

Propuesta de Modelo de Simulación de la Población Carcelaria en Colombia mediante Dinámica de Sistemas

Proposal for a Simulation Model of the Prison Population in Colombia using Systems Dynamics

Oscar Mauricio Gelves Alarcón¹, Nataly Lorena Guarín Cortes²,
Laura Gabriela Garnica Galvis³, María Alejandra Alarcón Alarcón⁴

¹<https://orcid.org/0000-0003-0557-775X>. Profesor. Facultad de Ingeniería, Sede Campus Nueva Granada.

Programa de Ingeniería Industrial. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, oscar.gelves@unimilitar.edu.co

²<https://orcid.org/0000-0002-8703-6211>. Profesor Asistente. Facultad de Ingeniería, Sede Campus Nueva Granada.

Programa de Ingeniería Industrial. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, nataly.guarin@unimilitar.edu.co

³<https://orcid.org/0009-0006-0285-2962>. Estudiante Programa de Ingeniería Industrial,
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. est.laura.garnical@unimilitar.edu.co

⁴<https://orcid.org/0009-0002-2866-4725> Estudiante Programa de Ingeniería Industrial,
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. est.mariaaa.alarcon@unimilitar.edu.co

Fecha de recepción: 29/07/2024

Fecha de aceptación del artículo: 03/09/2024



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.11942>

Cómo citar: Gelves Alarcón, O. M., Guarín Cortes, N., Garnica Galvis, L. G., & Alarcón Alarcón, M. A. (2024). Propuesta de modelo de simulación de la Población Carcelaria en Colombia mediante Dinámica de Sistemas. *Avances Investigación En Ingeniería*, 21(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.11942>

Resumen

El objetivo principal de este documento es presentar un modelo de dinámica de sistemas que permite simular y predecir la población carcelaria en Colombia para el año 2050. Este modelo se basa en datos estadísticos proporcionados por el INPEC y analiza detalladamente el comportamiento de la población carcelaria, teniendo en cuenta factores como detenciones, fallecimientos de reclusos, liberaciones, nacimientos y defunciones de ciudadanos colombianos. Además, se aborda de manera integral el problema del hacinamiento, incorporando variables auxiliares relevantes. A partir de la construcción del modelo, se proponen varios escenarios que facilitan una comprensión más profunda de las dinámicas y tendencias subyacentes. De acuerdo con este análisis, la simulación estima que la población carcelaria en 2050 será de aproximadamente 570,000 individuos.

Palabras clave: Dinámica de Sistemas, Población Carcelaria, Hacinamiento carcelario.

Abstract

The main objective of this document is to present a system dynamics model that enables the simulation and prediction of the prison population in Colombia for the year 2050. This model is based on statistical data

provided by INPEC and offers a detailed analysis of the prison population's behavior, considering factors such as detentions, inmate deaths, releases, births, and deaths of Colombian citizens. Additionally, the issue of overcrowding is comprehensively addressed by incorporating relevant auxiliary variables. Based on the model's construction, various scenarios are proposed to facilitate a deeper understanding of the underlying dynamics and trends. According to this analysis, the simulation estimates that the prison population in 2050 will be approximately 570,000 individuals.

Keywords: System Dynamics, Prison Population, Prison Overcrowding.

I. Introducción

En Colombia, el sistema penitenciario está compuesto por el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario (INPEC), que depende del Ministerio de Justicia y del Derecho.

Este sistema incluye todos los centros de reclusión del país, la Escuela Penitenciaria Nacional y otros organismos relacionados que contribuyen al cumplimiento de sus funciones. Uno de los problemas más graves que enfrenta el sistema penitenciario es el hacinamiento, una situación persistente en los centros penitenciarios.

En 2015, la tasa de hacinamiento era del 40%, y aunque se ha logrado reducir al 20% para 2022, la capacidad instalada es de 81,000 personas, mientras que la población recluida es de aproximadamente 98,000, lo que representa una sobrepoblación de alrededor de 17,000 reclusos.

Además, existe un déficit significativo de personal de custodia y vigilancia; según el INPEC [1], en 2019 había un déficit de 10,000 vigilantes, lo que resultaba en una proporción de 15.2 prisioneros por guardia. La pandemia también exacerbó las condiciones de vida, incrementando la mortalidad en los centros penitenciarios.

Entre las principales leyes que regulan el sistema carcelario se encuentra la Ley 65 del 20 de agosto de 1993, que establece las medidas de aseguramiento, la ejecución de penas privativas de la libertad y los

derechos y principios de los reclusos, así como programas de educación, trabajo y resocialización.

Desde la promulgación de esta ley, se han implementado varios cambios en materia penal. El 24 de noviembre de 2011, se expidió el Acto Legislativo 06, que modificó la estructura del INPEC y promovió la regionalización de los Establecimientos de Reclusión de Orden Nacional (ERON) para asegurar la supervisión, verificación y control de las políticas institucionales.

Según Abaunza [2], la política criminal en Colombia, tal como la define la Corte Constitucional, es el conjunto de respuestas que el Estado considera necesarias para abordar conductas que se consideran reprochables o causantes de perjuicio social, con el fin de proteger los intereses del Estado y de sus ciudadanos.

El código legislativo organiza los tipos penales vigentes, las conductas punibles, los bienes jurídicos protegidos y las sanciones correspondientes. A diciembre de 2022, había un total de 97,642 personas privadas de la libertad en los diversos centros penitenciarios y de detención transitoria del país.

La infraestructura penitenciaria incluye penitenciarías, cárceles, penitenciarías especiales, centros de reclusión para mujeres y cárceles para miembros de la Fuerza Pública. El siguiente gráfico muestra la distribución de los centros ERON a nivel nacional.

