

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**DIAGNÓSTICO Y MEJORA PARA EL SERVICIO DE LA
SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE SAN
MARTÍN DE PORRES**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Industrial**, que presenta el bachiller:

Marjorie Guadalupe Sotelo Seguil

ASESOR: Eduardo Carbajal López

Lima, junio de 2017

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el diseño y la implementación de un modelo de simulación de eventos discretos, a partir del análisis del sistema de seguridad ciudadana que actualmente gobierna al distrito de San Martín de Porres.

El objetivo principal de esta implementación, es mejorar el servicio de seguridad ciudadana que brinda el distrito a los pobladores que lo habitan. En ese sentido, se procura aumentar la atención de los delitos que puedan acontecer en esta zona, y brindar al ciudadano un servicio eficaz, con la capacidad de salvaguardar sus bienes y su misma persona. Esta meta se basa en optimizar la distribución de los recursos humanos y de transporte que se utilizan para concretar el servicio de seguridad ciudadana, de modo que sea factible económicamente para el gobierno y logre satisfacer a los residentes del distrito.

El cumplimiento de este objetivo a través de la ampliación de la cantidad de recursos utilizados, se mostrará en el indicador de mejora explicado en el capítulo 4. Este mostrará que, gracias a la propuesta planteada, se logra una reducción del 52% de la cantidad de delitos no atendidos en el distrito, logrando una verdadera satisfacción de los ciudadanos. Por otro lado, al aumentar la cantidad de recursos, también se incrementarán los costos operativos, sin embargo, se comprueba que esta propuesta de mejora es completamente viable debido a que, realizando el respectivo análisis económico, se obtiene que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto será de S/ 348,461.72 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 15%, un valor mayor a la Tasa de Descuento que, para proyectos como este, es de 9%. Estos indicadores muestran el gran nivel de factibilidad de la propuesta de mejora que debería ser implementada en el distrito de San Martín de Porres.

Para lograr estos resultados, se utilizará un conjunto de herramientas de diagnóstico, para conocer la causa principal del problema que aqueja al sistema en mención; para ello se necesitará realizar mapeos de procesos y matrices de análisis. Por otro lado, se desarrollará el modelo de simulación utilizando el software Arena y las herramientas que este programa ofrece, de modo que se genere una óptima distribución de los recursos de seguridad ciudadana.

A través del presente trabajo se desea demostrar que el uso de un modelo de simulación de eventos discretos puede generar grandes resultados para un sistema de seguridad ciudadana que actualmente muestra deficiencias, pero que con una adecuada solución puede mejorar significativamente.

A mi madre, Elizabeth Seguil Ramírez y a mi padre, Pedro Sotelo Cuba, por el inmenso cariño, amor, apoyo, sabios consejos, por la educación y por la formación que hizo de mí la persona que soy hoy en día. Mi vida ha sido maravillosa gracias a ustedes. Los amo.

A mis hermanos Pedro e Irving, por su maravilloso ejemplo como hermanos mayores y por su apoyo incondicional. Sin ustedes, todo mi camino en la universidad hubiera sido difícil. Más que mis hermanos son mis mejores amigos. Los amo.

A Dios por guiarme y darme la oportunidad de estudiar la carrera que amo en una de las mejores universidades del país.

A mi asesor el Ing. Eduardo Carbajal por su orientación y enseñanza para desarrollar esta tesis, por todo su tiempo y apoyo brindado. Gracias.

A todas las personas que estimo, este triunfo se los dedico.



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ



TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNA : **MARJORIE GUADALUPE SOTELO SEGUI**

CÓDIGO : 2012.3086.12

PROPUESTO POR : Ing. Eduardo Carbajal López

ASESOR : Ing. Eduardo Carbajal López

TEMA : **DIAGNÓSTICO Y MEJORA PARA EL SERVICIO DE LA
SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE SAN
MARTÍN DE PORRES.**

N° TEMA : # 1362

FECHA : San Miguel, 27 de marzo de 2017

JUSTIFICACIÓN:

La realidad peruana en términos de seguridad ciudadana es sumamente preocupante; cada vez se escucha más noticias de robos, asaltos a mano armada, secuestros, sicariato, intentos de asesinato, etc., que no sólo perjudican a la persona victimizada sino también a la población en general, debido a que ya no existe la libertad de salir a las calles sin el miedo de sufrir algún tipo de acto delictivo. Según cifras actuales, el 68.1% de limeños indica sentirse inseguro en la ciudad de Lima, en los cuales se encuentra que el principal problema es el robo callejero donde se encontró que 5 de cada 10 ciudadanos fueron víctimas de esta modalidad durante el año 2014.¹

Cabe mencionar que el problema de la inseguridad se extiende por la desprotección en distritos pobres y populosos. El estándar de la ONU recomienda que haya un efectivo policial por cada 250 pobladores, sin embargo, esta cifra simplemente no es respetada por muchos distritos limeños. Para mencionar los dos distritos más desprotegidos se encuentran San Martín de Porres con un policía por cada 2089 habitantes y Santa Anita con un policía por cada 2748 habitantes.² Estas cifras son realmente alarmantes, pues refleja la falta de compromiso que tienen las autoridades peruanas en términos de seguridad ciudadana.

¹ Lima Cómo Vamos, Observatorio Ciudadano (2015). *VI Informe de Percepción sobre Calidad de Vida*. Lima, Perú.

² Carlos Basombrio. "Inseguridad ciudadana: En distritos populosos es donde hay menos policías" (2014). *Perú21*. Lima, 6 de mayo. Consulta: 19 de marzo de 2015. Véase: <<http://peru21.pe/actualidad/carlos-basombrio-inseguridad-no-se-resolvera-mas-policias-calles-2181983>>



Cifras como las anteriores muestran un insuficiente servicio policial, lo cual, lamentablemente, genera que el número de delitos se incrementen, especialmente en uno de los distritos más poblados de Lima Metropolitana: San Martín de Porres. Estadísticas demuestran que durante el año 2013, se registró 4 741 delitos referidos principalmente al patrimonio, contra la vida, el cuerpo y la salud, seguridad pública y contra la libertad.³ Esta gran cantidad de denuncias se ve reflejada en la percepción de inseguridad, la cual indica que el 82.8% de los pobladores del distrito se sienten inseguros al caminar por las calles de San Martín de Porres.⁴

La falta de seguridad y como consecuencia de lo ya mencionado, la confianza de los ciudadanos hacia las instituciones que velan por la seguridad y la justicia de la población disminuye cada vez más. La última encuesta de "Ciudad Nuestra" del año 2012, revela que el Serenazgo del distrito de San Martín de Porres posee un 21.8% de confianza, mientras que la PNP que labora en el distrito tiene un 22%.⁵ Estas cifras evidencian que gran parte de los ciudadanos del distrito no confían en sus autoridades y mucho menos se sienten satisfechos con la labor que ejerce cada uno de ellos.

En vista al problema de inseguridad que aqueja al distrito de San Martín de Porres, es conveniente realizar una mejora en el sistema que plantea este distrito en términos de Seguridad Ciudadana. Para ello, se utilizará un modelo de simulación de eventos discretos que permita obtener la cantidad óptima de recursos humanos y materiales que se necesita para proteger a los ciudadanos del distrito en mención. De esta manera, se simulará el proceso Detención de Delincuentes e Infractores que actualmente se rige en San Martín de Porres, y se obtendrá una solución óptima que pueda incentivar un mejor lineamiento en términos de seguridad para este populoso distrito.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el sistema de Seguridad Ciudadana correspondiente al distrito de San Martín de Porres, y proponer una alternativa de mejora utilizando un modelo de simulación de eventos discretos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir las herramientas y métodos (de carácter estadístico y de simulación), que serán utilizados durante todo el desarrollo del sistema a estudiar.

³ El Comercio. "Conoce cuántos delitos se cometieron en tu distrito" (2014). *El Comercio*. Lima, 05 de diciembre. Consulta: 01 de abril de 2016. Véase: <<http://elcomercio.pe/lima/seguridad/conoce-cuantos-delitos-se-cometieron-tu-distrito-noticia-1776369>>

⁴ Acciones y Metas para la Lucha Contra la Inseguridad Ciudadana 2012. *Municipalidad de San Martín de Porres*. Lima 2012, Perú. Consulta: 09 de abril de 2016. Véase: <[http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/GruposTrabajo/2011/grupoSegCiud.nsf/pubsfoto/7F97E018F048C646052579D100692FAB/\\$FILE/SEGURIDADSANMARTIN30-3-2012.PDF](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/GruposTrabajo/2011/grupoSegCiud.nsf/pubsfoto/7F97E018F048C646052579D100692FAB/$FILE/SEGURIDADSANMARTIN30-3-2012.PDF)>

⁵ Plan Local de Seguridad Ciudadana 2014 – SMP. *Municipalidad de San Martín de Porres*. Lima 2014, Perú. Consulta: 09 de abril de 2016. Véase: <http://www.mdsmp.gob.pe/data_files/plan_local_2014_mdsmmp.pdf>



- Analizar el contexto actual que envuelve al servicio de Seguridad Ciudadana en el distrito de San Martín de Porres, con la finalidad de realizar un correcto diagnóstico de la causa principal que genera el problema de inseguridad social.
- Recopilar los datos necesarios para realizar el modelo de simulación, validar los resultados obtenidos y proponer una alternativa de mejora para este servicio.
- Evaluar la propuesta de mejora, en términos técnicos y económicos, basada en disminuir el índice de inseguridad que presenta el distrito de San Martín de Porres.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico.

Se desarrollará el aspecto teórico para cada herramienta a utilizar durante el desarrollo del proyecto, realizando una descripción y ejemplificando cada una de ellas. Finalmente se describirá el software que se utilizará como instrumento del modelo de simulación.

b. Descripción del proceso y diagnóstico de la situación actual.

Se realizará una breve reseña del aspecto organizacional, operacional y de los recursos que utiliza el sistema de seguridad ciudadana en el distrito de San Martín de Porres en la actualidad, para, posteriormente, desarrollar el diagnóstico correcto del problema que enfrenta esta entidad.

c. Desarrollo del modelo y selección de la propuesta de mejora.

Se recopilará los datos necesarios para realizar el modelo de simulación y se detallará los subprocesos y actividades del sistema a analizar, a través de la utilización de un software de simulación de eventos discretos. Por último, se realizará la selección de la solución óptima del problema, la cual será conexas al objetivo general.

d. Evaluación técnica y económica.

Se realizará la evaluación técnica y económica de la propuesta planteada y conforme a esta se conocerá la inversión necesaria para implementar esta mejora y saber si es factible o no llevarla a cabo.

e. Conclusiones y recomendaciones.

Máximo: 100 páginas

ASESOR

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
ÍNDICE DE FÓRMULAS	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Herramientas del diagnóstico	2
1.1.1. Flujograma	2
1.1.2. Matriz de Comparaciones Pareadas.....	3
1.1.3. Matriz QFD	4
1.1.4. Matriz de Priorización	5
1.1.5. Fichas Indicador	6
1.1.6. Diagrama Pareto	7
1.1.7. Diagrama de Causa-Efecto.....	7
1.1.8. Cinco Por Qués	8
1.1.9. Matriz FACTIS.....	8
1.2. Herramientas del modelo	9
1.2.1. Simulación.....	9
1.2.2. Análisis de datos de entrada.....	12
1.2.3. Supuestos	15
1.2.4. Software	15
1.2.5. Análisis de datos de salida	18
1.3. Estudio de casos.....	20
1.3.1. Primer caso.....	20
1.4. Resumen metodológico.....	23

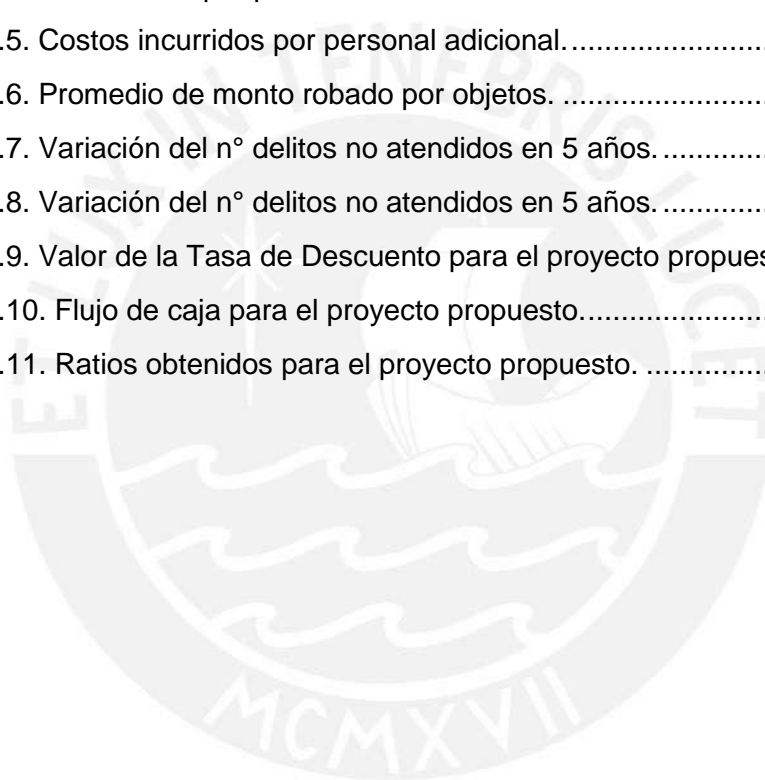
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROCESOS	25
2.1. Descripción del sistema.....	25
2.1.1. Estructura Organizacional.....	26
2.1.2. Gestión Financiera.....	29
2.1.3. Situación Actual	29
2.2. Diagnóstico del Servicio	33
2.2.1. Mapeo de Procesos	33
2.2.2. Gestión de Indicadores	40
2.2.3. Análisis y Priorización de problemas	43
2.2.4. Determinación y priorización de las causas	45
2.2.5. Planteamiento de Contramedidas.....	48
CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA	50
3.1. Definiciones.....	50
3.1.1. Recursos	51
3.1.2. Entidades Dinámicas	52
3.1.3. Atributos	52
3.1.4. Fallas.....	53
3.1.5. Variables.....	53
3.2. Supuestos	58
3.3. Análisis de entrada.....	58
3.3.1. Población.....	59
3.3.2. Análisis de las variables aleatorias	59
3.3.3. Análisis de variables proporcionales	63
3.3.4. Análisis de la variables determinísticas.....	65
3.3.5. Tablas de variables por sector	65
3.4. Descripción del modelo	75
3.5. Análisis y validación de resultados	83
3.5.1. Definición del tipo de sistema	83

3.5.2. Análisis de Resultados.....	84
3.5.3. Validación de resultados.....	86
3.6. Propuesta de mejora	87
3.6.1. Definición de controles.....	87
3.6.2. Definición de responses.....	88
3.6.3. Definición de restricciones	89
3.6.4. Objetivo	89
3.6.5. Resultados.....	89
 CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	91
4.1. Evaluación Técnica	91
4.2. Evaluación Económica	92
4.2.1. Presupuestos de egresos relevantes	92
4.2.2. Presupuestos de ingresos relevantes	93
4.2.3. Tasa Social de Descuento	95
4.2.4. Flujo de caja	95
 CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1. Conclusiones.....	98
5.2. Recomendaciones.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Escala de preferencias.....	3
Tabla 1.2. Matriz de priorización tipo I.	6
Tabla 2.1. Indicadores por actividad del proceso crítico.....	41
Tabla 2.2. Porcentajes de déficit de los indicadores.	42
Tabla 2.3. Problemas derivados del proceso crítico.....	43
Tabla 2.4. Valorización de problemas.....	44
Tabla 2.5. Criterios y factores de ponderación FACTIS	49
Tabla 2.6. Ranking de Factores para contramedidas.....	49
Tabla 3.1. Recursos de Seguridad Ciudadana de S.M.P.	51
Tabla 3.2. Recursos de por sector de S.M.P.....	52
Tabla 3.3. Atributos del modelo.	53
Tabla 3.4. Fallas posibles del modelo.....	53
Tabla 3.5. Variables del modelo.....	54
Tabla 3.6. Población para el modelo de simulación.	59
Tabla 3.7. Muestra piloto para V-1.....	60
Tabla 3.8. Estadísticas de muestra piloto para V-1.....	60
Tabla 3.9. Tamaño de muestra para población infinita de V-1.	60
Tabla 3.10. Tamaño de muestra para población finita de V-1.	61
Tabla 3.11. Muestra piloto para P-1.....	64
Tabla 3.12. Proporción de muestra piloto para P-1.....	64
Tabla 3.13. Tamaño de muestra para población infinita de P-1.	64
Tabla 3.14. Tamaño de muestra para población finita de P-1.....	64
Tabla 3.15. Probabilidades de ocurrencia para P-1.	65
Tabla 3.16. Datos para la variable determinística D-1.....	65
Tabla 3.17. Variables del sector Pro.	66
Tabla 3.18. Variables del sector Laura Caller.	67
Tabla 3.19. Variables del sector Sol de Oro.....	68
Tabla 3.20. Variables del sector Independencia.	69
Tabla 3.21. Variables del sector Santa Luzmila.	70
Tabla 3.22. Variables del sector San Martín de Porres.	71
Tabla 3.23. Variables del sector Condevilla.	72
Tabla 3.24. Variables del sector Barboncitos.....	73

