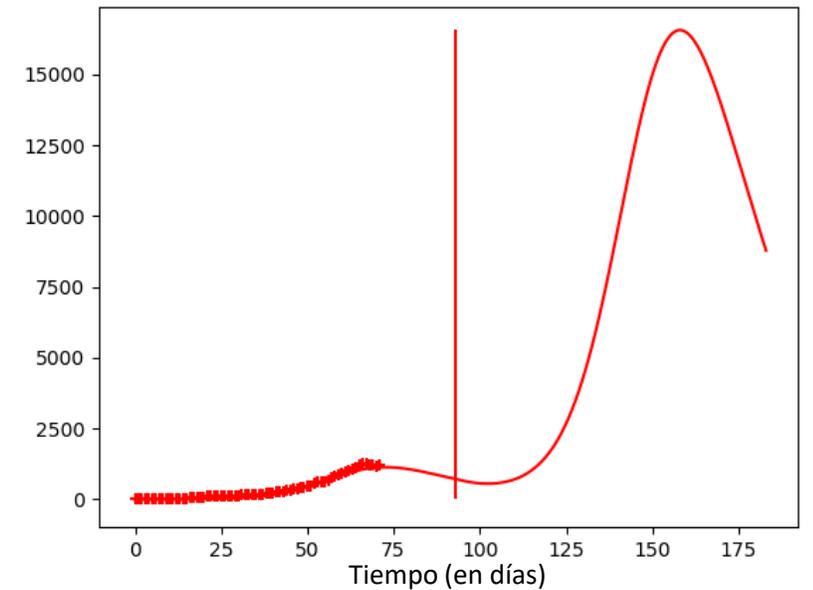
Máximo de 1,221 casos activos

Con medidas de aislamiento moderadas



Primer máximo de 1,221 casos activos
Segundo máximo de 1,972 casos activos

Con medidas de aislamiento laxas



Primer máximo de 1,221 casos activos
Segundo máximo de 16,444 casos activos

Escenarios de apertura, modelo Markoviano

Con medidas de aislamiento según función de protocolo adjunta y apertura del país el 15 de junio

1. $\pi_i = (0.90, 0.75, 0.46, 0.60, 0.46, 0.12, 0.24, 0.56, 0.80)$

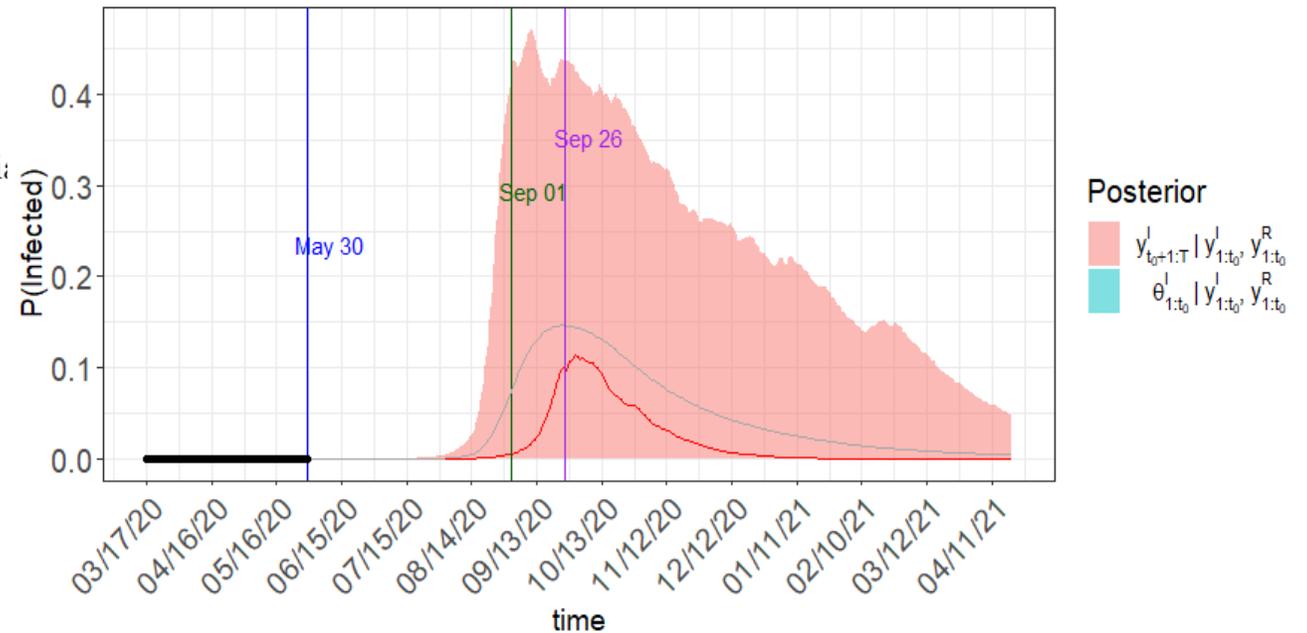
$$\pi(t) = \begin{cases} \pi_{01}, & \text{si } t \leq 17 \text{ marzo, sin cuarentena,;} \\ \pi_{02}, & \text{si } t \in (17 \text{ marzo, } 20 \text{ marzo}] \text{ Cuarentena y} \\ & \text{suspensión de clases escuelas y Universidades;} \\ \pi_{03}, & \text{si } t \in (20 \text{ marzo, } 30 \text{ marzo}] \text{ cuarentena domiciliar obligatori;} \\ \pi_{04}, & \text{si } t \in (30 \text{ marzo, } 22 \text{ abril}] \text{, efecto CENADE;} \\ \pi_{05}, & \text{si } t \in (22 \text{ abril, } 6 \text{ mayo}] \text{, cuarentena domiciliar obligatoria;} \\ \pi_{06}, & \text{si } t \in (6 \text{ mayo, } 15 \text{ junio}] \text{, máxima restricción;} \\ \pi_{07}, & \text{si } t \in (15 \text{ junio, } 15 \text{ julio}] \text{, apertura estricta;} \\ \pi_{08}, & \text{si } t \in (15 \text{ julio, } 15 \text{ agosto}] \text{, apertura intermedia;} \\ \pi_{09}, & \text{si } t \geq 16 \text{ agosto, apertura completa.} \end{cases}$$