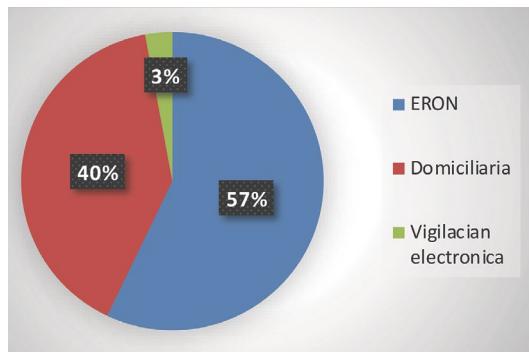
Figura 1. Porcentaje de población carcelario por ERON en Colombia.

Clasificación ERON	Porcentaje
Colonia agrícola de Mínima seguridad	0,8 %
Centro Media Seguridad	0,8 %
Cárcel con alta seguridad	5,5 %
Cárcel con alta seguridad mujeres	0,8 %
Cárcel miembro de fuerza publica	0,8 %
Cárcel Media seguridad	28,1%
Cárcel Media seguridad Mujeres	2,3 %
Establecimiento penitenciario	0,8 %
Establecimiento penitenciario media seguridad	0,8 %
Establecimiento penitenciario Mediana seguridad	51,6 %
Penitenciaria de Media seguridad	1,6 %
Reclusión de mujeres	2,3 %
Complejo carcelario	3,9 %

Nota. Adaptado de Informe INPEC 2022

La infraestructura del Instituto actualmente está conformada por 128 establecimientos, en 117 municipios; 122 establecimientos penitenciarios o carcelarios; 5 complejos penitenciarios y carcelarios; y, una colonia regional agrícola.

Figura 2. Porcentaje de población carcelario por tipo de reclusión.



Nota. Adaptado de Informe INPEC 2022

Según el INPEC [3], en 2022, la capacidad penitenciaria prevista era para 81,175 reclusos; sin embargo, la población carcelaria real ascendía a 97,860, lo que resultaba en una sobre población de 16,685 personas y un índice de hacinamiento del 121%. Con base en la población estimada de Colombia para el año 2022 (51,609,474), la población privada de la libertad bajo la responsabilidad del instituto era de 171,335, lo que implica una

tasa de 332 reclusos por cada 100,000 habitantes. Durante el periodo del 1 de enero al 31 de diciembre de 2021, la Policía Nacional de Colombia, en colaboración con el DANE, registró un total de 186,994 capturas.

En cuanto a las muertes en los centros penitenciarios, las fuentes son limitadas y presentan una alta variabilidad. Según Umaña [4], en un estudio que examina el derecho penal garantista, se identificaron las principales causas de muerte de los internos, clasificándolas en dos categorías: las registradas por Medicina Legal (suicidios, muertes violentas y naturales) y las reportadas por el INPEC (uso de armas de fuego, armas cortopunzantes, intoxicación, accidentes y suicidios). Las muertes violentas se definieron como aquellas en las que no hay duda de que ocurrió un evento violento, particularmente relacionado con el uso de armas de fuego o cortopunzantes.

Adicionalmente, se estima que la tasa de denuncia en 2021 fue del 27.1% a nivel nacional, lo que indica que aproximadamente 3 de cada 10 personas presentaron denuncias. Finalmente, en cuanto a las políticas públicas de reinserción social para exconvictos, se observa una marcada exclusión y discriminación hacia esta población. Según Díaz [5], aunque se han implementado estrategias enfocadas en la educación y el desarrollo de habilidades, la falta de voluntad política sigue siendo un obstáculo significativo, contribuyendo a una elevada tasa de reincidencia entre los convictos.

Figura 3. Porcentaje de ERON por Ubicación Geográfica en Colombia



Este trabajo se basa en el enfoque de la dinámica de sistemas, según lo propuesto por Sterman [6]. La dinámica de sistemas se centra en el estudio y modelado de sistemas complejos, donde las interacciones entre componentes y variables a lo largo del tiempo son esenciales para comprender su comportamiento.

Estos sistemas pueden incluir ámbitos físicos, sociales y económicos. Un principio fundamental de la dinámica de sistemas es que muchos fenómenos no pueden entenderse de manera aislada o estática; requieren un análisis temporal de las interacciones entre los actores del sistema, que se influyen mutuamente.

Por lo tanto, una característica clave de este enfoque es la creación de modelos que representan la estructura y las relaciones causales dentro del sistema. Estos modelos permiten simular y entender cómo evoluciona el sistema con el tiempo en respuesta a diversos cambios y escenarios. Se representan a través de diagramas causales, diagramas de Forrester, o mediante niveles y ecuaciones que se simulan con software como Stella o Vensim.

Para desarrollar los modelos de simulación en dinámica de sistemas, se emplean arquetipos, definidos por Aracil [7] como patrones recurrentes de comportamiento observados en distintos tipos de sistemas. Estos patrones ayudan a identificar las estructuras y dinámicas subyacentes que pueden conducir a resultados específicos.

En este estudio, se utilizan arquetipos de población, que son modelos conceptuales que describen las interacciones y dinámicas clave que afectan los cambios en el tamaño de una población a lo largo del tiempo. Estos arquetipos clarifican comportamientos demográficos y permiten comprender las implicaciones de las políticas de crecimiento poblacional.

Ejemplos representativos de arquetipos de población incluyen el crecimiento exponencial, el crecimiento limitado y los ciclos de producción. Además, facilitan el análisis y la previsión de cómo diferentes actores

pueden influir en el comportamiento de la población a través del tiempo.