Tabla 3.25. Variables del sector Ingunza.	74
Tabla 3.26. Cálculo de Longitud de Réplica del Modelo.....	86
Tabla 3.27. Cálculo de Longitud de Réplica del Modelo.....	87
Tabla 3.28. Rango de valores para los <i>controls</i>	88
Tabla 3.29. <i>Responses</i> del sistema.	88
Tabla 3.30. Solución óptima para el sistema.....	90
Tabla 4.1. Variación del n° delitos no atendidos por sector.....	91
Tabla 4.2. Variación del n° delitos no atendidos en S.M.P.	92
Tabla 4.3. Inversión para la propuesta de mejora.	92
Tabla 4.4. Costo anual por personal adicional.	93
Tabla 4.5. Costos incurridos por personal adicional.....	93
Tabla 4.6. Promedio de monto robado por objetos.	94
Tabla 4.7. Variación del n° delitos no atendidos en 5 años.	94
Tabla 4.8. Variación del n° delitos no atendidos en 5 años.	95
Tabla 4.9. Valor de la Tasa de Descuento para el proyecto propuesto.	95
Tabla 4.10. Flujo de caja para el proyecto propuesto.....	96
Tabla 4.11. Ratios obtenidos para el proyecto propuesto.	97



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1. Matriz QFD.	4
Figura 1.2. Proceso de desarrollo de un modelo de simulación	10
Figura 1.3. Modelo de simulación 3D basada en agentes de robo y asalto.....	21
Figura 1.4. Simulación sin agentes guardianes.....	22
Figura 1.5. Simulación con agentes guardianes.....	22
Figura 2.1. Estructura del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana	26
Figura 2.2. Tasa de denuncias de delitos – años 1995 a 2012	30
Figura 2.3. Porcentaje de percepción de inseguridad en el Perú 2006-2012	31
Figura 2.4. Número de denuncias por delitos por distrito limeño en el 2013	32
Figura 2.5. Incidencia del delito 2012.....	32
Figura 2.6. Mapa de Macro procesos de SINASEC	34
Figura 2.7. Matriz QFD para selección del proceso principal	36
Figura 2.8. Mapa de procesos de nivel 1.	37
Figura 2.9. Flujograma de la Detención de Delincuentes e Infractores.	39
Figura 2.10. Diagrama de Pareto para priorización de problemas.	44
Figura 2.11. Diagrama Ishikawa del primer problema.	45
Figura 2.12. Diagrama Ishikawa del segundo problema.....	45
Figura 2.13. Diagrama Ishikawa del tercer problema.	46
Figura 2.14. Diagrama Ishikawa del cuarto problema.	46
Figura 2.15. Aplicación de Cinco Por qué a la 1era. causa	47
Figura 2.16. Aplicación de Cinco Por qué a la 2da. causa	48
Figura 3.1. Análisis de los datos V-1 utilizando Input Analyzer.	62
Figura 3.2. Distribución empírica para la V-1.	62
Figura 3.3. Modelamiento inicial.	75
Figura 3.4. Modelamiento de la estación Calles.....	76
Figura 3.5. Modelamiento de la estación Patrullaje.....	76
Figura 3.6. Modelamiento del submodelo <i>Patrullero_Delito_No_Grave</i>	78
Figura 3.7. Modelamiento del submodelo <i>Patrullero_Delito_Grave</i>	78
Figura 3.8. Modelamiento de la estación Policía.	79
Figura 3.9. Modelamiento de la estación Serenazgo.	80
Figura 3.10. Modelamiento de la estación Comisaría.	81
Figura 3.11. Modelamiento del submodelo <i>Toma_Declaraciones</i>	82

Figura 3.12. Modelamiento del submodelo <i>Determinación_de_Culpabilidad</i>	82
Figura 3.13. Modelamiento de la estación Fin.....	83
Figura 3.14. Ploteo de TAVG del tiempo en cola comisaría- Sector Pro.	84
Figura 3.15. Truncamiento del periodo de calentamiento.....	84
Figura 3.16. Correlograma para el periodo estable.	85
Figura 3.17. Truncamiento a partir de datos del correlograma.....	85
Figura 3.18. Intervalo de confianza variable TAVG tiempo cola comisaría.....	85
Figura 3.19. Controls utilizados en el Optquest.....	88
Figura 3.20. Responses utilizados en el Optquest.	88
Figura 3.21. Restricciones utilizadas en el Optquest.....	89
Figura 3.22. Función objetivo en el Optquest.....	89
Figura 3.23. Soluciones óptimas del modelo en el Optquest.....	89
Figura 4.1. Flujo de caja del proyecto propuesto.....	96



ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 3.1. Tamaño de muestra para medias para población infinita	60
Fórmula 3.2. Tamaño de muestra para medias para población finita	61
Fórmula 3.3. Tamaño de muestra de proporción para población infinita	64
Fórmula 3.4. Tamaño de muestra de proporción para población finita	64



INTRODUCCIÓN

La seguridad ciudadana es un tema de gran interés a nivel mundial, pues es aquel servicio que salvaguarda el bienestar del ser humano, y es el que permite vivir en armonía y paz. Sin embargo, en los últimos años, este servicio ha ido decreciendo en su nivel de acción, sobre todo en el Perú, donde el 80% de las personas aseguran que el nivel de delitos aumentó en el año 2015. Un ejemplo de los casos más críticos es San Martín de Porres, uno de los distritos más populosos de Lima Metropolitana, y también uno de los distritos que presenta los mayores niveles de inseguridad registrados. Estadísticas del 2015 muestran que la cantidad de policías designados al distrito es de un policía por cada 2,089 habitantes; por otro lado, el 82.8% de pobladores percibieron que existe un bajo nivel de seguridad en el distrito en mención.

A partir de lo anterior, el presente trabajo de investigación, desarrolla el diagnóstico y mejora del servicio de seguridad ciudadana que necesita el distrito de San Martín de Porres. Para ello, se utilizará un modelo de simulación de eventos discretos, el cual tendrá como objetivo incrementar la productividad de los recursos que han sido asignados al distrito en mención.

En el primer capítulo se presenta el marco teórico que será utilizado a lo largo del todo el siguiente trabajo. Este detalla, con teoría y ejemplos, el uso de herramientas de diagnóstico de problemas, además de las utilizadas en el modelo de simulación.

El segundo capítulo desarrolla la descripción y el diagnóstico del problema a solucionar en el sistema. De esta manera y utilizando conceptos generales, se elegirá el proceso principal de análisis y, a partir de él, se identificará el problema principal y se seleccionará la contramedida adecuada.

En el tercer capítulo se presenta el modelo de simulación propuesto y la validación del mismo, para finalmente presentar la propuesta de mejora de todo el sistema estudiado. Así, se determinará que el distrito necesita incrementar la cantidad de recursos humanos y de transporte, de forma que se pueda atender a la mayor cantidad de delitos presentados en esta zona.

El cuarto y último capítulo, desarrolla la evaluación técnica y económica de la propuesta de mejora, donde se cuantificará los costos y beneficios involucrados en la implementación de la propuesta. Además se demostrará la factibilidad de implementar este proyecto en el distrito de San Martín de Porres.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este primer capítulo se realizará la descripción y el detalle del marco conceptual necesario para el correcto desarrollo del presente trabajo. En primer lugar, se describirá aquellas herramientas que serán útiles durante el análisis y diagnóstico del problema, así como de su causa raíz. En segundo lugar, se detallará las herramientas necesarias para desarrollar del modelo de simulación, contramedida que será la solución óptima al problema previamente identificado. En tercer lugar, se realizará un estudio de casos en los cuales se haya aplicado simulación de sistemas en escenarios semejantes al del presente trabajo. Por último, se concluirá con un resumen de las metodologías a aplicarse en los siguientes capítulos.

1.1. Herramientas del diagnóstico

Para realizar un correcto diagnóstico del problema y de la causa raíz que origina el inadecuado comportamiento del sistema a estudiar, se empleará un conjunto de herramientas que serán útiles para definir, posteriormente, la solución óptima en cuestión.

1.1.1. Flujograma

El mapeo de procesos es una herramienta que define, a partir de un punto de inicio y un punto final, aquellos procesos que son relevantes para un sistema. Este brinda un panorama general y detallado de los “pasos” que sigue un flujo de entidades¹ durante el desarrollo de un proceso.

a) Definición

El “flujograma” o “diagrama de flujo” es una representación gráfica de los pasos o etapas de un proceso. Según la UNAD (2014), esta representación se basa en el empleo de diferentes símbolos que representan operaciones específicas, normalmente dichas operaciones se interconectan con flechas indicando una secuencia de operación. En el Anexo 1.1 se muestra un ejemplo de flujograma.

Esta herramienta utiliza símbolos conforme a la norma ISO 5807, de esta manera, el descifrado de un diagrama de flujo es simple y sin ambigüedades. Los símbolos empleados para el desarrollo de un flujograma son los siguientes:

- Óvalo: Representa el inicio y fin del proceso descrito con un flujograma.

¹ Transacción o conjunto de transacciones que pueden ser personas, animales, objetos, etc.

- Flecha: Símbolo que representa la trayectoria y el sentido del proceso que se ejecuta en el flujograma.
- Rectángulo: Representa un evento; son las actividades que realiza el proceso y que siguen una secuencia determinada.
- Rombo: Símbolo que representa una condición o interrogante durante el proceso a desarrollarse. Al final de este se presentan dos opciones como respuesta a la interrogante planteada.

1.1.2. Matriz de Comparaciones Pareadas

Las comparaciones pareadas son calificaciones numéricas que se le asigna a un determinado criterio después de realizar un análisis comparativo entre cada uno de ellos. Para esta asignación, existe una escala de preferencias que permiten un balance adecuado entre los criterios a analizar; ver tabla 1.1.

PLANTEAMIENTO DE LA PREFERENCIA	CALIFICACIÓN NUMÉRICA
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuerte y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 1.1. Escala de preferencias.
Fuente: Toskano (2015)

a) Definición

Según Toskano (2015), sea \mathbf{A} una matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Sea a_{ij} el elemento (i, j) de \mathbf{A} para $i = 1, 2, \dots, n$, y, $j = 1, 2, \dots, n$. Decimos que \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en el reglón i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . Cuando $i = j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Además se cumple que: $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$; es decir:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Los valores que tomará a_{ij} de la matriz **A** serán los valores que se especificaron para la comparación de los criterios con la escala de preferencia, de este modo se obtiene la siguiente matriz de comparaciones pareadas.

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Criterio 1} & \text{Criterio 2} & \cdots & \text{Criterio 3} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Alternativa 1} \\ \text{Alternativa 2} \\ \vdots \\ \text{Alternativa 3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ 1/P_{12} & 1 & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/P_{1n} & 1/P_{2n} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

En el Anexo 1.2 se muestra un ejemplo aplicativo sobre la utilización de esta matriz.

1.1.3. Matriz QFD

El QFD (Quality Function Deployment) es una herramienta que tiene como objetivo interpretar la “Voz del Consumidor” en referencia a la percepción de éste sobre las características de calidad en los servicios, productos y procesos.

a) Definición

Según Bernal (2009), la Matriz QFD, también llamada “Casa de la Calidad” por la forma de techo que tiene la estructura, es una herramienta que permite consolidar los requerimientos del cliente comparándolos a los productos, servicios o procesos que se desea evaluar. Esta matriz tiene subdivisiones en su interior; ver figura 1.4.

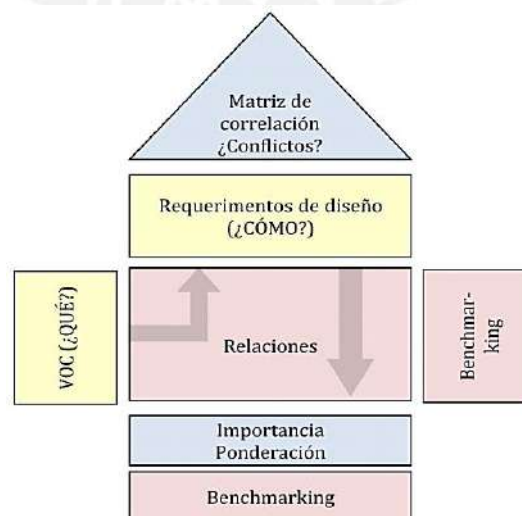


Figura 1.1. Matriz QFD.
Fuente: Bernal (2009).

- La Voz del Consumidor: Son los requerimientos del cliente, los cuáles reflejan lo deseos y expectativas que tienen respecto al servicio o al producto.
- Requerimientos de Diseño: Define el “cómo” cada “requerimiento del cliente” será satisfecho por el servicio. Es el diseño de los requerimientos de diseño que pueden ser evaluadas al final del proceso de desarrollo.
- Matriz de Relaciones: Muestra las relaciones entre el “qué” desea el cliente y el “cómo” se satisfará. Las relaciones se definen teniendo en cuenta tres niveles de relación: débil relación que corresponde al número 1, media relación que corresponde al número 3, y fuerte relación que corresponde al 9. Una casilla en blanco indica que el requerimiento de diseño no tiene influencia sobre el requerimiento del cliente.
- Benchmarking: Presenta una valoración de los competidores comparándolos con lo que se ofrecerá; esta evaluación se debe llevar a cabo para que “qué” y el “cómo”. Para este caso se utiliza una numeración que va del 1 (el competidor no se acerca a los requerimientos) al 5 (el competidor tiene los recursos para cubrir requerimientos), clasificando el benchmarking existente con cada casilla de los requerimientos de diseño y de cliente.
- Ponderación: Determina que tan relevante es cada “requerimiento del cliente” (“qué”) y cada requerimiento de diseño (“cómo”) para alcanzar la meta propuesta. La escala usada, normalmente es de 1 a 10, donde el valor más alto expresa mayor importancia para el cliente. Con el resultado final de esta parte se puede conocer cual “Cómo” es más relevante para realizar el diseño.
- Matriz de Correlación: Es un gráfico triangular que muestra que tan fuertes son las correlaciones entre los “requerimientos de diseño”. Permite identificar qué requerimientos se apoyan entre si y entre cuáles existe conflicto. Son: Altamente positiva (++), Positiva (+), Negativa (-) y Altamente Negativa (--).

Un ejemplo aplicativo de la Matriz de QFD se muestra el Anexo 1.3.

1.1.4. Matriz de Priorización

Para el desarrollo del presente trabajo se realizará dos tipos de matriz de priorización, debido a que su aplicación es distinta en ambos casos.

a) Tipo I

La matriz de decisión o priorización es una herramienta que ayuda a comparar racionalmente entre varias opciones o soluciones, en base a ciertos criterios.

Según Leebov (1993), la matriz muestra las opciones a priorizar en las columnas (verticales), y los criterios para tomar las decisiones en las filas (horizontales); además en una columna se coloca la ponderación por criterio, de modo que la suma de porcentajes sea igual a uno. En la tabla 1.2, las flechas muestran la dirección que se sigue al calificar cada opción con cada uno de los criterios.

	Ponderación	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Criterio 1					
Criterio 2					
Criterio 3					
Criterio 4					
TOTALES					

Tabla 1.2. Matriz de priorización tipo I.
Fuente: LEEBOV, Wendy, ERSOZ, Clara (1993).

En el Anexo 1.4 a) se muestra un ejemplo aplicativo de una Matriz de Priorización Tipo I.

b) Tipo II

Según el MINSA (2014), la matriz de priorización es una herramienta cualitativa que permite identificar los problemas o causas que más afectan a un entorno, en base a una lista de criterios. Los criterios de priorización que define esta herramienta son:

- Probabilidad o Frecuencia: Explica que tan a menudo ocurren las opciones descritas utilizando una numeración del 1 al 5, donde el número más alto significa que el problema está siempre presente en el entorno estudiado.
- Impacto: Especifica si ante la ocurrencia del problema, se genera distorsiones o modificaciones en el entorno. Para este caso, se utiliza una numeración del 1 al 5, donde el número más alto está vinculado a un alto impacto.

Un ejemplo de Matriz de Priorización Tipo II se muestra en el Anexo 1.4 b).

1.1.5. Fichas Indicador

Un indicador es una herramienta de medición, cualitativa o cuantitativa, que compara un valor actual respecto a uno referente. Su análisis brinda un panorama de su estado actual y permite definir acciones de prevención o mejora.

a) Definición

Según Donneys (2009), la ficha del indicador, también llamada ficha técnica, es una estructura de soporte que formaliza el indicador y el resultado que éste representa.

Este documento facilita la visualización de las principales características del indicador, mostrando el desempeño de los procesos, del producto o del sistema. La ventaja de esta herramienta es que permite analizar simultáneamente varios elementos en una sola hoja. Además refleja: el objetivo, el propósito del indicador, el índice, el seguimiento a la variable, la herramienta, la gráfica estadística para el análisis, entre otros.