El primer punto de inflexión (línea verde): Sería el **1 de septiembre de 2020** con una media (Curva gris) de 402,810 y una **mediana** (curva roja) de **19,358** casos activos infectados.

Nota: Los datos están hasta el 30 de mayo, que es lo que marca la línea azul (el último dato observado)

SV_step: infection forecast with prior $\beta_0=0.259, \gamma_0=0.0821$ and $R_0=3.15$

Posterior $\beta_p=0.26, \gamma_p=0.0602$ and $R_0=4.34$



Escenarios de apertura, modelo Markoviano

Con medidas de aislamiento según función de protocolo adjunta y apertura del país el 8 de junio

1. $pi = (0.90, 0.75, 0.46, 0.60, 0.46, 0.12, 0.24, 0.56, 0.80)$

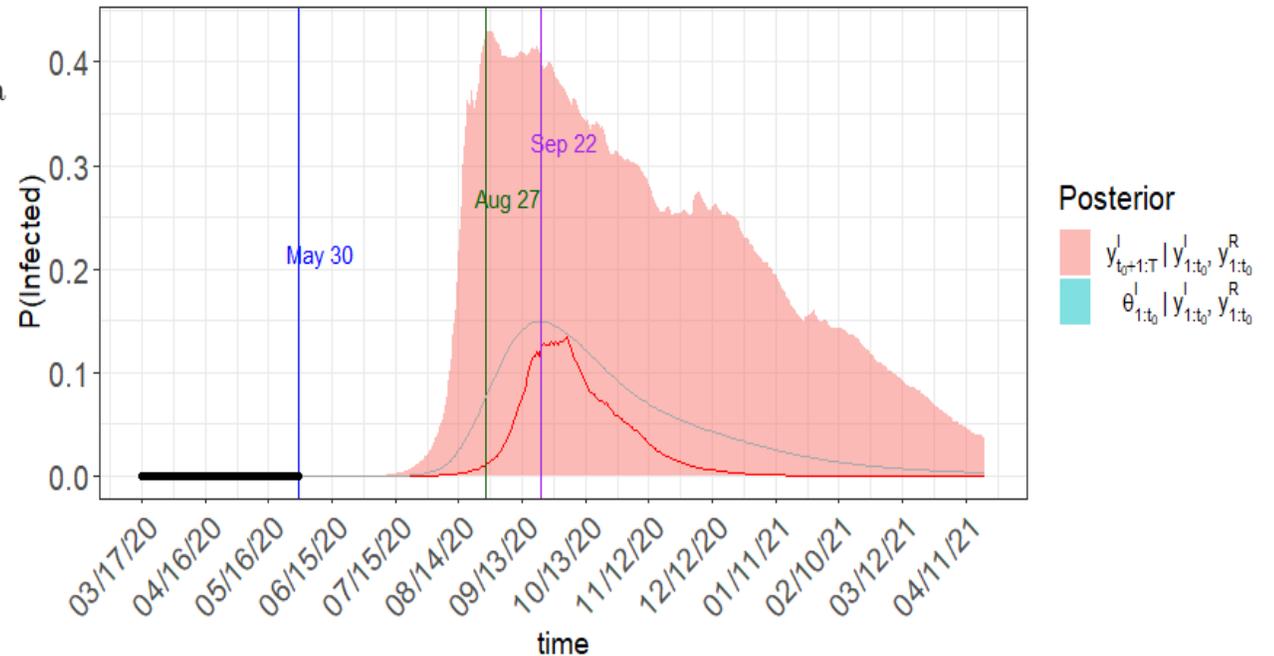
$$\pi(t) = \begin{cases} \pi_{01}, & \text{si } t \leq 17 \text{ marzo, sin cuarentena,;} \\ \pi_{02}, & \text{si } t \in (17 \text{ marzo, } 20 \text{ marzo}] \text{ Cuarentena y} \\ & \text{suspensión de clases escuelas y Universidades;} \\ \pi_{03}, & \text{si } t \in (20 \text{ marzo, } 30 \text{ marzo}] \text{ cuarentena domiciliar obligatoria} \\ \pi_{04}, & \text{si } t \in (30 \text{ marzo, } 22 \text{ abril}] \text{, efecto CENADE;} \\ \pi_{05}, & \text{si } t \in (22 \text{ abril, } 6 \text{ mayo}] \text{, cuarentena domiciliar obligatoria;} \\ \pi_{06}, & \text{si } t \in (6 \text{ mayo, } 7 \text{ junio}] \text{, máxima restricción;} \\ \pi_{07}, & \text{si } t \in (7 \text{ junio, } 8 \text{ julio}] \text{, apertura estricta;} \\ \pi_{08}, & \text{si } t \in (8 \text{ julio, } 9 \text{ agosto}] \text{, apertura intermedia;} \\ \pi_{09}, & \text{si } t \geq 9 \text{ agosto, apertura completa.} \end{cases}$$

El primer punto de inflexión (línea verde): Sería el pico **27 de agosto de 2020** con una media (curva gris) de 416,743 y una **mediana** (curva roja) de **48,910** casos activos infectados.