El propósito de este estudio es diseñar un modelo de dinámica de sistemas aplicado a la población carcelaria en Colombia durante el periodo comprendido entre 2020 y 2050. El objetivo principal es determinar el número de reclusos en las instituciones penitenciarias colombianas y, adicionalmente, definir diversos escenarios mediante la manipulación de los parámetros del modelo. Estos escenarios permitirán realizar un análisis exhaustivo de la situación de la población carcelaria en Colombia.

La metodología de investigación adoptada es descriptiva y exploratoria; describe la situación actual de la población carcelaria en Colombia y establece posibles escenarios futuros relacionados con su comportamiento en las cárceles. Es importante señalar que el modelo propuesto no contempla posibles reformas judiciales que el Gobierno Nacional pueda implementar, las cuales podrían dar lugar a la aparición de nuevos tipos de delitos o incluso a la eliminación de otros.

La hipótesis planteada sostiene que el actual ritmo de crecimiento de la población carcelaria en Colombia hasta 2050 generará un grave problema de hacinamiento en las cárceles. Esta situación requerirá la construcción de nuevas instituciones penitenciarias y una reforma en el sistema judicial para flexibilizar el cumplimiento de penas.

2. Materiales y Métodos

En el marco de la investigación propuesta, se adopta un enfoque mixto que combina distintos enfoques investigativos. Por un lado, se busca describir las características inherentes al modelo en cuestión. Por otro lado, se emplean modelos matemáticos para proyectar posibles escenarios futuros que capturen el comportamiento de las variables de interés en la investigación.

Además, se opta por un diseño longitudinal que abarca diferentes muestras en distintos

momentos temporales. Este enfoque permite analizar las tendencias a lo largo del tiempo de las diversas variables que desempeñan un papel crucial en el modelo. La investigación se apoya en las estadísticas proporcionadas por el INPEC y se estructura en tres fases distintas, cuyos nombres se detallan a continuación.

Fase I Revisión de Literatura: En esta etapa inicial, se lleva a cabo una revisión de la literatura relevante. Esto permite fundamentar sólidamente el diseño del estudio y asegurar que se aborden adecuadamente las complejidades inherentes a la población carcelaria y sus problemáticas.

Fase II Formulación del modelo Causal y de Forrester: En esta fase se plantea un modelo causal que refleja las relaciones interdependientes entre las diversas variables que inciden en la población carcelaria. Este modelo servirá como cimiento para la posterior creación del diagrama de Forrester que visualizará de manera comprensible las dinámicas y retroalimentaciones dentro del sistema.

Fase III Creación de escenarios para los modelos: En esta etapa se generan escenarios variados utilizando los modelos construidos en la fase anterior. Estos escenarios permitirán explorar diferentes trayectorias posibles de la población carcelaria a lo largo del periodo de análisis.

Cada escenario contiene supuestos específicos y considera la implementación de medidas correctivas o de mitigación.

A continuación, se presenta de manera detallada el desarrollo completo de la metodología propuesta.

2.1. Revisión de Literatura

Se reconoce a la ingeniería industrial como una rama que se enfoca en el diseño, mejora y optimización de sistemas y procesos para aumentar la eficiencia y eficacia. Es oportuno mencionar un texto relevante en este contexto, Guía para industrias penitenciarias efectivas: aplicación de principios de Ingeniería Industrial en una operación de

servicios penitenciarios [8]. Dicho texto ejemplifica de manera clara cómo los principios de ingeniería industrial pueden aplicarse en la operación de servicios en prisiones. En esta guía, se aborda el análisis de procesos como herramienta clave de ingeniería industrial, donde se identifican los pasos necesarios para tareas específicas y se evalúan en términos de tiempo, costo y calidad. Se examinan los procesos de producción y distribución de impresiones en prisiones y se detectan áreas de mejora en términos de eficacia y eficiencia. La gestión de la calidad también es abordada en esta guía, aspecto fundamental de la ingeniería industrial que se centra en garantizar que los productos o servicios cumplan con requisitos y expectativas del cliente. En el ámbito penitenciario, la gestión de calidad se enfoca en asegurar que los documentos impresos cumplan estándares de calidad establecidos.

En cuanto a la aplicación de la ingeniería industrial en entornos carcelarios se destaca el artículo de Steen, titulado Resiliencia de Ingeniería en el sistema de Gestión del desempeño de una Prisión [9]. El artículo explora cómo ciertos aspectos ingenieriles influyen en la gestión del desempeño en prisiones y presenta conceptos como la ingeniería de resiliencia, optimización del sistema, gestión de riesgos, mejora continua, gestión de procesos y toma de decisiones basadas en datos. La ingeniería de resiliencia, en particular, resulta crucial para mejorar la capacidad de sistemas complejos en su adaptación y recuperación frente a perturbaciones. Esto contribuye a la eficiencia y seguridad al permitir una mayor adaptabilidad a cambios y situaciones de emergencia.

En la aplicación de la dinámica de sistemas a la población carcelaria se destaca el trabajo de grado de Negret [10] que aborda el aumento significativo de la población carcelaria en los últimos 20 años. Por medio de la dinámica de sistemas, establece como recomendaciones la limitación de la detención preventiva, la libertad condicional para reclusos que hayan cumplido 3/5 partes de la condena y un cambio de enfoque reactivo a preventivo. Este trabajo constituye un

ejemplo de la aplicación de la dinámica de sistemas en la población carcelaria.

Finalmente, el artículo de Beal [11] ¿Cómo puede una Cárcel hacer uso de las prácticas de gestión de personal industrial para mejorar la moral? explora la aplicación de prácticas de gestión de personal en la industria para mejorar la moral de los presos y la eficacia del personal carcelario. El autor propone estrategias como programas de capacitación, incentivos y comunicación efectiva para lograr estos objetivos.