En el Anexo 1.5 se muestra un ejemplo aplicativo sobre Fichas Indicador.

1.1.6. Diagrama Pareto

La técnica del Pareto es una metodología de análisis que permite separar o discriminar los datos más importantes de los muchos que pueden existir, y que son triviales para un sistema a estudiar.

a) Definición

Según AITECO (2012), el Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) de las que lo son menos (los muchos y triviales). Comúnmente utiliza el sistema 80/20 el cual especifica que el 80% de un problema es ocasionado por el 20% de las causas encontradas.

El uso aplicativo de esta herramienta se muestra en el Anexo 1.6.

1.1.7. Diagrama de Causa-Efecto

Según Salazar (2015), la variabilidad de una característica de calidad es un efecto o consecuencia de múltiples causas, por ello, al observar alguna inconformidad con alguna característica de calidad de un producto o servicio, es sumamente importante detallar las posibles causas de la inconsistencia. Es por ese motivo que se utilizan herramientas que brinden un panorama general de las causas que aquejan a los problemas estudiados.

a) Definición

El Diagrama de Causa-Efecto, también llamado Diagrama de Ishikawa, es una herramienta que mediante flechas delimita las causas que originaron un problema (efecto). Este gráfico, a su vez, puede delimitar las causas de las causas principales, brindando una mayor información.

Un ejemplo aplicativo del uso de un Diagrama de Causa-Efecto se muestra en el Anexo 1.7.

1.1.8. Cinco Por Qués

Un problema tiene muchas causas que lo originan, sin embargo hay una causa raíz de la cual se despliegan todas las demás. Si esta raíz se elimina, la probabilidad de que ocurra el problema disminuiría significativamente.

a) Definición

Según Michalski (2009), “Los Cinco Por Qués” es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas, para buscar posibles causas raíces. La técnica requiere que el analista del problema realice la pregunta '¿Por Qué?' aproximadamente cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle aproximadamente. Una vez que sea difícil responder al “Por Qué”, la o las causas raíces más probables habrán sido identificadas.

En el Anexo 1.8 se muestra un ejemplo aplicativo de esta herramienta.

1.1.9. Matriz FACTIS

Para tomar decisiones sobre un problema, es necesario analizar las posibilidades u opciones que se tiene para solucionarlo. Para lograrlo, se requiere comparar las diversas soluciones, valorarlas y luego, mediante un sistema de puntuación.

a) Definición

La matriz de selección FACTIS, es una herramienta que brinda un apoyo analítico para la toma de decisiones ante un determinado problema o contexto. Para realizarlo, utiliza cinco criterios de selección, los cuales son:

- F: Facilidad para solucionar o implementar la solución que se desea escoger para erradicar el problema estudiado.
- A: Afectación de otras áreas debido a la implementación de la solución, lo cual supone el vínculo que puede existir con áreas aledañas al problema.
- C: Calidad mejorada. Esto se refiere a las mejoras que tendrá el proceso luego de la ejecutar la solución.
- T: Tiempo necesario para implementar la solución.
- I: Inversión requerida para realizar la solución propuesta.

- S: Seguridad industrial mejorada a partir de la solución que será implementada.

En el Anexo 1.9 se muestra un ejemplo donde se aplica la Matriz FACTIS para seleccionar la mejor opción a un problema.

1.2. Herramientas del modelo

Una vez identificado el problema y/o la causa que afecta al sistema estudiado, se procederá a utilizar un conjunto de herramientas que brinden solución a estos inconvenientes. Para este trabajo, la mejora se basará en implementar un modelo de simulación de eventos discretos. A continuación se describirá aquellos conceptos e instrumentos que se ejecutarán en el capítulo 3, además de los conceptos básicos que involucran al software que permitirá realizar la simulación.

1.2.1. Simulación

Simulación se define como el método que permite imitar un sistema o proceso para conocer su comportamiento a través del tiempo. Esta técnica emplea un modelo que representa al sistema y a las actividades que se encuentran involucrados en él.

Según Azarang (1998);

“Simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. Sea realizado a mano o en una computadora, la simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema; la observación de esta historia mediante la manipulación experimental, nos ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema”.

El modelo desarrollado para la simulación, es analizado para observar las dificultades que presenta el sistema y, así, plantear soluciones a esos problemas.

a) Desarrollo de un modelo de simulación

El desarrollo de un modelo de simulación, sigue un procedimiento definido que permite realizar un mejor análisis del sistema a estudiar (ver figura 1.2), estos son:

1. Definición del sistema: Describe al sistema o problema a evaluar. En esta sección, se define el objetivo, las restricciones, las variables a utilizar, etc.

2. Análisis del sistema: Brinda el panorama general de las interacciones entre las variables de decisión, involucrando al mismo tiempo restricciones.
3. Formulación del modelo: Es la codificación lógico-matemático que representa a las interacciones entre las variables a través del tiempo.
4. Selección del lenguaje: Define el lenguaje a utilizar para el desarrollo del modelo de simulación. Puede utilizar desde un lenguaje general como PASCAL, hasta uno más complejo como SIMAN.
5. Codificación del modelo: Genera las instrucciones y códigos que permitirán la ejecución del modelo de simulación en algún tipo de computadora.
6. Validación del modelo: Determina la capacidad que tiene el modelo creado para representar la realidad. Esta validación se realiza utilizando la estadística, que compara resultados del modelo contra resultados reales.
7. Experimentación: Determina las variables de entrada y las alternativas que serán evaluadas como parte de la optimización del sistema real.
8. Implantación: Lleva a práctica la mejor alternativa, realizando procesos de simulación para validar la respuesta que generará en el sistema.
9. Monitoreo y control: Establece el sistema de control que se generará para el proceso simulado; de esta manera, podrá ser mejorado o actualizado según los requerimientos que se presenten.

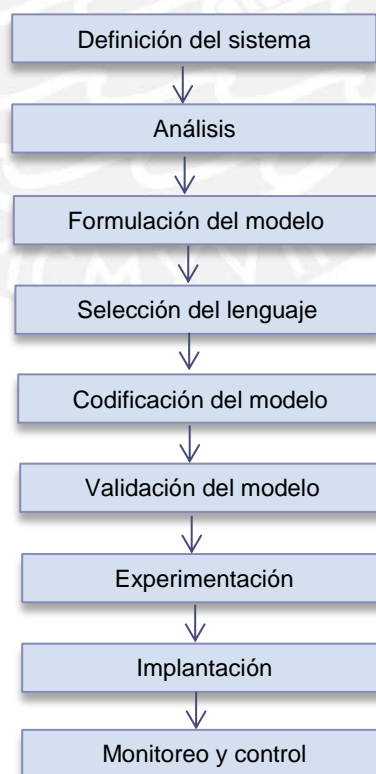


Figura 1.2. Proceso de desarrollo de un modelo de simulación
Fuente: AZARANG, Mohammad (1998).

b) Tipos de simulación

Los modelos de simulación pueden clasificarse de acuerdo a ciertos criterios como:

- **TIEMPO.** Define si el tiempo interviene o no en el sistema a estudiar. La simulación puede ser *estática*, cuando el tiempo no está involucrado directamente, ya que la representación del sistema en mención se realiza para un instante de tiempo en particular; y *dinámica*, cuando el tiempo si es importante, debido a que el sistema presenta variaciones durante el transcurso del tiempo.
- **ALEATORIEDAD DE LOS DATOS.** Describe el comportamiento de las variables de entrada para el sistema. Estas pueden ser *determinísticas*, en la cual los valores son constantes y no siguen ninguna ley probabilística de acción; y *estocásticas*, en la cual las variables siguen un comportamiento aleatorio dependiendo de alguna función probabilística.
- **VARIABLES DE ESTADO DEL SISTEMA.** Son las características que definen el estado de las variables del sistema a estudiar. Estas pueden ser *discretas*, cuando no aceptan cualquier valor pues pertenecen a un conjunto del cual ya existen valores definidos; y *continuas*, cuando las variables pueden tomar cualquier valor de un intervalo determinado, de manera que no pueden ser medidas con exactitud debido a que su estado cambia continuamente en el tiempo.

c) Generación de números y variables aleatorias

Para realizar un modelo de simulación será necesario generar una serie de números aleatorios y variables aleatorias, que representen la variabilidad de las actividades a través de funciones de densidad, para eventos discretos, y distribuciones de probabilidad, para eventos continuos. El Anexo 2 muestra los métodos de generación más conocidos.

Para este trabajo no será necesario generar números aleatorios ni variables aleatorias, ya que los datos de entrada son reales y fueron extraídos del mismo sistema a evaluar. El análisis de estos datos y la generación de las funciones probabilísticas serán desarrolladas en el capítulo 3.

1.2.2. Análisis de datos de entrada

Para que el modelo de simulación sea lo más semejante a la realidad, será necesario recolectar datos relevantes sobre el sistema a estudiar. Luego, se deberá realizar un análisis filtro que permita determinar la cantidad de datos necesarios para el modelo, así como la distribución probabilística a la que estos se ajusten. Para lograr estos objetivos, se utilizarán las siguientes herramientas:

a) Muestreo Aleatorio Simple

Es una herramienta que consiste en la obtención de datos, llamado muestra, de un total de posibles datos del sistema a estudiar, llamado población. Según Córdova (2006), “el muestreo aleatorio simple consiste en la selección de las muestras mediante métodos que permitan a cada muestra la posibilidad de ser escogida y que cada elemento de la población pueda ser incluido en la muestra”.

A partir de su definición, se debe estimar la cantidad necesario de datos que pueda representar a la población estudiada. En ese sentido, para hallar el tamaño de muestra necesaria para el estudio a realizar, se hará uso de dos estimaciones muy importantes: estimación de la media, y de la proporción.

- ESTIMACIÓN DE LA MEDIA:

1. Se tomará una muestra piloto de 30 o más datos.
2. Calcular la media (\bar{x}) y la varianza muestral (s^2).
3. Realizar el cálculo del tamaño de muestra, utilizando la siguiente fórmula:

$$n_0 = \left\lceil \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 s^2}{d^2} \right\rceil$$

donde: n_0 : tamaño de muestra con población infinita

d : error muestral de estimación. Si se desconoce d , entonces

$d = \bar{x} * e$, donde e : error porcentual, y debe ser menor a 5%.

4. Corregir el tamaño de muestra hallado anteriormente, usando la fórmula²:

$$n = \left\lceil \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \right\rceil$$

- ESTIMACIÓN DE LA PROPORCIÓN:

1. Se tomará una muestra piloto de 30 o más datos.

² Si la población es infinita ($N > 200,000$) solo calcular el tamaño de muestra sin la corrección.

2. Calcular la proporción muestral (\bar{p}).
3. Realizar el cálculo del tamaño de muestra, utilizando la siguiente fórmula:

$$n_0 = \left\lceil \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \bar{p}(1 - \bar{p})}{e^2} \right\rceil$$

donde: n_0 : tamaño de muestra con población infinita

e : error porcentual, debe ser menor a 5%.

4. Corregir el tamaño de muestra hallado anteriormente, usando la fórmula³:

$$n = \left\lceil \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \right\rceil$$

b) Pruebas de Bondad de Ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste son empleadas para verificar si la muestra que ha sido tomada anteriormente sigue, o se ajusta, a alguna distribución probabilística conocida. De esta manera, se debe tomar en cuenta tres criterios: el tipo de variable (discreta o continua), la prueba de bondad de ajuste (chi cuadrado o K-S), y el p value obtenido (si es mayor a α , la prueba está generando valores correctos).

Por otro lado, existe la posibilidad de que alguna(s) muestra(s) se ajuste(n) o no a una o varias distribuciones, por lo cual se plantea las siguientes opciones:

- Si la muestra se ajusta a una sola distribución, entonces se utilizará aquella distribución para simular la variable determinada.
- Si la muestra se ajusta a varias distribuciones, se seleccionará la distribución con menor error cuadrático.
- Si la muestra no se ajusta a ninguna distribución, entonces se utilizará una distribución empírica continua o discreta, según el tipo de variable analizada.

Según Carbajal (2016), las pruebas de bondad de ajuste utilizan pruebas de hipótesis (H_0 y H_1) para validar si el conjunto de datos tomados en el muestreo, se ajusta o aproxima a alguna distribución probabilística conocida:

H_0 : Los datos se ajustan a la distribución planteada.

H_1 : Los datos no se ajustan a la distribución planteada.

Así, se tienen dos tipos de pruebas:

³ Si la población es infinita ($N > 200,000$) solo calcular el tamaño de muestra sin la corrección.

- **PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV (K-S):** Para utilizar esta prueba, es necesario que se cumplan dos condiciones: a) el tipo de variable debe ser continua, b) el tamaño de muestra puede ser de cualquier magnitud. Siendo así, se procede a la evaluación:

1. Se elabora una tabla de frecuencias de los n datos históricos con k intervalos, donde k siga la regla:

$$k = \begin{cases} \sqrt{n}, & \text{si } n \text{ es menor a } 100 \\ 1 + 3.2 \log(n), & \text{caso contrario} \end{cases}$$

2. Para cada uno de los k intervalos, se halla la frecuencia absoluta observada (O_i) y la frecuencia relativa (O_i/n).
3. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo a la forma de la tabla de frecuencias obtenida. Se sugiere elaborar un histograma.
4. Con la distribución propuesta, se calcula la probabilidad acumulada esperada (E_i) para cada intervalo de clase.
5. Se calcula la diferencia absoluta entre O_i y E_i para cada intervalo y se selecciona la máxima diferencia (D_{\max}).
6. El estimado D_{\max} se compara con un valor límite proporcionado en tabla, con n datos y a un nivel de confiabilidad $(1-\alpha)$. Si el estimador D_{\max} es menor o igual al valor límite de la tabla, entonces no se puede rechazar que la información sigue la distribución propuesta.

- **PRUEBA CHI CUADRADO:** Para utilizar esta prueba, es necesario que se cumplan dos condiciones: a) el tipo de variable puede ser continua o discreta, b) el tamaño de muestra debe ser mayor a noventa ($n > 90$). Siendo así, se procede a la evaluación:

1. Se elabora una tabla de frecuencias de los n datos históricos con k intervalos, donde k siga la regla:

$$k = \begin{cases} \sqrt{n}, & \text{si } n \text{ es menor a } 100 \\ 1 + 3.2 \log(n), & \text{caso contrario} \end{cases}$$

2. Para cada intervalo k , se halla la frecuencia absoluta observada (O_i).
3. Se propone una distribución de probabilidad de acuerdo a la forma de la tabla de frecuencias obtenida.
4. Con la distribución propuesta, se calcula la frecuencia esperada de cada intervalo E_i .
5. Si dicha frecuencia es menor a 5, entonces agrupar intervalos.
6. Para cada clase, se calcula el estadístico observado:

$$\chi_i^2 = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

7. Se calcula el estadístico teórico $\chi_{\alpha, (k'-r-1)}^2$, donde r es el número de parámetros estimados y k' es el número final de intervalos luego de revisar que ninguno tenga frecuencia esperada menor a 5.
8. Se acepta H_0 , si $\chi_{observado}^2 \leq \chi_{teórico}^2$.

1.2.3. Supuestos

Los supuestos están incluidos como herramienta de un modelo de simulación debido a que son parte importante del diseño de estos. Son aquellas consideraciones que se puede incluir en el sistema para reducir la complejidad del mismo; sin embargo, es necesario acotar que no deben ser muy pocos, ya que el modelo será muy complejo para diseñar, y tampoco deben ser muchos, pues disminuirían el acercamiento con la realidad del sistema analizado.

Debe tenerse en consideración:

- Los supuestos que sean planteados, deben estar correctamente cohesionados al sistema que se está diseñando.
- Los supuestos son consideraciones que reducen la complejidad del modelo, de modo que no son descripciones del sistema.
- El número adecuado de supuestos depende del sistema que se está diseñando, por lo que no hay un número "correcto" de ellos.

1.2.4. Software

Rockwell Automation creó un software con múltiples herramientas que permiten realizar simulaciones de procesos, analizar datos y validar resultados a través de una computadora. Estas son:

a) Arena

Según Fábregas (2003), Arena es un software que provee un entorno de trabajo integrado para la construcción de modelos de simulación en una amplia variedad de campos, además integra todas las funciones que necesita el desarrollo de una simulación para ser exitosa (animaciones, análisis de entrada y salida de datos, y verificación del modelo). Este sistema utiliza el lenguaje SIMAN, de manera que puede crear modelos que simulan áreas específicas de los procesos.

b) Input Analyzer

Según Fábregas (2003), “el analizador de datos de entrada o Input Analyzer es utilizado para determinar que distribución de probabilidad se ajusta a los datos de entrada; también para ajustar una distribución específica a los datos, con el fin de comparar funciones de distribución o de visualizar los efectos de cambios en los parámetros de una misma distribución. Además, puede generar grupos de números aleatorios que se pueden analizar a través de la función de ajuste del programa”.