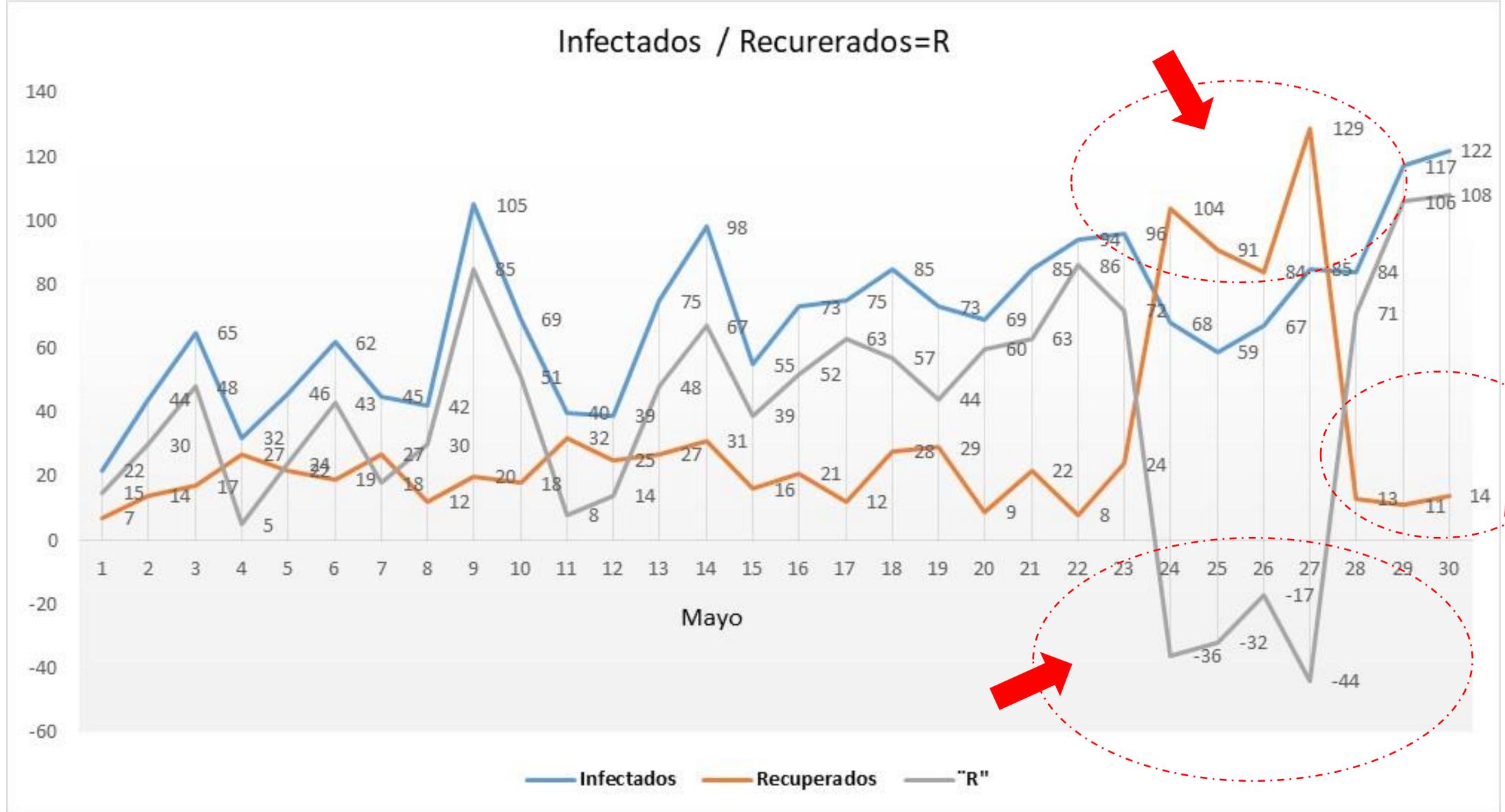
Nota: Los datos están hasta el 30 de mayo, que es lo que marca la línea azul (el último dato observado)

SV_step: infection forecast with prior $\beta_0=0.259, \gamma_0=0.0821$ and $R_0=3.15$

Posterior $\beta_p=0.261, \gamma_p=0.0645$ and $R_0=4.07$



¿Qué sucedió en Mayo?



Pronósticos reservados

- Centros Penales: Con 333,3 % de hacinamiento (*World Prison Brief*) y más de 39,000 reclusos representa un riesgo significativo de contagio masivo; en efecto, al día 30 de mayo se registraba 108 casos de infectados y 945 casos sospechosos (EDH)
- La Depresión Tropical 2-E seguramente demandará el uso de albergues en diversas zonas; sobre todo en el bajo Lempa y zonas costeras, lo cual representa un alto riesgo de contagio si no se hace un manejo adecuado.



Aproximación al Impacto Económico de las Política de Salud Pública para contener el COVID-19