2.2. Formulación del modelo causal y de Forrester

A continuación, en la Figura 5, se muestra el diagrama causal que simula el comportamiento de la población carcelaria en Colombia desde 2020 hasta 2050, cubriendo un periodo de 30 años. Este diagrama incluye varias variables clave, como la población de prisioneros, el número de capturas, la cantidad de reclusos, las tasas de casos denunciados y la población total de Colombia, entre otras.

Estas variables están interconectadas a través de relaciones causales que pueden ser positivas o negativas, formando bucles de retroalimentación que afectan la estabilidad y el crecimiento del sistema carcelario. Para una representación más detallada de estas interacciones y su evolución a lo largo del tiempo, se utiliza el diagrama de Forrester, presentado en la Figura 6, que proporciona una visión más precisa de los flujos y niveles del sistema.

El análisis de los modelos de la población carcelaria en Colombia mediante el diagrama causal y el diagrama de flujo ofrece una comprensión integral de las dinámicas del sistema.

El diagrama causal resalta las relaciones entre variables clave, como la tasa de criminalidad, el número de arrestos, las políticas de justicia y la capacidad carcelaria. Estas variables están conectadas mediante enlaces causales que pueden reforzar o estabilizar el sistema, dependiendo de si son positivos o negativos. Por ejemplo, un aumento en la población carcelaria puede provocar un incremento en los recursos asignados para arrestos, lo que a su vez eleva aún más la población carcelaria, creando un bucle de retroalimentación positiva.

Por otro lado, el diagrama de flujo o diagrama de Forrester se emplea para modelar los flujos de entrada y salida de la población carcelaria, representando las acumulaciones y las tasas de cambio dentro del sistema. Los niveles (stocks) reflejan la cantidad de personas en prisión, mientras que los flujos (flows) indican las tasas de ingreso y salida de esta población. Factores como la eficiencia judicial y la capacidad de las prisiones actúan como convertidores que afectan estos flujos, ajustando la cantidad de personas que entran o salen de las cárceles.

En conjunto, ambos diagramas ofrecen una representación coherente de la dinámica de la población carcelaria en Colombia. El diagrama causal facilita la identificación y comprensión de las relaciones causales y los bucles de retroalimentación que impulsan el sistema, mientras que el diagrama de flujo proporciona un modelo cuantitativo de cómo cambian las variables clave con el tiempo.

Al analizar ambos modelos en conjunto, se obtiene una visión más completa del comportamiento dinámico del sistema y de cómo las políticas y decisiones impactan la población carcelaria.

Figura 5. Diagrama Causal de Población Carcelaria en Colombia

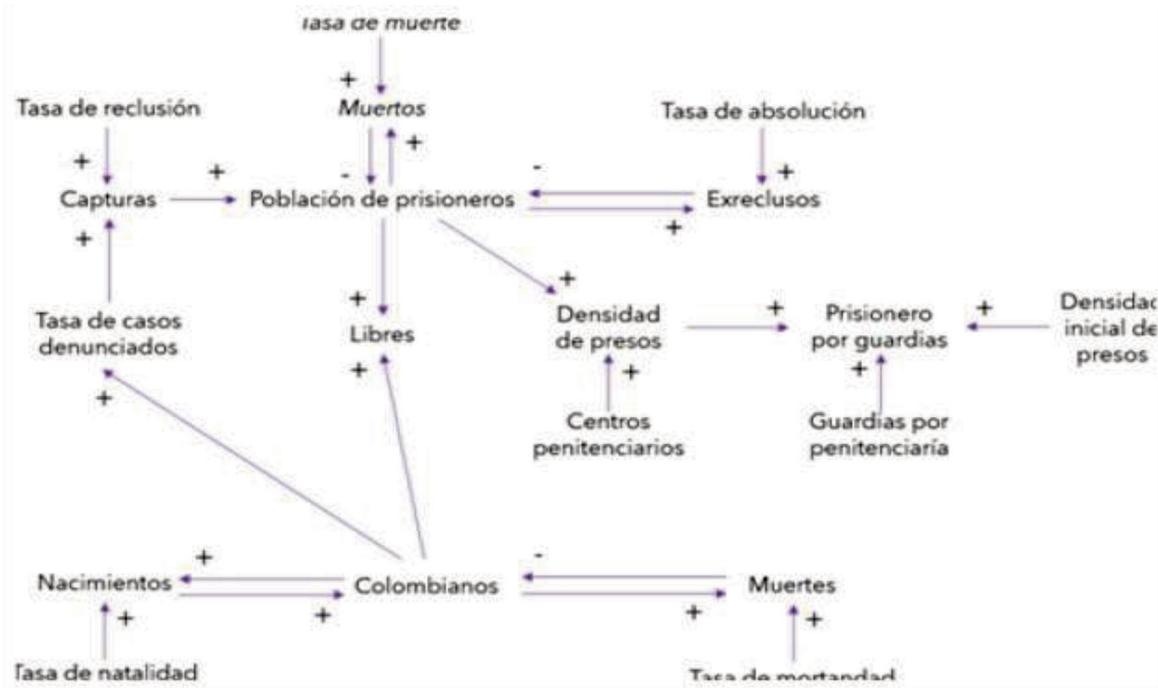
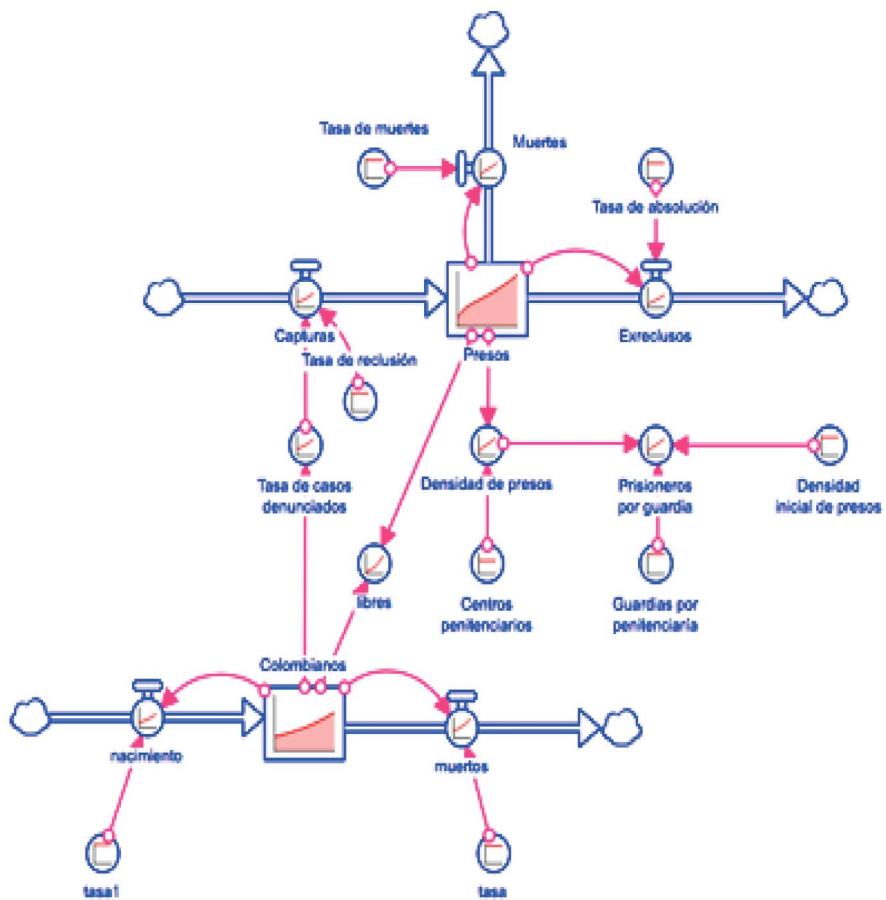