Para utilizar esta herramienta se sigue los siguientes pasos:

1. Recopilar los datos en un formato .txt.
2. Abrir el Input Analyzer e importar los datos para su análisis.
3. Con la opción “Fit All” seleccionar la mejor distribución de ajuste.
4. Realizar la prueba de bondad de ajuste según la variable analizada y la cantidad de datos (puede ser Chi Cuadrado o K-S).
5. Con la opción “Fit All Summary” se puede observar el error cuadrático de la distribución seleccionada, de modo que se puede realizar un mejor análisis.
6. Definir la distribución probabilística que mejor se ajuste a los datos, y esta será la utilizada como parámetro del modelo de simulación diseñado.

c) Process Analyzer

La simulación es una herramienta que capta lo complejo y variable de un sistema analizado permitiendo una toma de decisiones más eficiente y certera. Según Fábregas (2003), gracias a la simulación se puede realizar los siguientes procesos:

- Optimización: Permite configurar ciertas variables del modelo de forma que maximicen o minimicen alguna medida de desempeño.
- Predicción: Estima el efecto que pueden traer las variaciones al sistema estudiado.
- Conocimiento: Confirma relaciones de causa-efecto, evalúa la sensibilidad del modelo ante variaciones de los parámetros más importantes para el sistema.
- Justificación: Permite decidir entre dos alternativas basándose en el valor de las medidas de desempeño que se obtiene de la simulación. Además, si el modelo tiene una buena animación, se puede generar nuevas ideas para mejorar.

Un sistema puede tener factores que son controlables e incontrolables, llamados “escenarios”, que producen algún efecto en los procesos estudiados. Para ello, la herramienta Process Analyzer (Analizador de procesos), según Fábregas (2003), “es una herramienta que permite al analista generar, evaluar y completar diversos escenarios de un sistema, previa construcción, verificación y validación del modelo en términos de una o unas variables de respuesta específica”. Esta herramienta apoya el análisis a través de la comparación de escenarios simulados, detallando el efecto que las variables o recursos del modelo sobre los que se tiene control (*controls*), generan sobre los resultados de rendimiento que son especificados en el modelo de simulación (*responses*).

Para realizar la comparación descrita, se procede a realizar los siguientes pasos:

1. Se corre el modelo diseñado y se genera un archivo con extensión “.p”.
2. Se ejecuta el Process Analyzer y se carga el archivo creado.
3. Posteriormente, se definen los *controls* y *responses* que se desean analizar.
4. Se realiza una corrida del modelo y se analiza que respuestas tiene el sistema al haber definido los parámetros descritos anteriormente.

d) Output Analyzer

Las variables de salida o de respuesta de un modelo de simulación se comportan de manera aleatoria debido a que la simulación presenta un sistema que ha sido aproximado gracias a números aleatorios. Es por ello, que se crea la necesidad de interpretar estos resultados, para verificar si el modelo diseñado es correcto o no. Según Fábregas (2003), gracias al Output Analyzer (analizador de datos de salida) se puede realizar un análisis estadístico de los datos de salida mediante histogramas, gráficos de promedios, intervalos de confianza, correlogramas, etc., herramientas que permiten interpretar los resultados que genera el modelo.

Para desarrollar el análisis correspondiente utilizando esta herramienta de Arena, es necesario correr el modelo varias veces, para generar archivos con los datos de salida de la simulación, especificando la extensión del archivo en el cual se desea guardar los datos y definiendo nombres de las variables que están siendo almacenada para una mejor identificación de estas al momento de realizar el análisis.

1.2.5. Análisis de datos de salida

Según Azarang (1998), al momento de utilizar la simulación de un sistema, se puede encontrar errores en el diseño, errores en los datos de entrada, errores en el uso del modelo y/o en la interpretación de resultados, lo que puede generar desconfianza en el modelo que se está ejecutando. Por ello, este necesita ser validado y verificado a través del análisis de los datos de salida.

a) Verificación

Se refiere al correcto diseño del modelo en términos de la codificación lógica que se ha utilizado. Permite identificar errores en el programa respecto a la estructura, las entradas de datos, etc.

b) Validación

Define si el modelo construido es una representación fiel del sistema analizado. Esta se lleva a cabo mediante un proceso comparativo entre ambas partes.

Usualmente, para comprobar que los resultados del modelo diseñado se asemejan a la realidad, se utiliza la prueba t-student, el cual compara la media muestral de los datos reales, contra los resultados obtenidos del modelo. Para ello se genera la siguiente prueba de hipótesis (donde Y es la variable que ha sido simulada como parte del diseño de modelo de simulación):

$$H_0: E(Y) = c$$

$$H_1: E(Y) \neq c$$

Como siguiente paso, se procede a calcular el estadístico de prueba:

$$t_0 = \left[\frac{E(Y) - c}{s/\sqrt{n}} \right]$$

donde: n : tamaño de muestra

s : desviación estándar muestral, calculada a partir de $\sqrt{\frac{\sum Y_i - E(Y)^2}{n-1}}$

Finalmente, se procederá a realizar la comparación el estadístico hallado y el estadístico hallado por tablas. Por lo tanto:

$$H_0 \text{ se rechaza si } |t_0| > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)}$$

c) Análisis de Resultados – Sistemas Terminales

El análisis de los resultados hallados a partir del modelo, se realiza de acuerdo al tipo de sistema estudiado. Un sistema es terminal, según AltioK (2007), cuando la condición de tiempo y evento son fijos y naturales para sus réplicas. En este tipo de modelo, el modelador está interesado en sistemas dinámicos de poca duración y estadísticas con el tiempo de horizonte natural del sistema. Para definir este sistema, es necesario establecer condiciones iniciales conocidas e importantes.

En este tipo de sistema, la decisión más importante a tomar es la cantidad de réplicas que se necesita para que el análisis final sea confiable.

1. Mediante el element Output del software Arena, se obtendrá los datos de salida necesarios del modelo a estudiar.
2. A partir de los archivos generados, se procederá a calcular el ancho del intervalo de confianza⁴, utilizando la siguiente fórmula:

$$h = t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n-1)} \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

3. Definir un ancho de intervalo específico y deseado h^* .
4. Calcular el número de réplicas (n^*) necesarias, con la siguiente fórmula:

$$n^* = \left\lceil n \left(\frac{h}{h^*} \right)^2 \right\rceil$$

5. Validar el modelo.

d) Análisis de Resultados – Sistemas No Terminales

Un sistema es no terminal cuando la condición de comienzo no está definido fijamente, y tampoco existe un evento que delimite el inicio del sistema, por lo tanto el tiempo de duración de alguno de los eventos no tiene duración fija en el tiempo. La definición de este tipo de sistemas no obedece a condiciones iniciales, sino al comportamiento del estado estacionario que puede presentar.

Para un sistema no terminal, el análisis no es tan matemático, sino cualitativo:

1. Mediante el element Dstats del software Arena, se obtendrá los datos de salida necesarios del modelo a estudiar.
2. Utilizando el OUTPUT ANALYZER del Arena, y a partir de los archivos generados, utilizar la herramienta Plot y se generará una gráfica.

⁴ Mide que tan preciso es \bar{x} . Si hay un menor ancho de intervalo, el intervalo es mejor.

3. Truncar la gráfica en el periodo de calentamiento.
4. Crear un archivo a partir de Batch Means, agrupando las observaciones en “Batches” consecutivos, y calcular el número de batches (k).
5. Generar un Correlograma a partir de los archivos generados.
6. Analizar la el gráfico obtenido y validar el modelo.

1.3. Estudio de casos

Los casos de estudio que fueron seleccionados para este acápite, tienen contextos afines al trabajo presentado y recomiendan el método de simulación para solucionar problemáticas del entorno, es decir, referente a temas de seguridad ciudadana. Sin embargo, el tipo de simulación que emplean no es de eventos discretos, sino de otros tipos, estos artículos especializados son: “Simulación 3D basada en agentes de robo y asalto a transeúntes” de Beltrán, Fabián, Orozco, Héctor, y Landassuri, Victor; “Recommended practices for homeland security modeling and simulation” de Jain, Sanjay y McLean, Charles R.; y “Public Security: Simulations need to replace conventional wisdom” de Hamacher, Kay y Katzenbeisser, Stefan, los dos últimos papers extraídos de las actas de la 2009 Winter Simulation Conference.

A continuación, se procederá a explicar el primer estudio, el cual tiene una mayor semejanza al trabajo realizado en los siguientes capítulos. Los dos papers siguientes se encuentran descritos en el Anexo 3.

1.3.1. Primer caso

El primer caso a resaltar está vinculado al desarrollo de un modelo de simulación 3D de una localidad inmersa en situaciones de criminalidad.

Los autores de este caso, consideran que el tema de la inseguridad en América Latina está perjudicando cada vez más a las diversas poblaciones. En particular, en México, lugar de donde provienen, el robo es uno de los principales delitos. Es por ello, que consideraron de vital importancia realizar un modelo de simulación 3D basada en agentes, el cual planteará algunas de las posibles causas y probabilidades que originan situaciones criminalísticas.

- **Modelo de simulación 3D propuesto**

Los autores del estudio implementaron un sistema de simulación basada en agentes, el cual se muestra en la figura 1.3. El entorno virtual 3D fue modelado en la plataforma AnyLogic, el cual representa un escenario para una localidad

cualquiera. El periodo de la simulación en esta plataforma es en tiempo real y el sistema de medición es en segundos. Para el modelo de simulación se consideraron tres tipos de agentes:

- Agentes delincuentes o criminales quienes buscarán a las víctimas.
- Agente objetivo o víctimas. Que puede ser cualquier ciudadano no delincuente que se encuentre ubicado en el entorno de la criminalidad.
- Agentes guardianes, que patrullarán las calles buscando agentes sospechosos.

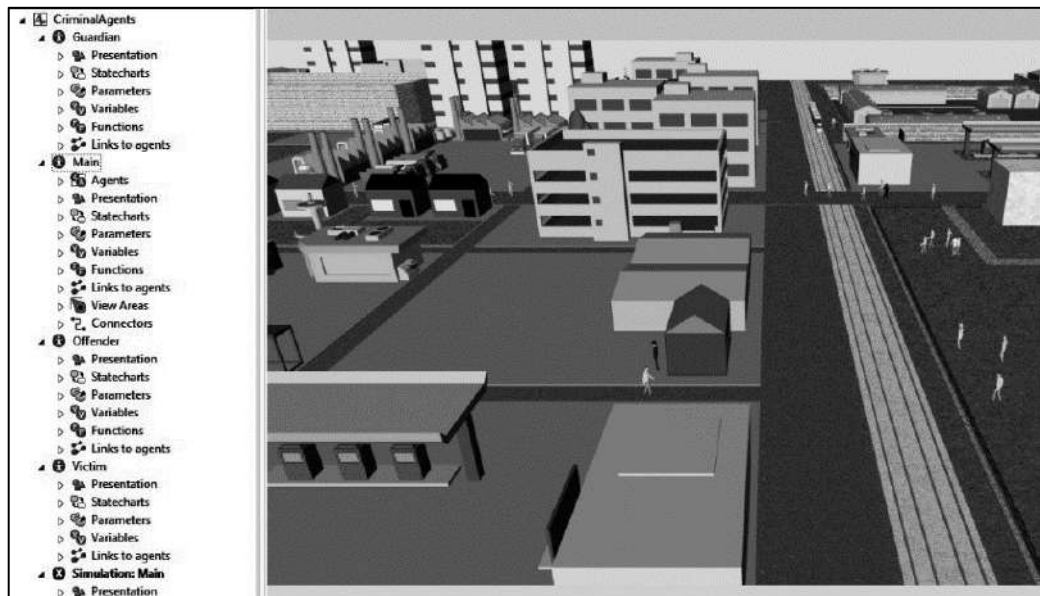


Figura 1.3. Modelo de simulación 3D basada en agentes de robo y asalto
Fuente: Beltrán, Orozco, y Landassuri (2015)

Por otro lado, los autores manifiestan que, para que ocurra un robo debe cumplirse:

1. Un agente delincuente elige a un agente víctima: al ocurrir este suceso el primero acelera su paso y empieza a seguir al segundo.
2. El agente delincuente se encuentra cerca del agente objetivo: dado este suceso, el primero está listo para atacar al segundo, pero esto sólo sucede cuando no hay otros agentes testigos dentro del radio de acción del primero.
3. El ataque se lleva a cabo: el agente delincuente roba o asalta al agente objetivo, el primero puede quedarse junto al segundo por algún tiempo para disfrutar de lo que ha hecho y luego se aleja para buscar un nuevo objetivo potencial. Sin embargo, si un agente delincuente no puede encontrar un buen momento para atacar a un agente objetivo, se da por vencido pasado un tiempo. Por último, la labor de los agentes guardianes es inspeccionar a cualquier agente ciudadano sospechoso, para arrestarlo en caso de que

tenga un arma, o bien, se encuentre bajo el abuso de sustancias, de lo contrario, lo deja libre para seguir patrullando la calle⁵.

- **Validación de la simulación**

Se corrieron varias simulaciones en un año para los siguientes casos:

1. Simulación sin agentes guardianes: para este escenario se contemplaron 200 agentes víctimas y 50 agentes delincuentes (ver figura 1.4).

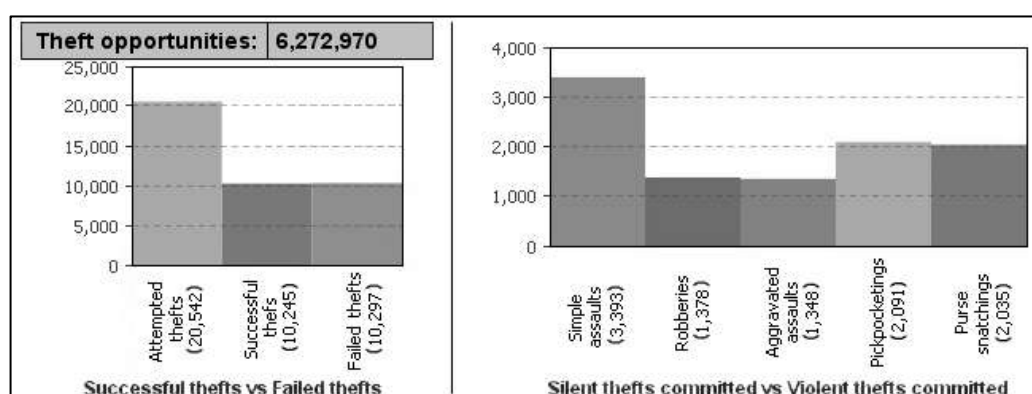


Figura 1.4. Simulación sin agentes guardianes.
[Ataques exitosos vs fallidos (izquierda) y aquellos (derecha) que fueron asaltos (violentos) y robos (silenciosos), sin agentes guardianes]
Fuente: Beltrán, Orozco, y Landassuri (2015)

2. Simulación con agentes guardianes: Para este caso, se contempló a una población de 200 agentes víctimas, 50 agentes delincuentes y 50 agentes guardianes. De esta manera se obtuvo los siguientes resultados:

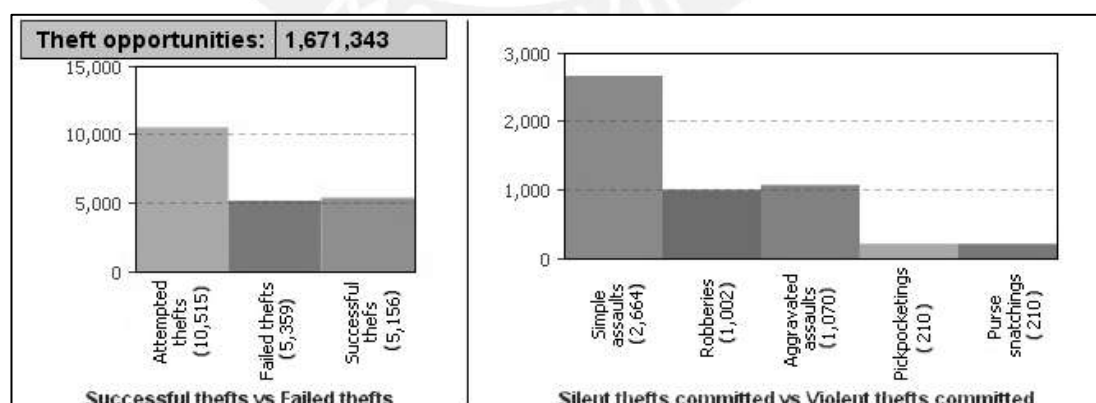


Figura 1.5. Simulación con agentes guardianes.
[Ataques exitosos vs fallidos (izquierda) y aquellos (derecha) que fueron asaltos (violentos) y robos (silenciosos), con agentes guardianes]
Fuente: Beltrán, Orozco, y Landassuri (2015)

⁵ Texto extraído del paper en mención.