Aumento del grado de restricción de las medidas de distanciamiento social

Impacto Económico\Medidas de distanciamiento social	21 de marzo	29 de marzo	6 de abril	28 de abril	7 de mayo	21 de mayo	15 junio
Indicador Agregado							
Pérdida Mensual Estimada de Producto (hasta %)	20%		65%		70%		35%
Incorporación de restricciones	Inicio de la Cuarentena Generalizada		Solo productos y servicios esenciales		Suspensión transporte público		
Indicadores Empresariales							
Impactos a la fecha indicada							
Disminución de ingresos por ventas (% de empresas)		85%	95%	89% - 94%		Alrededor de un 30% de las empresas enfrentan un cierre definitivo o temporal y/o una importante reducción o suspensión de personal	
Disminución de ingresos mayor a 75% (% de empresas)		31%	38%	60%			
Empleo				Suspensión de personal (10%)			
				Reducción de Personal (10%-31%)			
Perspectivas							
Capacidad para pago de planillas (% de empresas y cobertura temporal)				11% (no cubrieron abril)		Enfrentan cierre temporal o definitivo	
				52% (liquidez de 1 a 3 meses)		Alrededor de 25% de las empresas tendrán dificultades para cubrir su planilla	
Principales medidas a tomar en caso de extenderse la emergencia 3 o 4 semanas (% de empresas)		Reducir operaciones (28%)	Suspender Operaciones (23%)	Suspender Personal (20%)		Se generará una suspensión/reducción de personal en al menos 20% de las empresas.	
		Reducir Personal (27%)	Reducir Operaciones (23%)	Reducir Personal (20%)			

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Banco Central de Reserva, Encuestas Empresariales de la Cámara de Comercio e Industria de El Salvador y Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

El sector más afectado es el de Servicios, el cual concentra un gran número de microempresas.

Pronóstico de Impacto económico: Curva extendida

70 días (real)

El 67 % del total de empresas reporta pérdidas de más del 75 %

Un 40 % de las MIPYMES indica el desplome del 100 % de sus ingresos

110 mil empleados serán despedidos por la disminución de ingresos brutos de las empresas.

113 mil trabajadores (sector informal) dejarán de recibir sus ingresos.

Remesas: Marzo -US\$ 52.6 + Abril - US\$ 191.7= -US\$ 243 MM (BCR)

90 días (probable)

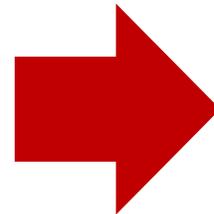
El **86 %** del total de empresas reporta pérdidas de más del **96 %**

Un **51.4 %** de las MIPYMES indica el desplome del 100 % de sus ingresos

218 mil empleados sean despedidos por la disminución de ingresos brutos de las empresas.

145 mil trabajadores (sector informal) dejarán de recibir sus ingresos

Remesas: (Marzo -US\$ 52.6 + - US\$ 191.7= -US\$ 243 MM) + Mayo -US\$ 302.8= **-US\$ 545.8 MM**



Nota: Los pronósticos se calcularon con criterios de proporcionalidad

Conclusiones

- Los resultados de éste modelaje presentan dos escenarios contundentes: a) Una reapertura temprana “sin plan” podría generar un colapso del sistema hospitalario; y b) Una reapertura tardía podría alargar la crisis económica.
- De lo anterior, se deduce que el país está en una situación de dilema ético; no obstante, este impase –que no es por Acuerdo Político ni por Decreto- se puede resolver con una “reapertura inteligente, controlada y bien planificada.
- Ya sea 9, 18 o 27 de junio, la apertura sin un plan tendría los mismos impactos.
- Más que la fecha, lo importante es la forma de aislamiento con la que se regrese a la normalidad.
- El impacto económico de 30 días más de cuarentena tendría consecuencias irreversibles para el sistema productivo del país.

Conclusiones

- Los resultados del modelo así como los datos oficiales podrán cambiar de modo drástico, al incorporar las variables de Centros Penales y el impacto de la Depresión Tropical 2-E
- Mayo tuvo un comportamiento “atípico”, se rompió la correlación entre contagiados y recuperados; a la base de este fenómeno pudo haber un problema de subregistro o manejo inadecuado de datos.

Recomendaciones

- La fecha es un factor “influyente” más no “determinante”; lo que impacta significativamente es la forma en cómo se vuelva a la normalidad.
- El diálogo, la unidad y la administración de disensos es clave en la vuelta a la normalidad.
- Será importante contar con información confiable, transparente y actualizada de la capacidad del sistema hospitalario, de cara a planificar una respuesta eficaz por la demanda ocasionada por COVID19.
- Es importante contar con un marco legal que regule la vuelta a la normalidad y con un plan de vuelta a la normalidad claro que trascienda al modelo de control epidemiológico por cuarentena.
- Es importante crear una mesa técnica o comisión con participación de la academia, rectores, médicos, epidemiólogos, economistas y planificadores para diseñar un plan de vuelta a la normalidad, más allá de cualquier fecha.