Figura 6. Diagrama de Forrester de Población Carcelaria en Colombia



Se plantearon las siguientes ecuaciones para poder solucionar el modelo considerando los diferentes flujos y relaciones. También, se ingresó el valor de las constantes que se determinaron de acuerdo al informe del mes de febrero del INPEC [13].

$$\begin{aligned}
 & \text{Tasa de reclusión} = 0,0036 \quad (1) \\
 & \text{Tasa de muertes} = 0,0028 \quad (2) \\
 & \text{Tasa de absolución} = 0,23 \quad (3) \\
 & \text{Tasa de nacimientos poblacional} = 0,095 \quad (4) \\
 & \text{Centros penitenciarios} = 128 \quad (5) \\
 & \text{Guardias por penitenciería} = 98 \quad (6) \\
 & \text{Densidad inicial de presos} = 539 \text{ Presos/Carcel} \quad (5) \\
 & \text{Población de colombianos} = 51.609.704 \quad (6) \\
 & \text{Tasa de muertes en carceles} = 0,061 \quad (7) \\
 & \text{(Prisioneros)/Guardia} = \\
 & \text{(Densidad presos)/(Densidad inicial)*Guardias} \quad (8) \\
 & \text{Tasa de denuncias} = \text{Colombianos}*0,25 \quad (9) \\
 & \text{Presos} = \text{Capturados-exreclusos} \quad (10) \\
 & \text{Muertes} = \text{Tasa de muertes}*\text{número de presos} \quad (11) \\
 & \text{Capturas} = \text{Tasa de reclusión*capturas} \quad (12) \\
 & \text{Exreclusos} = \text{Tasa de absolución*presos} \quad (13)
 \end{aligned}$$

3. Resultados

El gráfico muestra una proyección de la población carcelaria en Colombia desde el año 2020 hasta el año 2050. En el eje horizontal se representa el tiempo en años, mientras que en el eje vertical se muestra el número de personas encarceladas. La línea que se observa en el gráfico indica una tendencia creciente de la población carcelaria a lo largo del periodo proyectado.

El comportamiento de la curva sugiere un crecimiento exponencial de la población carcelaria. Esto significa que, a medida que pasa el tiempo, el número de personas en prisión no solo aumenta, sino que lo hace a un ritmo acelerado. Este tipo de crecimiento puede estar relacionado con varios factores, como un aumento en la tasa de criminalidad, políticas más estrictas de encarcelamiento, o una menor tasa de liberación de prisioneros.

Para interpretar correctamente esta proyección, es importante considerar las variables y supuestos utilizados en el modelo que generó el gráfico. Factores como cambios

en las políticas de justicia, la implementación de programas de rehabilitación, o variaciones en las tasas de arresto y sentencias pueden influir significativamente en la trayectoria futura de la población carcelaria. Sin intervenciones o ajustes en el sistema, el gráfico sugiere que la capacidad carcelaria podría verse superada, lo que indicaría la necesidad de políticas de prevención y reformas en el sistema de justicia para evitar un colapso carcelario.