- **Resultados**

- Cuando existe una población de agentes con igual número de delincuentes que de guardianes, se registraron 1'671,343 oportunidades para intentar cometer ya sea robo o asalto. De esta cifra, se obtiene que sólo el 0.62% cayeron en intentos realizados, siendo el 49.03% exitosos y el 50.97% fallidos. De los crímenes que fueron exitosos, el 91.85% fue por asalto, teniendo al asalto simple como el de mayor incidencia.
- En caso de tener una población de agentes en la cual no se cuenta con la presencia de algún guardián, se observa que la cifra de oportunidades para intentar cometer robo o asalto casi se cuadruplica. Esta cifra fue de 6'272,970, de la cual se tiene que el 0.32% corresponde a intentos realizados, teniendo el 49.87% y el 50.13% como exitosos y fallidos, respectivamente. De la cifra de exitosos, el 59.72% fue por asalto, teniendo de nueva cuenta al asalto simple como tipo de crimen con mayor incidencia y el 40.28% por robo, teniendo ligeramente más robos de carteras que de bolsos⁶.

- **Conclusiones**

El modelado y la simulación basada en agentes fueron muy útiles para este estudio, debido a que permite crear la simulación en 3D. Las ventajas a las que concluyeron los autores, fueron que se pudo recrear un escenario realista de una localidad cualquiera, donde se pudo observar los diferentes comportamientos que podía tener cada agente utilizado, inspeccionando los patrullajes, los robos que podrían ocurrir, etc. Además, gracias a este tipo de simulaciones, muchos sistemas de seguridad podrían mejorar, debido a que se podrían realizar análisis de los problemas actuales y plantear mejoras.

1.4. Resumen metodológico

En base a las teorías, herramientas y conceptos expuestos en el primer capítulo, la presente tesis se desarrollará conforme al siguiente resumen metodológico.

- **CAPÍTULO 2: “Descripción del Sistema”**

En primer lugar se describirá el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana (SINASEC), dando un mayor énfasis a las funciones que realiza y a la situación

⁶ Texto extraído del paper en mención.

actual que afronta en el país. En segundo lugar, se realizará un diagnóstico del servicio que ofrece este sistema utilizando Flujogramas para el mapeo de procesos, los cuales se irán desarrollando conforme a los resultados que deriven de tres tipos de matrices: Matriz de Comparaciones Pareadas, QFD y de Priorización; de esta manera, se podrá seleccionar el proceso crítico del sistema analizado. Luego, al identificar las actividades de este proceso, se utilizarán Fichas Indicador y un Diagrama de Pareto para identificar los problemas que resulten del proceso crítico; a continuación, a través de un Diagrama de Causa-Efecto y de la herramienta de los Cinco Por qué, se delimitará las causas raíces de cada problema. Finalmente, con la herramienta Matriz FACTIS, se procederá a seleccionar la mejor contramedida que permita erradicar o reducir las causas raíces de los problemas identificados en el sistema desarrollado.

- CAPÍTULO 3: “Propuesta de Mejora”

La mejor contramedida para la causa raíz se basará en el uso de un Modelo de Simulación de eventos discretos utilizando el software Arena. Primero, se procederá a definir las variables a utilizar para este modelo utilizando herramientas como: Muestreo Aleatorio Simple, para hallar el tamaño de muestra necesaria para cada una de ellas; y, Pruebas de Bondad de Ajuste utilizando la herramienta Input Analyzer, para determinar la distribución de cada variable. A continuación, se desarrollará el modelo utilizando el software Arena en conjunto a la herramienta Process Analyzer, para delimitar varios escenarios de análisis. Luego se validará el modelo de simulación propuesto utilizando la herramienta Output Analyzer, donde previamente se deberá definir el tipo de sistema que se está analizando (Sistema Terminal o No Terminal). Finalmente se encontrará la solución adecuada utilizando la herramienta OpQuest del software Arena.

- CAPÍTULO 4: “Evaluación Técnica y Económica”

Una vez obtenida la mejor solución, se evaluará si esta propuesta es factible en dos ámbitos: para los ciudadanos, a los que les interesaría mejorar la seguridad ciudadana, y que se obtendrá realizando una evaluación técnica. Por otro lado, si es factible para el gobierno, es decir que la solución sea viable económicamente. Para obtener una correcta evaluación económica, se procederá a utilizar indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROCESOS

El presente capítulo desarrollará un enfoque descriptivo del sistema que será analizado en este trabajo, además de un diagnóstico completo del problema que pueda observarse. Para realizar este diagnóstico será necesario utilizar diversas herramientas como un mapeo de procesos que permita dar un panorama completo de todo el sistema, para posteriormente analizar la problemática que existe actualmente. Al finalizar esta sección, se procederá a determinar cuál será la contramedida a utilizar como solución al problema que aqueja actualmente al sistema en mención.

2.1. Descripción del sistema

El sistema que será analizado en el presente trabajo es el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana (SINASEC) el cual es “el conjunto interrelacionado de organismos del Sector Público y la Sociedad Civil, y de normas, recursos y doctrina; orientados a la protección del libre ejercicio de los derechos y libertades, así como a garantizar la seguridad, paz, tranquilidad, el cumplimiento y respeto de las garantías individuales y sociales a nivel nacional. Dicho Sistema tiene por finalidad coordinar eficientemente la acción del Estado y promover la participación ciudadana para garantizar una situación de paz social”⁷.

Este sistema fue creado en el año 2014 mediante la promulgación de la Ley N° 27933, el cual a través de su Reglamento, “establece los principios, procesos y normas que regulan el correcto funcionamiento del SINASEC y de las entidades que lo conforman”⁸. Mediante esta ley, también, se aprobó el Plan de Seguridad Ciudadana 2013-2018, que delimita las acciones que cada entidad encargada de velar por la seguridad de los ciudadanos, debe cumplir y ejercer en esta materia; lo que, además, garantizó un necesario y estratégico eje de acción entre el Ministerio del Interior y el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana.

Por otro lado, cabe recalcar que este sistema es una organización sin fines de lucro por lo cual no cuenta con una Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU).

⁷ Según el Art. 4° del Reglamento de la Ley N° 27933.

⁸ Según el Art. 1° del Reglamento de la Ley N° 27933.

2.1.1. Estructura Organizacional

Según la Ley N° 27933, el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana tiene la estructura orgánica representada en la Figura 2.1.

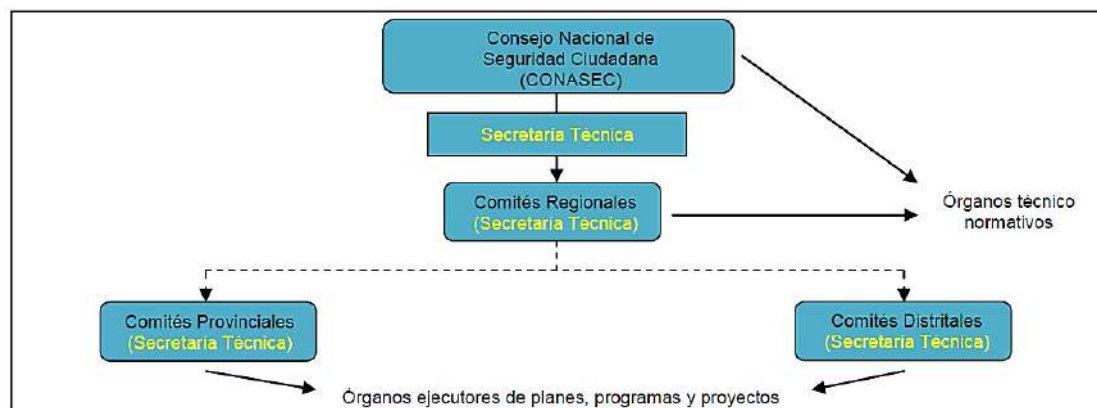


Figura 2.1. Estructura del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana
Fuente: CONASEC (2011)

A partir de la figura anterior, se puede identificar que el SINASEC está conformado por distintas estancias del Estado, que tienen ámbito de acción a nivel nacional, así como las que tienen por jurisdicción el ámbito regional o local. Según lo promulgado en la Ley N° 27933 y según el Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2011 (PNSC 2011), se describen las siguientes estancias:

a. Consejo Nacional de Seguridad Ciudadana (CONASEC): Es el órgano máximo del sistema y está encargado de la aprobación, conducción y evaluación de las políticas de seguridad ciudadana; cuenta con autonomía funcional y técnica; es presidido por el Ministerio del Interior y depende directamente de la Presidencia de la República. De acuerdo al Art. 9° de la Ley N° 27933, sus funciones son las siguientes:

- Establecer las políticas y el Plan Nacional de Seguridad Ciudadana.
- Aprobar los planes, programas y proyectos de Seguridad Ciudadana.
- Promover la investigación en materia de Seguridad Ciudadana.
- Evaluar la ejecución de la política de Seguridad Ciudadana.
- Promover el intercambio y/o cooperación internacional en materia de Seguridad Ciudadana.
- Elaborar anualmente un Informe Nacional sobre Seguridad Ciudadana;
- Promover estrategias de prevención contra las actividades delictivas⁹.

⁹ Texto extraído del Art. 4° del Reglamento de la Ley N° 27933.

Además, debe contar con su Secretaría Técnica, conformada por profesionales, técnicos y especialistas, que es la encargada de proponer la política, los planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana para su aprobación.

b. Comités Regionales de Seguridad Ciudadana (CORESEC): Es la instancia encargada de articular las relaciones entre las entidades públicas y privadas que forman parte del SINASEC a nivel regional, y, a su vez, rige sus actividades en torno a las Políticas Nacionales diseñadas por el CONASEC. Es presidido por el Presidente de la Región. De acuerdo al Art. 17° del Reglamento de la Ley N° 27933, sus funciones son las siguientes:

- Aprobar el Plan Regional de Seguridad Ciudadana.
- Estudiar y analizar la problemática de seguridad ciudadana de su jurisdicción, en coordinación con los comités provinciales y distritales de seguridad ciudadana.
- Realizar el monitoreo, supervisión y evaluación de la implementación de las políticas, planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana, en el ámbito de su respectiva jurisdicción, en concordancia de las políticas nacionales y regionales.
- Realizar por lo menos una consulta pública trimestral para informar sobre las acciones, avances, logros y dificultades en materia de seguridad ciudadana a nivel regional.
- Asesorar a los órganos de ejecución provinciales de sus respectivas circunscripciones territoriales en la coordinación e implementación de las políticas, planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana.
- Coadyuvar a la implementación de los centros de video vigilancia y observatorios regionales de seguridad ciudadana¹⁰.

c. Comités Provinciales de Seguridad Ciudadana (COPROSEC): Es la instancia encargada de articular las relaciones entre las entidades del sector público y privado que forman el SINASEC a nivel provincial, en materia de seguridad ciudadana, y es presidido por el Alcalde Provincial de la respectiva jurisdicción. De acuerdo al Art. 23° del Reglamento de la Ley N° 27933, sus funciones son las siguientes:

¹⁰ Texto extraído del Art. 17° del Reglamento de la Ley N° 27933.

- Aprobar el Plan Provincial de Seguridad Ciudadana (PPSC).
- Estudiar y analizar la problemática de seguridad ciudadana de su jurisdicción, en coordinación con los comités distritales.
- Realizar el monitoreo, supervisión y evaluación de la implementación de las políticas, planes, programas y proyectos en materia de seguridad ciudadana en su provincia.
- Realizar por lo menos una consulta pública trimestral para informar sobre las acciones, logros y dificultades en materia de seguridad ciudadana.
- Asesorar a los órganos de ejecución distritales de sus respectivas circunscripciones territoriales en la coordinación e implementación de las políticas, planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana.
- Coadyuvar a la implementación de los centros de video vigilancia y observatorios provinciales de seguridad ciudadana¹¹.

d. Comités Distritales de Seguridad Ciudadana (CODISEC): Es la instancia encargada de articular las relaciones entre las entidades del sector público y privado que forman el SINASEC a nivel distrital, vinculadas a la seguridad ciudadana, y es presidido por el Alcalde de la respectiva jurisdicción. De acuerdo al Art. 23° del Reglamento de la Ley N° 27933, sus funciones son las siguientes:

- Aprobar el Plan Distrital de Seguridad Ciudadana (PDSC).
- Estudiar y analizar la problemática de seguridad ciudadana de la jurisdicción distrital, en coordinación con el Comité Provincial correspondiente.
- Realizar el monitoreo, supervisión y evaluación de la implementación de las políticas, planes, programas y proyectos en materia de seguridad ciudadana en su distrito.
- Realizar por lo menos una consulta pública trimestral para informar sobre las acciones, avances, logros y dificultades en materia de seguridad ciudadana a nivel distrital.
- Coadyuvar a la implementación de los centros de video vigilancia y observatorios provinciales de seguridad ciudadana.
- Promover el fortalecimiento de capacidades en materia de seguridad ciudadana y fomentar las iniciativas sobre la materia en el ámbito distrital¹².

¹¹ Texto extraído del Art. 23° del Reglamento de la Ley N° 27933.

2.1.2. Gestión Financiera

El Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana, posee un régimen económico vinculado estrechamente al Estado Peruano. Así, según la Ley N° 27933, los órganos de ejecución del SINASEC en el ámbito regional y local son los responsables de programar los recursos que se requieran para el diseño e implementación de las políticas, planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana en sus respectivos niveles de gobierno¹³. Así, la Ley N° 27933 detalla como recursos:

- Aquellos que comprometen a los sectores o instituciones pertenecientes a la Estructura del Sistema, ya que estos lo necesitan para el cumplimiento de las acciones que necesitan realizar.
- Las donaciones o legados que provengan de cooperaciones internacionales, y/o de personas naturales y jurídicas, de acuerdo a las normas legales vigentes.
- Lo que le sea asignado por el Estado Peruano.

En el Anexo 4 se presenta mayor información sobre la organización analizada.

2.1.3. Situación Actual

Para realizar una evaluación adecuada de los procesos que realiza el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana, es necesario identificar cual es la situación actual, en términos de seguridad ciudadana, que enfrenta actualmente el Perú, ya que es este el eje crítico en el que la presente investigación se basará para realizar un adecuado diagnóstico del problema que incrementa los índices de inseguridad en el Perú.

Cada servicio brindado por el sistema presenta sus propios indicadores que miden la situación en la que se encuentran. Sin embargo, existen índices generales que miden la problemática actual, y son aquellos en los que se enfocan las entidades involucradas en el sistema para corroborar el estado del Perú y de las regiones y/o distritos que lo componen.

Para dar un panorama general, se presentarán los dos indicadores más importantes para el sistema estudiado.

¹² Texto extraído del Art. 23° del Reglamento de la Ley N° 27933.

¹³ Según Art. N° 75 de la Ley N° 27933.

a) Victimización

Es un indicador que permite identificar la naturaleza de los hechos delictivos, realizando una medición de la ocurrencia de estos eventos. Para el Perú, se muestra la tendencia del número de denuncias de delitos durante los años 1995 y 2012 en la Figura 2.2.

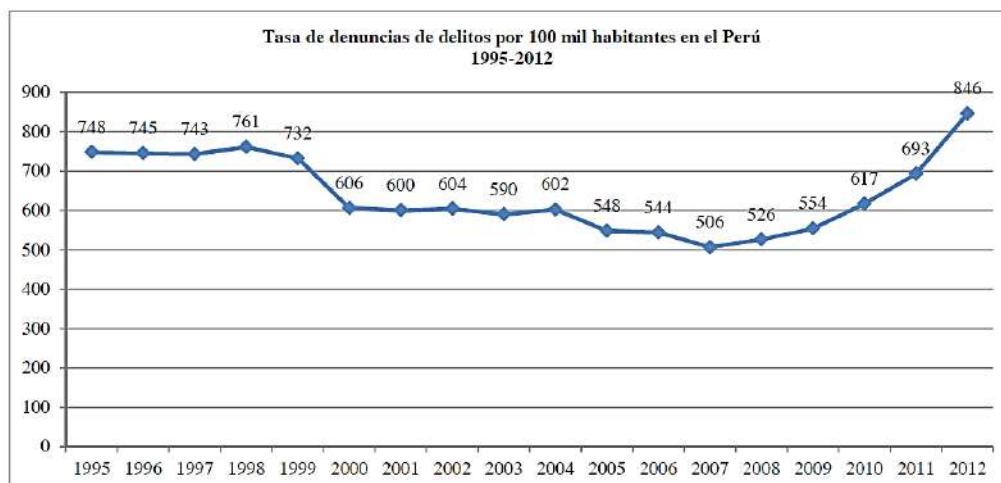


Figura 2.2. Tasa de denuncias de delitos – años 1995 a 2012
Fuente: Presidencia del Consejo de Ministros – PCM (2013).

A partir de la figura 2.2, se puede observar que durante los últimos 5 años analizados hay un incremento en el número de delitos que han sido denunciados, llegando así a 846 denuncias de delitos por 100 mil habitantes en el Perú en el año 2012. Al realizar un análisis de estas cifras, se identifica que la tendencia en crecimiento seguirá prevaleciendo a través de los años, lo cual es un hecho lamentable para la sociedad peruana.

b) Percepción de Inseguridad

Según la Presidencia de Consejo de Ministros – PCM, es un índice que permite determinar el sentir de la población respecto a la seguridad que pueden percibir. Este índice se realiza a través de encuestas en las que se consulta a las personas sobre el temor que sienten frente a la posibilidad de ser víctimas de un delito en el futuro.