Figura 7. Resultados de simulación de Población carcelaria a 2050

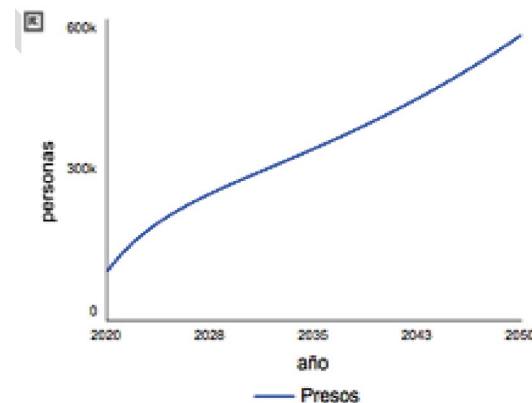
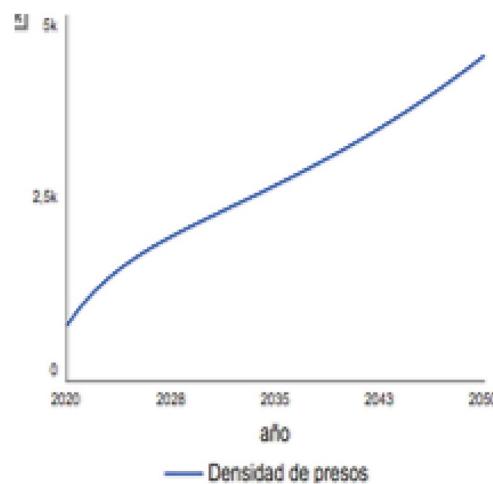


Figura 8. Resultados de simulación de la densidad de prisioneros

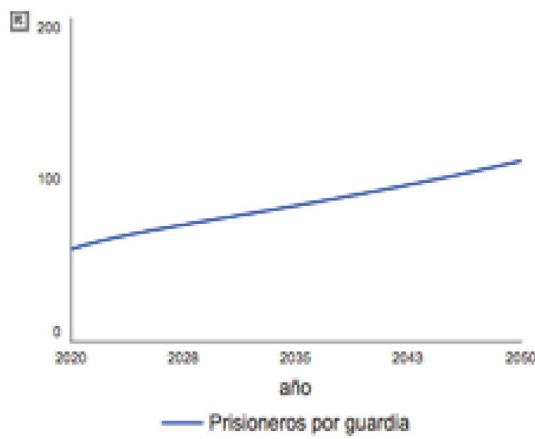


En relación con el personal de custodia en los centros penitenciarios, se puede advertir que el número actual de guardias está significativamente distante de las necesidades requeridas para la adecuada atención y supervisión de los reclusos.

Esto desencadena un aumento en la carga de trabajo y la presencia de factores de riesgo psicosociales entre los guardias. En el diagrama se mantiene constante dicho personal, aunque sería plausible considerar una función que refleje su variación a lo largo del tiempo.

En cuanto al comportamiento de la cantidad de guardias por penitenciaria para el año 2050, puede ser observado en la Figura 9.

Figura 9. Resultados de simulación de guardias por penitenciaria



3.1. Escenarios

Debido al comportamiento observado se decidió modificar algunas tasas para obtener un comportamiento de los datos más afín a la realidad, por lo que se realizaron los siguientes cambios:

- La tasa de reclusión se aumentó al 0,01.
- La tasa de absolución se disminuyó a 0,12, dado que, si la de reclusión inicial fue tan baja, la tasa de absolución no sería muy alta.
- Incremento de guardias y centros penitenciarios a medida del paso del tiempo se incrementó de un 10% cada 10 años y la construcción de 10 cárceles cada diez años por medio de la función Step del software Stella.

A continuación, se puede observar un comportamiento similar al modelo básico en términos de la población carcelaria, pero con un aumento bastante fuerte, lo que resulta en un total de 2.580.000 reclusos para el año 2050. Este incremento significativo también se refleja en la densidad de presos, con un promedio proyectado de 4,600 presos por cárcel en 2050, en comparación con el modelo actual.

Figura 10. Simulación de población carcelaria con escenario 1

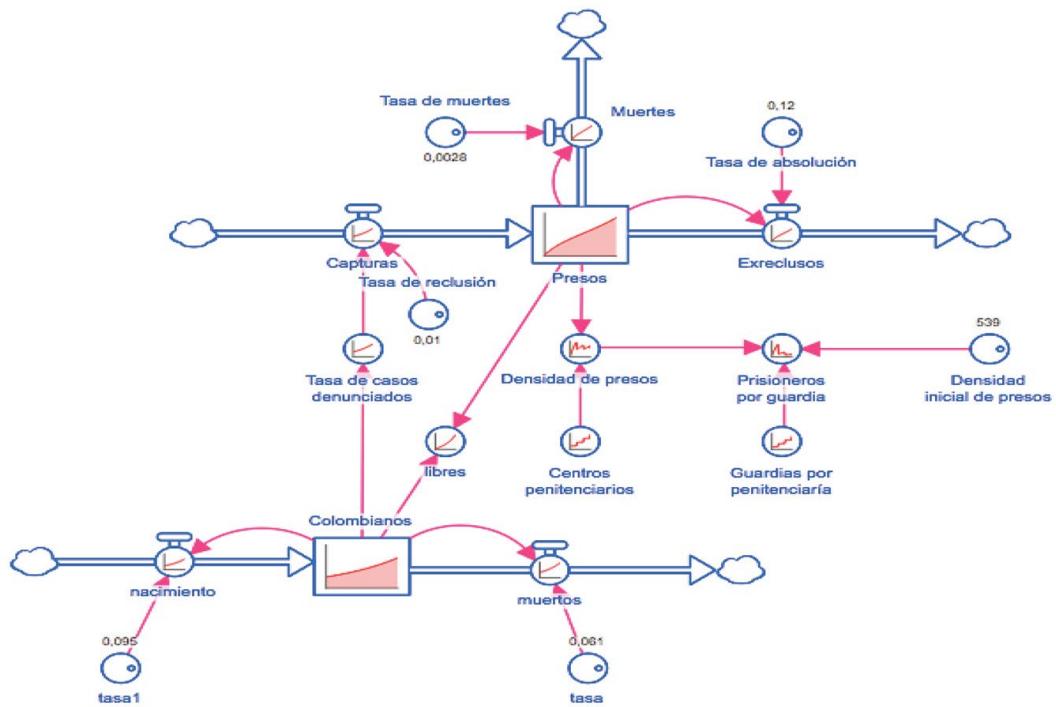
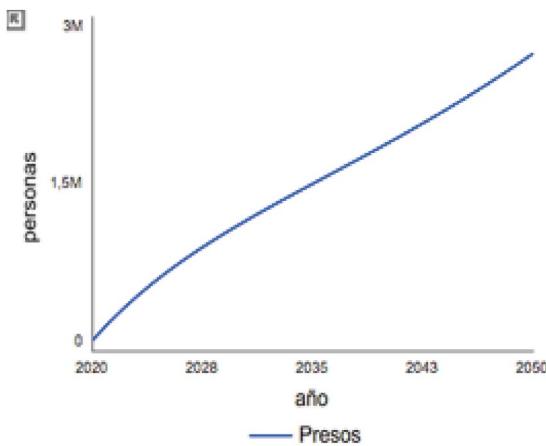
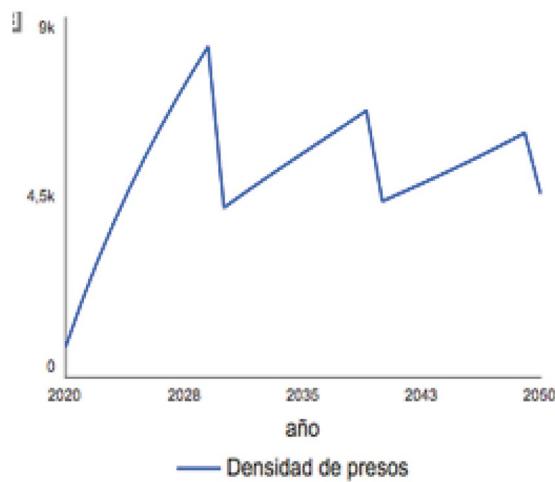


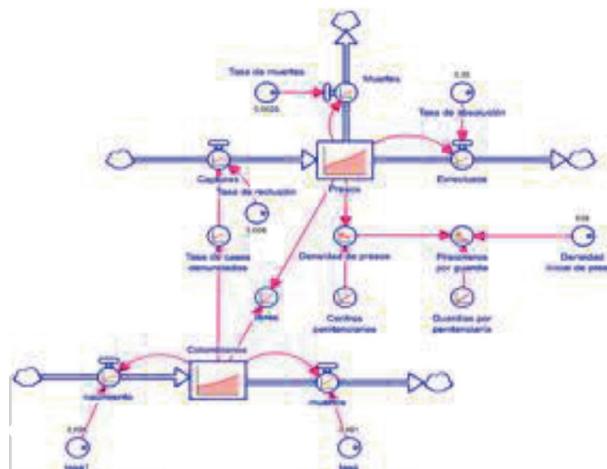
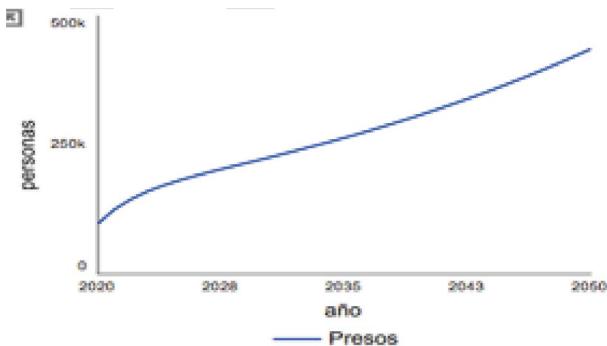
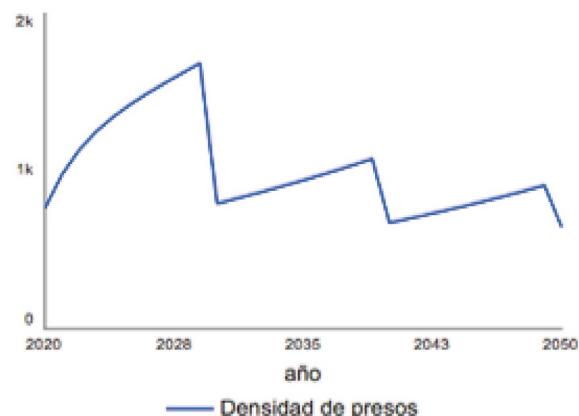
Figura 11. Modelo Forrester escenario 1**Figura 12.** Resultados de la simulación de la densidad de presos escenario 1

Para el desarrollo del escenario 2 se realizaron los siguientes cambios

- La tasa de reclusión se disminuyó a 0,004.
- La tasa de absolución se aumenta a 0,35.
- Incremento de guardias y centros penitenciarios a medida del paso del tiempo se incrementó de un 30% cada 10 años y la construcción de 20 cárceles cada diez años por medio de la función step del software Stella.

A continuación, se puede observar un comportamiento similar al modelo básico en términos de la población carcelaria, pero habría una disminución en la población carcelaria, ya que se tendrían a 2050 un total de 437.000 recluidos y, por otro lado, la densidad de presos en comparación al

modelo actual en el año 2050 es de 643 presos/cárcel promedio.