De esta manera, el Barómetro de las Américas realizó un gráfico en que se muestra la evolución del porcentaje de percepción de inseguridad de los ciudadanos peruanos, el cual se muestra en la Figura 2.3.

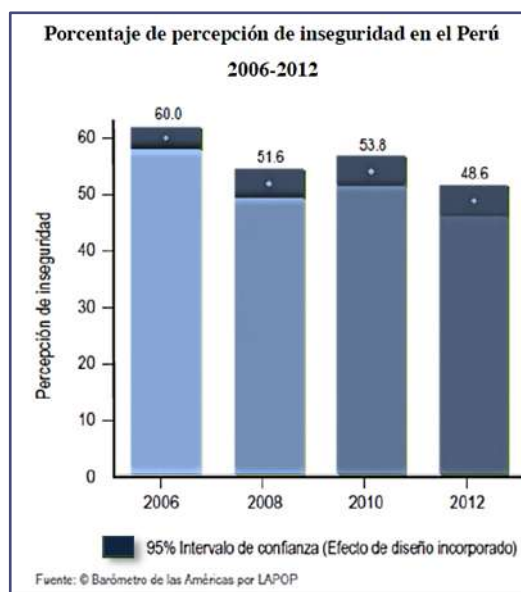


Figura 2.3. Porcentaje de percepción de inseguridad en el Perú 2006-2012
Fuente: Presidencia del Consejo de Ministros – PCM (2013).

A partir de la figura 2.3, se puede observar que a partir del año 2010 hasta el 2012 hay una ligera disminución en el sentir de la población peruana para con la inseguridad que aqueja al país. Sin embargo, como lo manifiesta la Corporación Latinobarómetro (2011), el Perú fue uno de los once países latinoamericanos que el año 2011 consideraban la delincuencia como principal problema.

Tal y como lo muestran los indicadores anteriores, la realidad peruana en términos de seguridad ciudadana es sumamente preocupante, ya que cada vez se escucha más noticias de robos, asaltos a mano armada, secuestros, sicariato, intentos de asesinato, etc., que no sólo perjudican a la persona victimizada sino también a la población en general, debido a que ya no existe la libertad de salir a las calles sin el miedo de sufrir algún tipo de acto delictivo.

Este problema, lamentablemente, se muestra en mayor proporción en distritos pobres y populosos. El estándar de la ONU recomienda que haya un efectivo policial por cada 250 pobladores, sin embargo esta cifra simplemente no es respetada por muchos distritos limeños. Para mencionar los dos distritos más desprotegidos, según Basombrio (2014), se encuentran San Martín de Porres con un policía por cada 2089 habitantes y Santa Anita con un policía por cada 2748 habitantes. Estas cifras son realmente alarmantes, pues refleja la falta de compromiso que tienen las autoridades peruanas en términos de seguridad ciudadana.

El insuficiente servicio policial, genera que el número de delitos se incrementen, especialmente en uno de los distritos más poblados de Lima Metropolitana: San Martín de Porres. La Figura 2.4 muestra la cantidad de delitos que se cometieron por distrito durante el año 2013.

DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS
SJL	11.491	Carabaylo	2.930	Magdalena	1.106	La Punta	83
Ate	7.938	Rímac	2.816	Jesús María	1.021	Sta. María	21
Los Olivos	7.728	VES	2.786	San Isidro	905		
Callao	7.569	Santa Anita	2.719	La Perla	856		
Cercado	6.632	San Borja	2.631	Chaclacayo	728		
Comas	5.973	VMT	2.542	Bellavista	739		
La Victoria	5.251	Miraflores	2.356	Lince	639		
Surco	5.058	Surquillo	2.314	Cieneguilla	472		
Independencia	4.955	Breña	2.223	Lurín	266		
SMP	4.741	Ventanilla	2.164	San Bartolo	194		
El Agustino	3.818	San Luis	1.931	P. Hermosa	123		
SJM	3.649	Barranco	1.727	Punta Negra	111		
San Miguel	3.557	Chosica	1.344	Santa Rosa	104		
Chorrillos	3.205	La Molina	1.209	Pucusana	98		
Puente Piedra	3.127	P. Libre	1.109	Pachacámac	91		

Figura 2.4. Número de denuncias por delitos por distrito limeño en el 2013
Fuente: El Comercio (2014).

Según la figura 2.4, San Martín de Porres registró 4 741 delitos referidos principalmente al patrimonio, contra la vida, el cuerpo y la salud, seguridad pública y contra la libertad, lo cual se refleja claramente debido a la falta de recursos que presenta este populoso distrito.

Esta gran cantidad de denuncias se ve reflejada en la percepción de inseguridad. Según la Municipalidad de San Martín de Porres (2012), el 82.8% de los pobladores del distrito se sienten inseguros al caminar por sus calles (ver Figura 2.5).

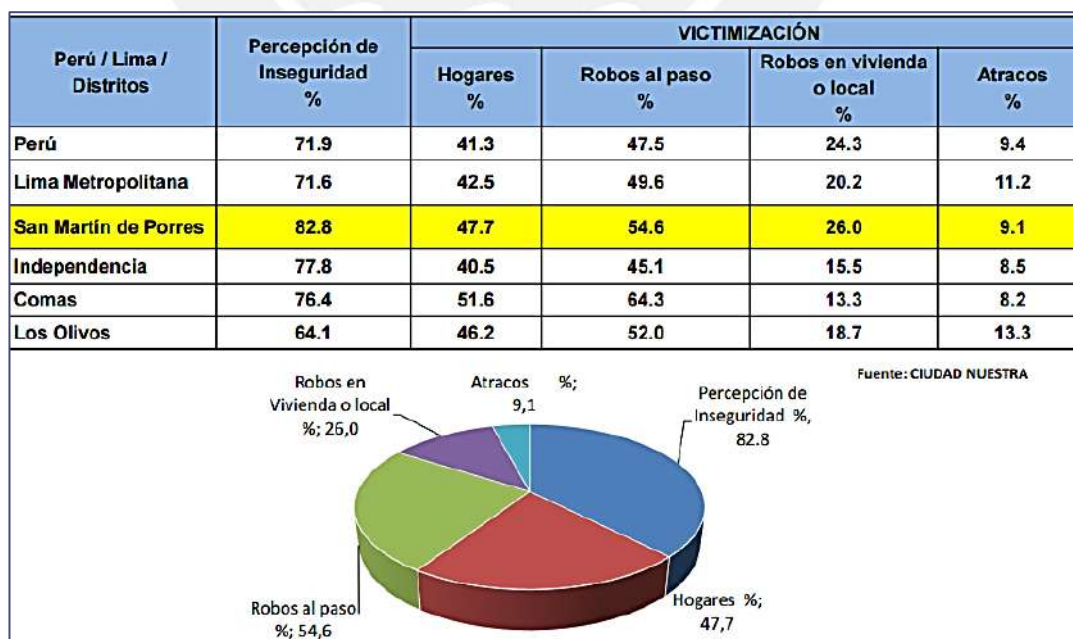


Figura 2.5. Incidencia del delito 2012
Fuente: Municipalidad de San Martín de Porres (2012)

Por otro lado, la falta de seguridad y como consecuencia de lo ya mencionado, la confianza de los ciudadanos hacia las instituciones que velan por la seguridad y la justicia de la población, disminuye cada vez más. La última encuesta de “Ciudad Nuestra” del año 2012, revela que el Serenazgo del distrito posee un 21.8% de confianza, mientras que, según la Municipalidad de San Martín de Porres (2014), la PNP que labora en el distrito tiene un 22%. Estas cifras evidencian que gran parte de los ciudadanos del distrito no confían en sus autoridades y mucho menos se sienten satisfechos con la labor que ejerce cada uno de ellos.

Como los indicadores anteriores lo indican, existe un gran problema que aqueja al Perú: La Inseguridad Ciudadana, y, en especial, al distrito de San Martín de Porres. Este hecho toma suma importancia en la calidad de vida de los ciudadanos, por lo cual es necesario realizar una mejora en el sistema que plantea este distrito en términos de Seguridad Ciudadana. Para ello, será necesario realizar, como primer punto, un diagnóstico de los procesos que desarrolla el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana, ya que es este el sistema encargado de la seguridad ciudadana en el Perú, para determinar la causa raíz del problema y posteriormente plantear contramedidas de solución. Este enfoque no afectará el hecho que se estudie el distrito de San Martín de Porres, ya que como se describió anteriormente este sistema trabaja directamente con los Comités Distritales, lo cual indica que todas estas entidades involucradas presentan los mismos procesos y actividades en los que enfoca el SINASEC.

2.2. Diagnóstico del Servicio

Para realizar la mejora necesaria para el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana (SINASEC) a partir de un modelo de simulación, será necesario realizar un diagnóstico del servicio en general, para identificar los problemas que este presenta y contrarrestarlos mediante la optimización de los procesos que se presentan en este sistema descrito.

2.2.1. Mapeo de Procesos

a) Macro procesos

El SINASEC presenta el mapa de macro procesos detallado en la Figura 2.6.

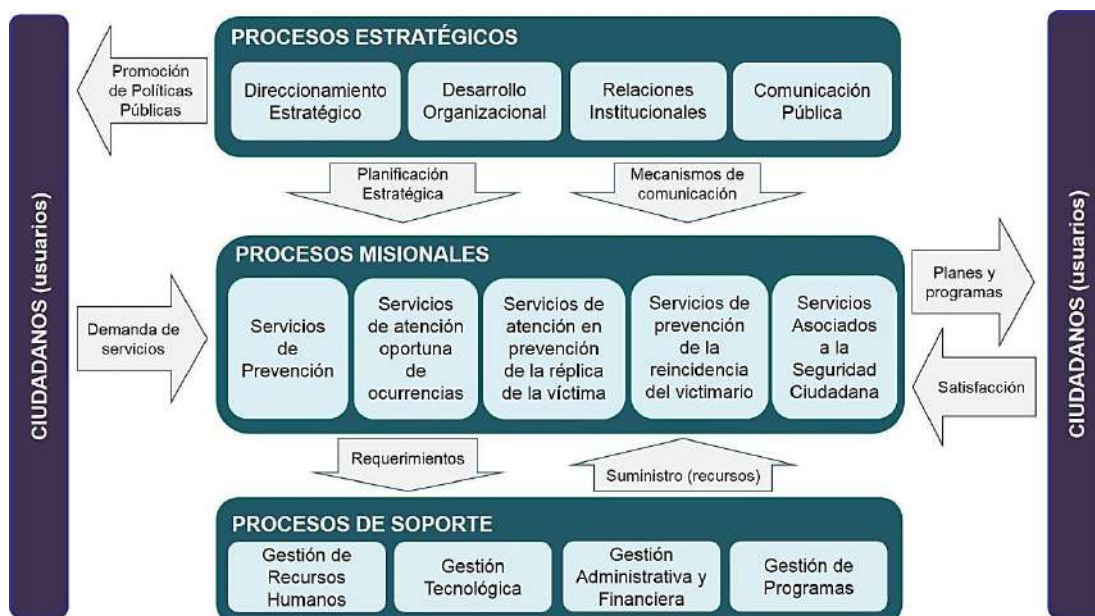


Figura 2.6. Mapa de Macro procesos de SINASEC
Elaboración propia

Es necesario que el SINASEC presente el mapa de macro procesos mostrado en la parte superior, debido a que integra los procesos estratégicos, misionales y de soporte que le permiten desarrollar una adecuada gestión sistémica y enfocada en sus procesos primordiales. Además, como se muestra, necesariamente deben tener una clara interrelación entre ellos de modo que la salida de unos constituya la entrada de otros.

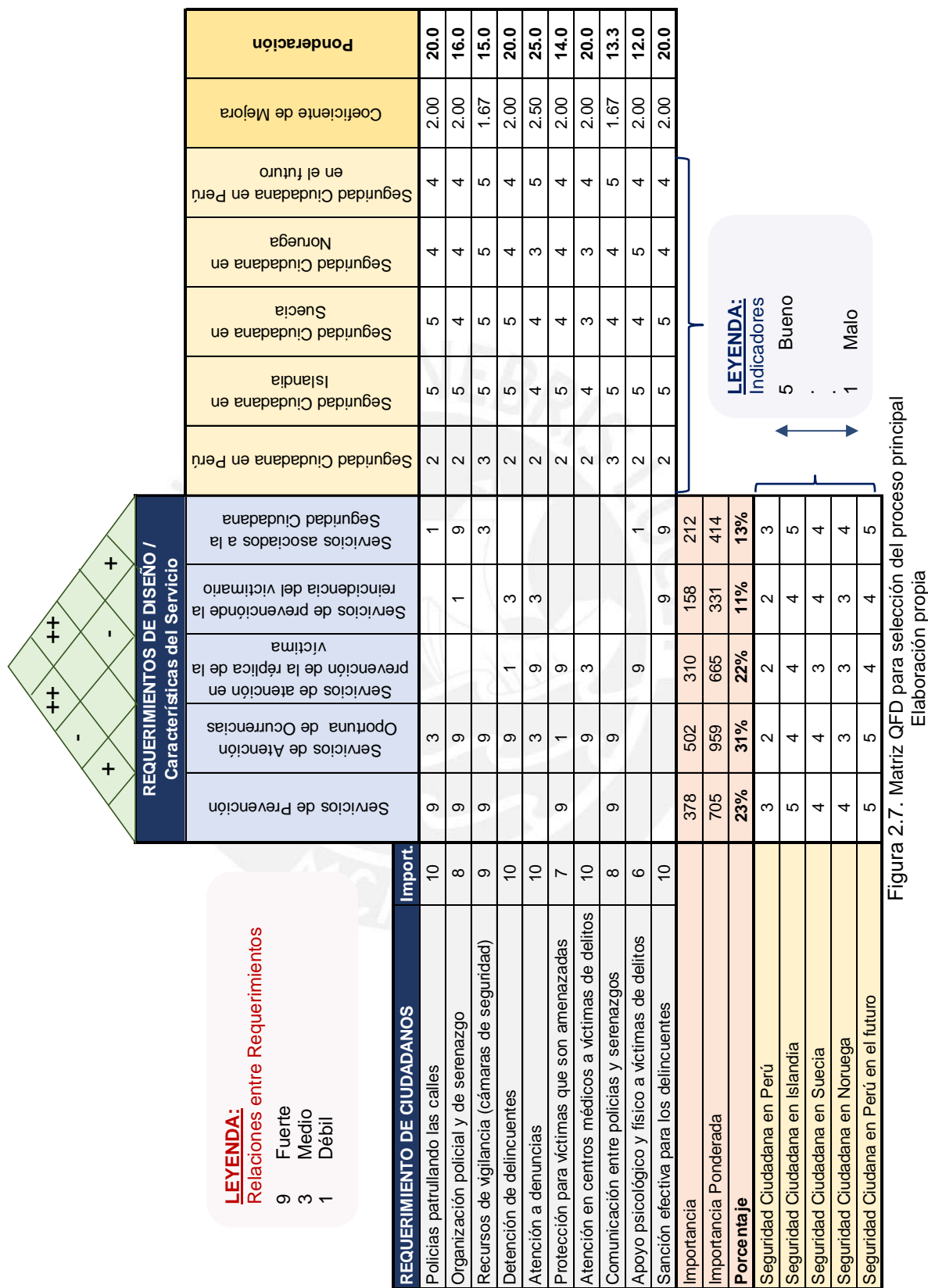
Para el caso de los procesos misionales, el SINASEC define 5 servicios que son interpretados como procesos fundamentales de este sistema:

- **Servicios de Prevención:** Es el proceso que formula acciones a ser tomadas de manera anticipada por cada integrante del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana para evitar que suceda algún acto delictivo. Abarca acciones como el patrullaje constante por parte de la PNP, la vigilancia del Serenazgo de cada distrito con la ayuda de recursos como las cámaras de los sistemas de video vigilancia, la capacitación de juntas vecinales, programas de prevención ante diversos delitos, etc.
- **Servicios de Atención Oportuna de Ocurrencias:** Proceso que manifiesta las acciones que los integrantes del SINASEC deben realizar durante la ocurrencia de un acto delictivo. Abarca acciones como la detención de delincuentes e infractores, la atención en comisarías y en emergencias, y la comunicación en casos de delitos y faltas.

- Servicios de Asistencia a la Víctima y Prevención de su Réplica: Proceso que indica las acciones a realizar por los integrantes del SINASEC después de la ocurrencia de un acto delictivo, y como medio de apoyo hacia las víctimas de estos actos. Abarca acciones como la asistencia física, psicológica y social de las víctimas de violencia y de testigos, y el emprendimiento económico para las víctimas de este tipo de violencia.
- Servicios de Prevención de la Reincidencia del Victimario: Proceso que implica la realización de un acto principal basado en la rehabilitación y reinserción social del victimario para evitar que este vuelva a cometer un acto delictivo. En este caso el miembro del SINASEC encargado de desarrollar esta acción es el Instituto Nacional Penitenciario (INPE).
- Servicios asociados a la Seguridad Ciudadana: Proceso que formula acciones generales a ser tomadas después de la manifestación de un acto delictivo y que deben ser realizadas por los miembros del SINASEC. Abarca acciones como servicios de justicia, generación de información y, asesoría y capacitación en seguridad ciudadana.

A partir del mapa de macro procesos mostrado en la Figura 2.6, es necesario identificar cual es el proceso que tiene mayor repercusión en el sistema estudiado (referido a los procesos misionales). Para lograrlo, será fundamental aplicar una herramienta de selección como la Matriz QFD, la cual se muestra en la Figura 2.7. El procedimiento utilizado para hallar los diversos valores de la matriz, se encuentran explicados en el Anexo 5.1.

Según la Figura 2.7 se puede identificar como proceso principal a los “Servicios de Atención Oportuna de Ocurrencias”, ya que al realizar el análisis de importancia de cada proceso, se observa que el mayor porcentaje lo muestra este servicio (31%), lo cual indica que es el proceso que tiene mayor repercusión para el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana. A continuación, se realizará un análisis más detallado de este proceso seleccionado.



b) Procesos

En la Figura 2.8 se muestran los procesos del primer nivel vinculados al proceso “Servicios de Atención Oportuna de Ocurrencias”.



Figura 2.8. Mapa de procesos de nivel 1.
Elaboración propia

El proceso misional desplegado es el “Servicio de Atención Oportuna de Ocurrencias” para el cual se ha establecido acciones, desde un punto de vista táctico, que permitan lograr el objetivo de mejorar la seguridad ciudadana:

- **Detención de Delincuentes e Infractores:** Se define como la acción que realizan principalmente los miembros del Serenazgo y Policías ante la detección de un acto delictivo, y que tiene como principal objetivo capturar al victimario.
- **Atención de Emergencias en Centros Médicos:** Se define como las atenciones que se darán a las víctimas de un grave acto delictivo que pueda causarles daños como cortes, disparos, etc., y que por lo cual deban ser trasladados de emergencia al centro médico más cercano para su oportuna atención.
- **Atención en Comisarias:** Son aquellas atenciones realizadas por los policías en las comisarías de cada distrito al efectuarse denuncias y/o requerir protección.
- **Comunicación en caso de Delitos y Faltas:** Se define como las comunicaciones que se realiza entre los miembros del SINASEC en el caso del suceso de un acto delictivo que requiera una amplia intervención policial, y que además, necesite una ardua interacción entre estos actores para una correcta detención del victimario.

Para identificar el proceso crítico entre los mostrados en la Figura 2.8, será necesario aplicar una herramienta de selección como la Matriz de Priorización. El Anexo 5.2 muestra el procedimiento necesario para hallar el proceso más importante del sistema.

De esta manera, se identificó como servicio de mayor importancia a la “Detención de Delincuentes e Infractores”, ya que al realizar el análisis de ponderación, se obtuvo que el mayor valor lo tiene este servicio (4.3), ver tabla 5.5 del Anexo 5.2.

c) Actividades

El proceso identificado anteriormente no es complejo en su descripción, por lo no genera subprocesos de 2do. nivel como, tal vez, podría generar otros de los procesos mencionados. Es por ello que se decide realizar directamente el flujograma de actividades que describirá las acciones que se ejecutan en el proceso seleccionado. Este flujo de actividades se muestra en la Figura 2.9.

La entidad definida para el flujograma presentado será el acto delictivo que pueda presentarse; de este modo, el flujo de actividades empezará cuando se detecte un acto delictivo, ya sea con recursos como cámaras de video vigilancia o por patrulleros que estuvieron recorriendo las calles. A continuación, se procederá a clasificar al delito entre si ha sido desencadenado internamente o no.

En el caso que se detecte que el evento ha sido desencadenado internamente, se procederá a clasificar si el acto delictivo fue detectado in fraganti o si estaba suscitado como parte de una investigación. En el caso que hubiera sido detectado in fraganti, el personal ubicado en el local de seguridad que detectó el evento, deberá consultar al superior de esta sede si se efectuará la detención o no. En caso de si realizarse, se procederá a seleccionar al agente que detendrá al sospechoso, por el contrario, la detención el flujo culminará. Si la clasificación del evento indicó haber sido parte de una investigación, se procederá a revisar si el local donde se detectó el delito es una comisaría o no. En caso de no ser una comisaría (por ejemplo un puesto de serenazgo), estos agentes procederán a comunicar sobre el delito a la comisaría más cercana y el flujo culminará; por el contrario, si es una comisaria, se procederá a revisar el informe de investigación y se seleccionará al agente que tendrá el rol de detener al sospechoso.

Por el contrario, si el evento ha sido desencadenado externamente, dependerá de si el local de detección es una comisaría o no. Para el caso de no ser una comisaría, los agentes procederán a comunicar sobre el delito a la comisaría más cercana y el flujo culminará; de lo contrario, si es una comisaría, se procederá a realizar una revisión de la orden policial u otro documento, para, luego, seleccionar al agente que tendrá la función de detener al sospechoso.

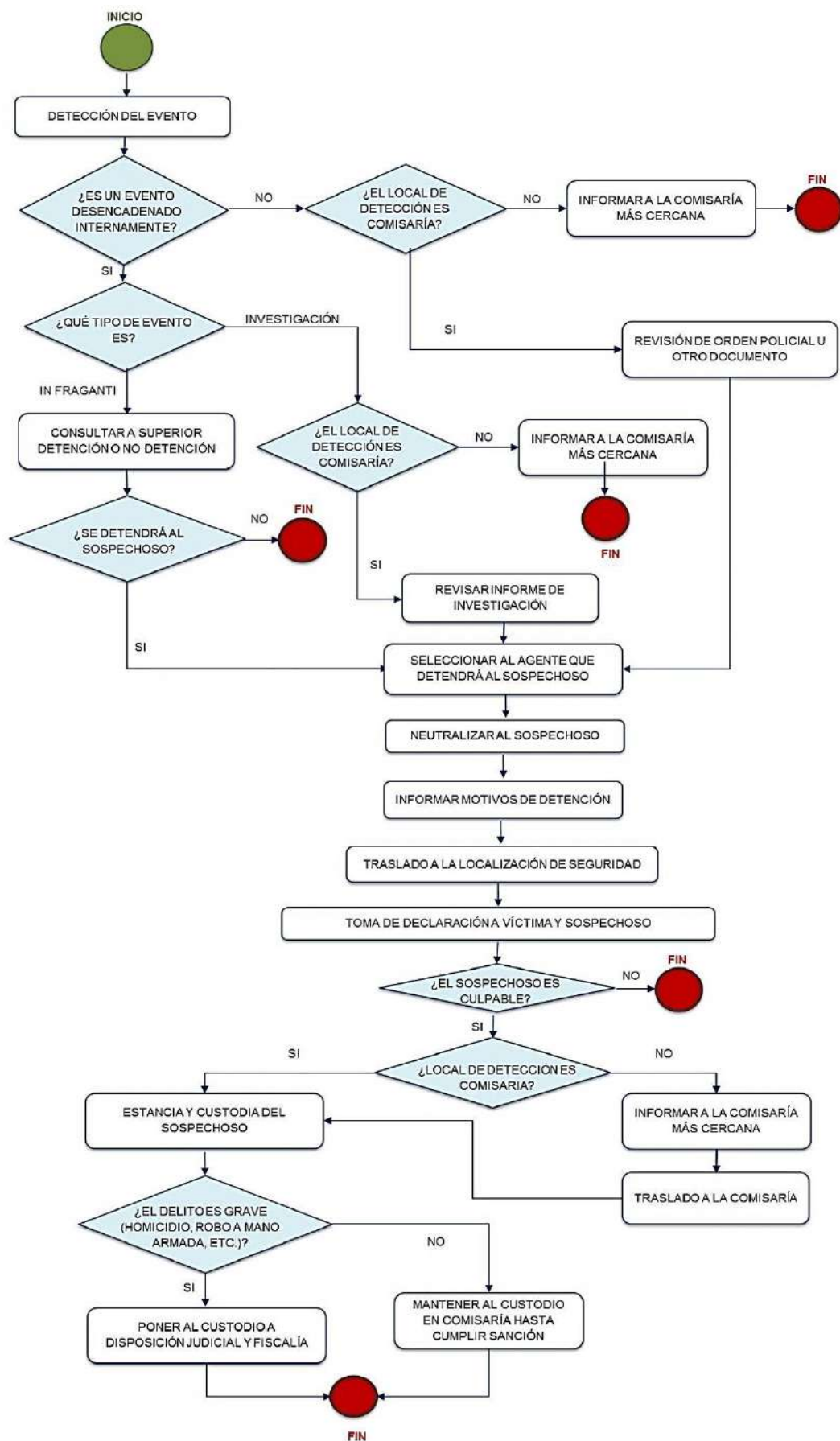


Figura 2.9. Flujograma de la Detención de Delincuentes e Infractores.
Elaboración propia

Posteriormente a la selección del agente, para ambos casos, este procederá a neutralizar al sospechoso, informarle sobre los motivos de la detención, trasladarlo al local de seguridad donde se detectó el delito y tomar las declaraciones del victimario y víctima, para luego realizar un registro de este acto delictivo para realizar posteriores informes. A continuación, se clasificará el evento dependiendo del local de detección; si este es una comisaría se procederá a custodiar al sospechoso; en el caso contrario, se informará a la comisaría más cercana y se trasladará al sospechoso hacia esas instalaciones para que los policías custodien al victimario.

Una vez que el sospechoso se encuentre en la comisaría, se hará una clasificación del delito entre si es grave o no. En caso de ser grave se procederá a poner al custodio a disposición judicial y fiscalía, terminando el flujo; de lo contrario, los policías mantendrán al custodio en la comisaría hasta cumplir su sanción.

2.2.2. Gestión de Indicadores

El proceso principal “Detención de Delincuentes e Infractores”, tal y como se mostró en el flujograma presentado anteriormente, presenta una serie de actividades que deben ser evaluadas para definir el problema principal de este proceso crítico. Estas son:

- Detección el evento
- Serenazgos informen a comisaría más cercana
- Consulta a superior sobre detención
- Revisión de orden policial u otros documentos
- Selección de agente que detendrá al sospechoso
- Neutralizar al sospechoso
- Traslado a local de seguridad
- Registros de las declaraciones de víctima y sospechoso
- Poner a disposición judicial y fiscalía

Para esas actividades, es necesario plantear indicadores que permitan realizar una evaluación sobre el desempeño de las autoridades en cada una de estas. En este sentido, se muestra una tabla (Tabla 2.1) donde se detalla los indicadores para cada actividad, así como los datos que han sido recopilado de los distintos planes de seguridad que han sido publicados a los largo de la creación del SINASEC.

ACTIVIDADES	NECESIDAD	FÓRMULA	INDICADOR META 2015	DATOS HISTÓRICOS					
				2010	2011	2012	2013	2014	2015
Detección el evento	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de comenzar el flujo de detención de un delincuente correctamente. Para medir esta actividad, se emplea mayormente la cantidad de denuncias realizadas, el porcentaje de victimización de los ciudadanos y la cantidad de personas que perciben vigilancia en sus alrededores.	$n = \frac{\text{Personas que realizan denuncias}}{\text{Total de personas victimas de un delito}}$	40%	15.9%	12.7%	12.3%	13.3%	13.7%	13.3%
		$n = \frac{\text{Personas víctimas de un delito}}{\text{Total de personas que fueron estudiadas}}$	25%	33.1%	40.0%	36.6%	35.9%	30.5%	30.8%
		$n = \frac{\text{Personas que perciben vigilancia}}{\text{Total de personas que fueron estudiadas}}$	70%	47.7%	50.3%	51.9%	44.6%	43.3%	40.5%
Serenzagos informen a comisaría más cercana	Esta actividad detalla la información que proporcionan los serenzagos hacia la policía ante un acto delictivo de mayor envergadura. Se toma en cuenta el tiempo estimado en que realizan esta comunicación para poner en alerta a las comisarías.	$n = \frac{\text{Tiempo real para comunicar el incidente}}{\text{Tiempo estimado de comunicación}}$	100%	n.d.	n.d.	n.d.	184.0%	175.0%	163.0%
		$n = \frac{\text{Comisarías y serenzagos interconectados}}{\text{Total comisarías y serenzagos en la región}}$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Consulta a superior sobre detención	Esta actividad detalla la correcta relación y comunicación entre los agentes. En este caso, se mide el porcentaje de sedes que tiene inteligencia fortalecida.	$n = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de sedes con inteligencia fortalecida}}{\text{Total de sedes implementadas por región}}$	80%	n.d.	n.d.	72.0%	60.0%	58.0%	n.d.
Revisión de orden policial u otros documentos	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de monitorear y seguir con lo planificado respecto a actos delictivos que fueron descubiertos mucho tiempo antes.	$n = \frac{\text{Intervenciones policiales sistematizadas}}{\text{Total de intervenciones policiales}}$	65%	34.0%	47.0%	38.0%	42.0%	49.0%	37.0%
Selección de agente que detendrá al sospechoso	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de capacitar al personal de serenzago o policial en la detención de los delincuentes.	$n = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de agentes capacitados}}{\text{Total agentes que participan en la región}}$	80%	n.d.	n.d.	36.0%	30.0%	46.0%	43.0%
Neutralizar al sospechoso	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de capturar al sospechoso del acto delictivo, para lo cual se utilizan un indicador de medición sobre el número de operativos.	$n = \text{número de operativos policiales}$	88,357	n.d.	52,836	51,080	57,025	54,923	62,911
Traslado a local de seguridad	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de llevar al sospechoso hacia la sede de seguridad donde se detectó el delito.	$n = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de traslados sin inconvenientes}}{\text{Total de traslados de delincuentes}}$	92%	n.d.	n.d.	42.0%	47.0%	43.0%	n.d.
Registros de las declaraciones de víctima y sospechoso	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de tomar correctas declaraciones de la víctima y del sospechoso. Para ello, se emplea indicadores como la percepción de un ciudadano sobre la inseguridad y, el porcentaje de delitos denunciados con resultado positivos.	$n = \frac{\text{Personas que perciben inseguridad}}{\text{Total de personas de 15 años a más}}$	40%	79.2%	86.2%	84.9%	87.6%	85.8%	88.4%
		$n = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ denuncias con resultados positivos}}{\text{n}^{\circ} \text{ de denuncias registrados}}$	83%	n.d.	58.0%	64.0%	61.0%	68.0%	72.0%
Poner a disposición judicial	Es la última actividad del flujoograma descrito en cual se evalúa lo que realiza una instancia mayor a la policial realiza con los delincuentes que han sido capturados. En este sentido se mide la reinserción social o el sistema penitenciar al cual accederá el custodio.	$n = \text{n}^{\circ} \text{ de delincuentes reinseritados socialmente}$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		$n = \frac{\text{Personas reingresantes a penales}}{\text{Total de personas que ingresan a penales}}$	25%	n.d.	35.1%	30.5%	47.0%	39.4%	38.3%

Tabla 2.1. Indicadores por actividad del proceso crítico.
Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 2.1, todos los indicadores están por debajo del valor meta. Para este caso, se realiza la Tabla 2.2¹⁴ donde se especifica el porcentaje que le falta al indicador del 2015 para llegar al valor meta programado.

ACTIVIDADES	INDICADOR (FÓRMULA)	INDICADOR META 2015	DATOS HISTÓRICOS	% DE DEFICIT
			2015	
Registros de las declaraciones de víctima y sospechoso (1)	$n = \frac{\text{Personas que perciben inseguridad}}{\text{Total de personas de 15 años a más}}$	40%	88.4%	-121.0%
Detección el evento (1)	$n = \frac{\text{Personas que realizan denuncias}}{\text{Total de personas victimas de un delito}}$	40%	13.3%	66.8%
Serenazgos informen a comisaría más cercana (1)	$n = \frac{\text{Tiempo real para comunicar el incidente}}{\text{Tiempo estimado de comunicación}}$	100%	163.0%	-63.0%
Poner a disposición judicial (1)	$n = \frac{\text{Personas reingresantes a penales}}{\text{Total de personas que ingresan a penales}}$	25%	38.3%	-53.2%
Selección de agente que detendrá al sospechoso	$n = \frac{\text{Nº de agentes capacitados}}{\text{Total agentes que participan en la región}}$	80%	43.0%	46.3%
Revisión de orden policial u otros documentos	$n = \frac{\text{Intervenciones policiales sistematizadas}}{\text{Total de intervenciones policiales}}$	65%	37.0%	43.1%
Detección el evento (2)	$n = \frac{\text{Personas que perciben vigilancia}}{\text{Total de personas que fueron estudiadas}}$	70%	40.5%	42.1%
Neutralizar al sospechoso	$n = \text{número de operativos policiales}$	88,357	62,911	28.8%
Detección el evento (3)	$n = \frac{\text{Personas víctimas de un delito}}{\text{Total de personas que fueron estudiadas}}$	25%	30.8%	-23.2%
Registros de las declaraciones de víctima y sospechoso (2)	$n = \frac{\text{nº denuncias con resultados positivos}}{\text{nº de denuncias registrados}}$	83%	72.0%	13.3%
Serenazgos informen a comisaría más cercana (2)	$n = \frac{\text{Comisarías y serenazgos interconectados}}{\text{Total comisarías y serenazgos en la región}}$	n.d.	n.d.	
Consulta a superior sobre detención	$n = \frac{\text{nº de sedes con inteligencia fortalecida}}{\text{Total de sedes implementadas por región}}$	80%	n.d.	
Traslado a local de seguridad	$n = \frac{\text{nº de traslados sin inconvenientes}}{\text{Total de traslados de delincuentes}}$	92%	n.d.	