Figura 13. Modelo Forrester escenario 2**Figura 14.** Simulación de población carcelaria con escenario 2**Figura 15.** Resultado de la densidad de presos con escenario 2

A continuación, se presenta la tabla resumen de acuerdo con los resultados obtenidos de las simulaciones del modelo actual y los escenarios propuestos.

Tabla 1. Resultados de Simulaciones

Simulaciones	Modelo Actual	Escenario N °1	Escenario N °2
Población Carcelaria a 2050 (presos)	570.000	2.580.000	437.000
Tasas de absolución	0,23	0,12	0,35
Tasas de reclusión	0,0036	0,01	0,004
Densidad de presos	4.450	4.600	643
Guardia por penitenciaria	100	128	173

La tabla presentada compara diferentes escenarios de la población carcelaria en Colombia para el año 2050 en comparación con el modelo actual. El modelo actual proyecta una población carcelaria de 570,000 presos, con una tasa de absolución de 0.23 y una tasa de reclusión de 0.0036. La densidad de presos en este modelo es de 4,450 por cárcel, con 100 guardias por penitenciaria.

En el Escenario 1, se observa un incremento significativo en la población carcelaria, alcanzando 2,580,000 presos. Este escenario se caracteriza por una tasa de absolución reducida a 0.12 y una tasa de reclusión aumentada a 0.01, lo que indica un sistema judicial más estricto y un mayor número de encarcelamientos. La densidad de presos aumenta ligeramente a 4,600 por cárcel, y el número de guardias por penitenciaria sube a 128, lo que sugiere mayores necesidades de seguridad y control.

Por otro lado, el escenario 2 proyecta una disminución de la población carcelaria a 437,000 presos, con una tasa de absolución más alta de 0.35 y una tasa de reclusión ligeramente superior a 0.004 en comparación con el modelo actual. Este escenario muestra una densidad de presos significativamente menor, con 643 presos por cárcel, y un aumento en el número de guardias por penitenciaria a 173, lo que podría reflejar un enfoque más enfocado en la rehabilitación

y la seguridad. En conjunto, estos escenarios ofrecen diferentes perspectivas sobre el futuro del sistema carcelario en Colombia, dependiendo de las políticas implementadas.

4. Conclusiones

El modelo de simulación desarrollado en el estudio proyecta un crecimiento significativo de la población carcelaria en Colombia para el año 2050, alcanzando aproximadamente 570,000 individuos. Este incremento se atribuye a factores como altas tasas de encarcelamiento y bajas tasas de absolución, reflejando un sistema judicial más estricto. La tendencia creciente sugiere la necesidad de revisar y ajustar las políticas penitenciarias para evitar problemas de hacinamiento y sobre población en el futuro.

El estudio destaca que, a pesar de los esfuerzos por reducir el hacinamiento en las cárceles colombianas, la capacidad instalada es insuficiente para manejar la proyección de la población carcelaria. Con una capacidad actual de 81,000 reclusos y una población carcelaria proyectada mucho mayor, es crucial implementar políticas de expansión de infraestructura penitenciaria, así como estrategias de rehabilitación y reintegración para reducir la reincidencia y mitigar el crecimiento de la población carcelaria.

Las simulaciones del modelo indican que, sin reformas significativas en el sistema judicial, que podrían incluir la flexibilización de las penas y la promoción de alternativas al encarcelamiento, el problema del hacinamiento en las cárceles podría agravarse. Se sugiere que estas reformas no solo podrían ayudar a controlar la población carcelaria, sino también mejorar las condiciones de vida de los reclusos y la eficiencia del sistema penitenciario en general.

Referencias

- [1] Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, "Informe estadístico 2019," 2019.
- [2] C. I. Abaunza Forero, M. Mendoza Molina, G. Paredes Álvarez, and P. Bustos Benítez, *Familia y privación de la libertad en Colombia*. Editorial Universidad del Rosario, 2016.
- [3] Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, "Informe estadístico 2021," 2021.
- [4] C. E. Umaña Hernández and A. T. Cordero Romero, "Análisis sobre muertes de personas privadas de la libertad: una realidad adversa para lograr un derecho penal garantista," Universidad Externado, 2019.
- [5] D. Díaz Delgadillo and D. Durán Aristizábal, "Eficacia de la resocialización en Colombia. Un análisis desde las ciencias jurídico-penales y las ciencias políticas," Bachelor's thesis, Escuela de Derecho y Ciencias Políticas, 2021.
- [6] J. Sterman, *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill, 2000.
- [7] J. Aracil and F. Gordillo, *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial, 1997.
- [8] J. Luftig, American Foundation, Inc, Institute of Corrections, and United States of America, *Guide to Effective Prison Industries, Volume 5-Applications of Industrial Engineering Principles in A Prison Manufacturing Operation-Furniture*, 1979.
- [9] R. Steen, G. Ingvaldsen, and R. Patriarca, "Engineering resilience in a prison's performance management system," *Safety Science*, vol. 142, p. 105367, 2021.
- [10] L. Negret Delgado, "El hacinamiento carcelario en Colombia, enfoque desde la dinámica de sistemas," Undergraduate thesis, Universidad de los Andes, 2014.
- [11] R. S. Beal, "How Can a Jail Make Use of the Practices of Industrial Personnel Management in Improving Morale," *Proc. Ann. Cong. Correction Am. Prison*, p. 129, 1954.
- [12] Código Penal Colombiano, Ley 599 de 2000 Código Penal. Bogotá: Momo Ediciones.
- [13] Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, "Informe estadístico febrero 2023," 2023.