Tabla 2.2. Porcentajes de déficit de los indicadores.
Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 2.2 hay indicadores que muestran grandes deficiencias respecto a los valores meta que han sido determinados. Por ello, se considera necesario realizar un mejor análisis utilizando Fichas Indicador para aquellas actividades que presentan mayores problemas. Estas fichas se muestran en el Anexo 5.3.

¹⁴ Cabe destacar que para algunas actividades se desprenden dos o tres indicadores, por ello en la Tabla N° 2.2 se observa (1), (2) o (3) para indicar que es 1er, 2do y 3er indicador.

A partir de las fichas indicador analizadas en el Anexo 5.3, se puede observar que los indicadores analizados se encuentran, mayormente, en un inadecuado nivel respecto al valor meta (área roja de cada gráfico). Este déficit, ocasiona inconvenientes debido a los problemas que cada indicador origina (ver tabla 2.3).

INDICADOR	PROBLEMA
Alta percepción de Inseguridad Ciudadana	Baja confianza en las autoridades que garantizan seguridad ciudadana
Baja cantidad de personas que realizan denuncias	Temor por parte de los ciudadanos para realizar las denuncias correspondientes
Gran cantidad de reingresantes a penales o cárceles	Reincidencia de delincuentes al cometer actos delictivos
Mínima cantidad de agentes capacitados para intervención de delincuentes	Falta de capacitación para policías y serenazgos
Poca percepción de los sistemas de vigilancia en las localidades	Mínima cantidad de recursos de vigilancia para las localidades
Mínima cantidad de operativos policiales en las calles	Mala distribución de policías en las diversas localidades
Gran cantidad de personas que fueron víctimas de un delito	Delincuentes “suelos” por las calles
Mínima cantidad de denuncias que fueron resueltas	Poca intervención de los policías en las denuncias realizadas

Tabla 2.3. Problemas derivados del proceso crítico.
Elaboración propia

2.2.3. Análisis y Priorización de problemas

En el acápite anterior se identificó los principales problemas del proceso principal “Detención de Delincuentes e Infractores”, para los cuales se realizará la priorización dependiendo del presupuesto que ha sido destinado por el gobierno (S/ S/. 8,746 miles¹⁵ en total para seguridad ciudadana), para solucionar cada uno de ellos conforme al porcentaje de total de presupuesto que cada uno de ellos necesita para su solución¹⁶. Esta cantidad destinada se encuentra en la Tabla 2.4.

Los problemas que se presentan en el proceso principal generan gran malestar en la ciudadanía, ya que muchos desencadenan un mayor índice de delincuencia. Siendo así, y según la tabla 2.4, se observa que la gran mayoría de personas considera que hay una cantidad mínima de recursos de vigilancia para las localidades¹⁷, seguido de una mala distribución de policías en las diversas localidades.

¹⁵ El Comercio. “Presupuesto para seguridad aumentó en 82% en cinco años” (2015).

¹⁶ MEF. “Guía de Orientación al ciudadano - Proyecto de presupuesto 2014” (2013).

¹⁷ Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2013-2018. Pág. 49.

PROBLEMA	CÓDIGO	PRESUPUESTO (miles S/)
Mínima cantidad de recursos de vigilancia para las localidades	A	S/. 1,836.66
Mala distribución de policías en las diversas localidades	B	S/. 1,486.82
Delincuentes “suelos” por las calles	C	S/. 1,399.36
Reincidencia de delincuentes al cometer actos delictivos	D	S/. 1,049.52
Baja confianza en las autoridades que garantizan seguridad ciudadana	E	S/. 962.06
Poca intervención de los policías en las denuncias realizadas	F	S/. 612.22
Temor por parte de los ciudadanos para realizar las denuncias correspondientes	G	S/. 349.84
Falta de capacitación para policías y serenazgos	H	S/. 262.38

Tabla 2.4. Valorización de problemas
Elaboración propia

Utilizando el Diagrama de Pareto de la figura 2.10 se concluye que la mínima cantidad de recursos de vigilancia, la mala distribución de policías en las localidades, los delincuentes “suelos” por las calles y la reincidencia de los delincuentes al cometer actos delictivos son los problemas que acaparan el 80% del presupuesto destinado para seguridad ciudadana.

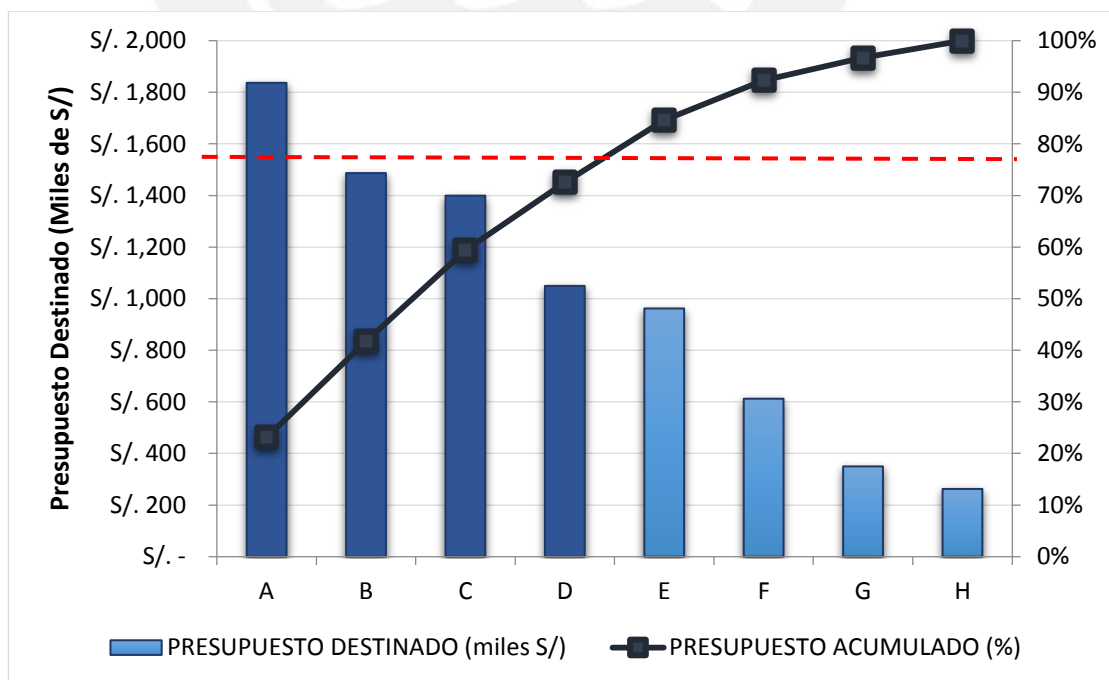


Figura 2.10. Diagrama de Pareto para priorización de problemas.
Elaboración propia

2.2.4. Determinación y priorización de las causas

Para determinar las causas que originan los 4 principales problemas del proceso “Detención de Delincuentes e Infractores” (ver tabla 2.4), se considera necesario realizar cuatro Diagramas de Ishikawa según parámetros del Anexo 5.4.

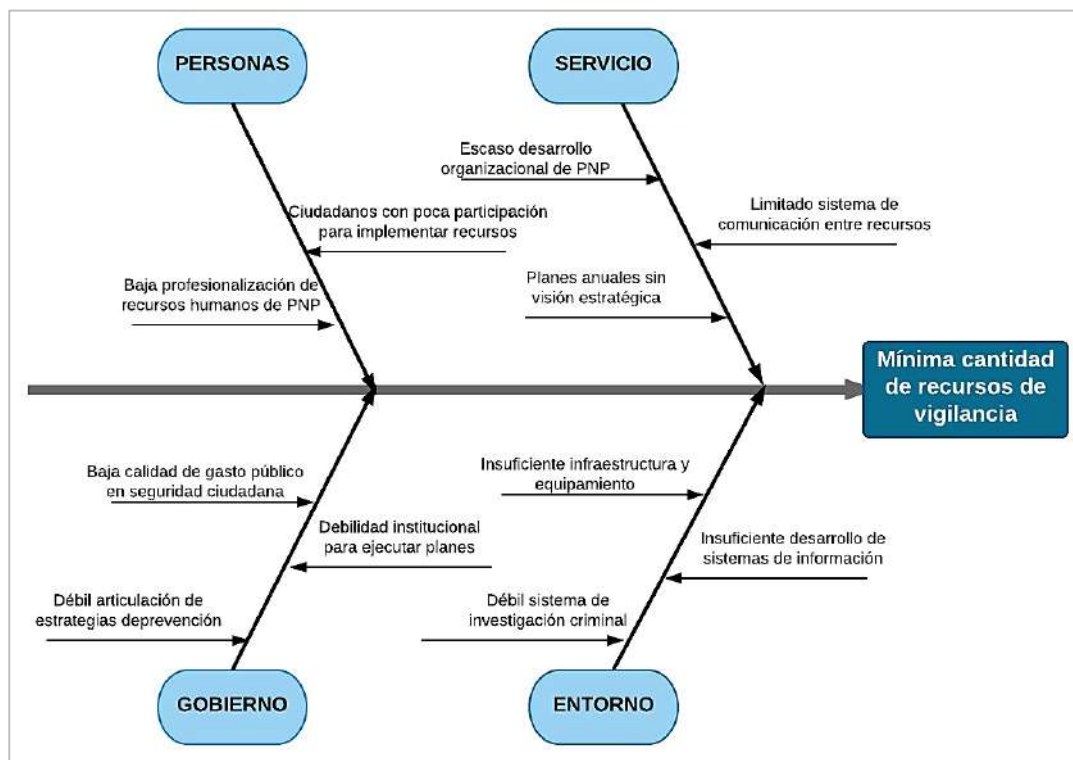


Figura 2.11. Diagrama Ishikawa del primer problema.



Figura 2.12. Diagrama Ishikawa del segundo problema.

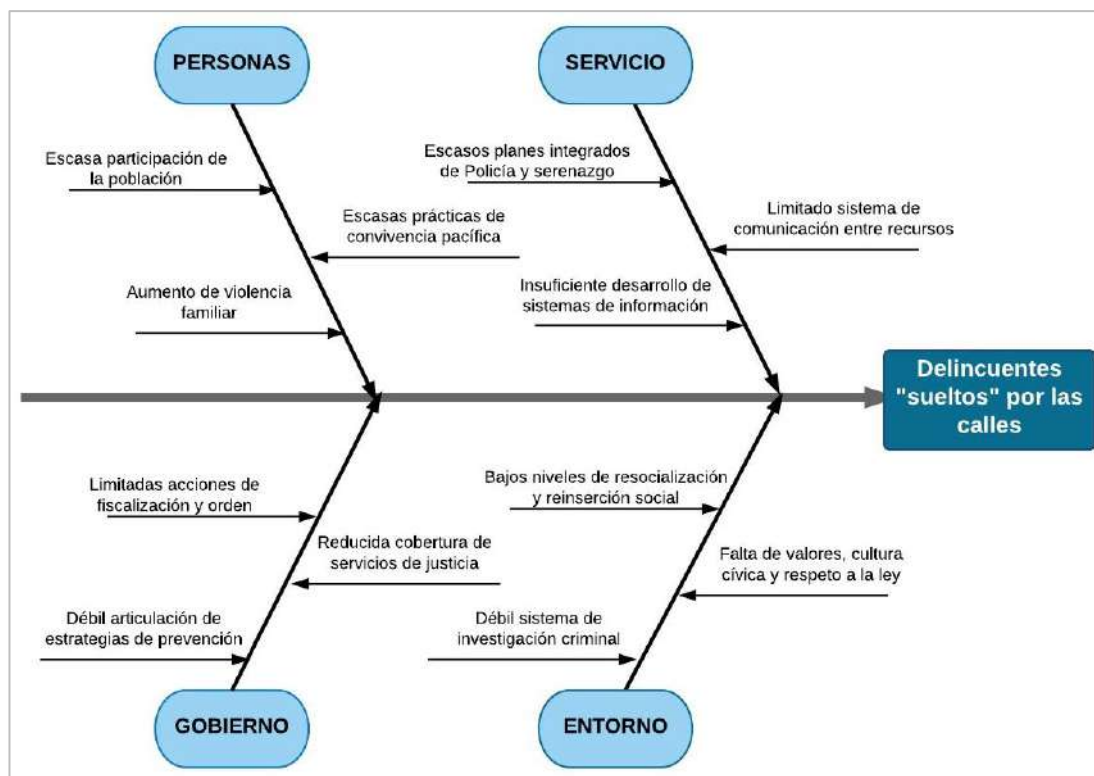


Figura 2.13. Diagrama Ishikawa del tercer problema.
Elaboración propia

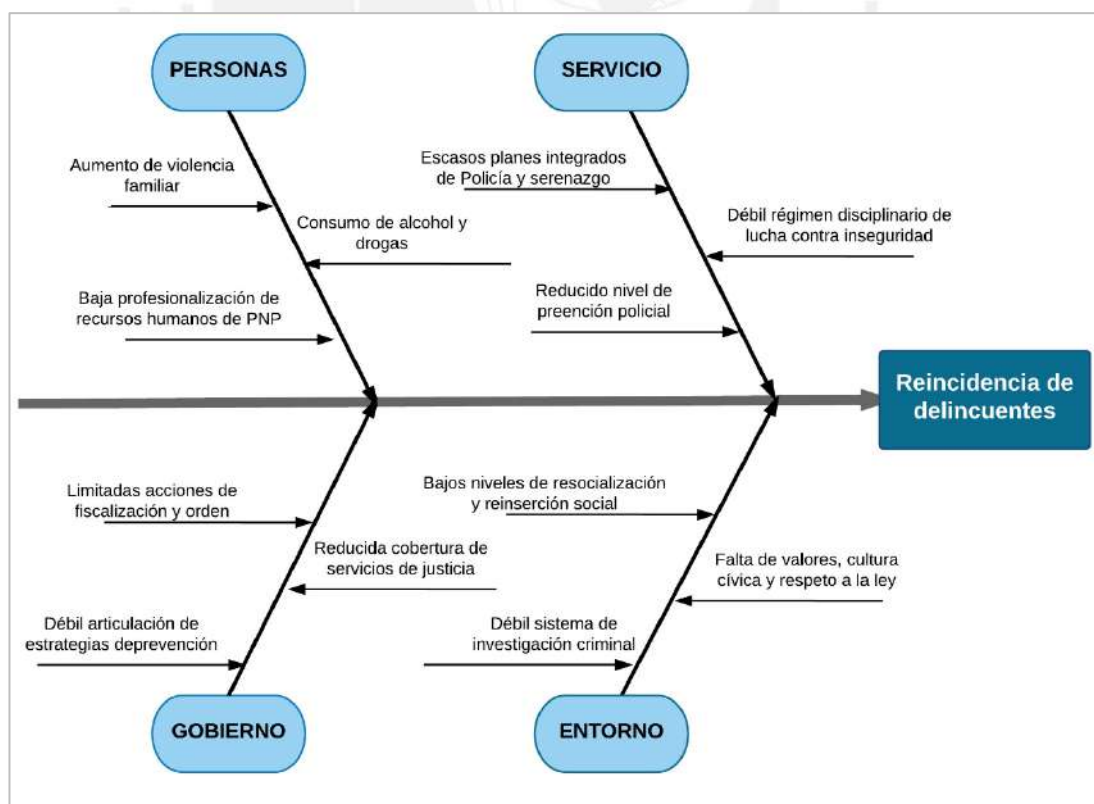


Figura 2.14. Diagrama Ishikawa del cuarto problema.
Elaboración propia

Utilizando la Matriz de Priorización de la Tabla 5.6 en el Anexo 5.4, se determina que el escaso desarrollo organizacional de la PNP y la insuficiente infraestructura y equipamiento son causas principales de la mínima cantidad de recursos de vigilancia (problema 1) y de la mala distribución de policías (problema 2). Además que la débil articulación de estrategias de prevención es una causa común para los cuatro problemas observados.

Análisis de las causas

A modo de realizar un análisis más detallado de las causas que fueron identificadas en el acápite anterior, será necesario utilizar la herramienta de los Cinco Por qué, para identificar la causa raíz de cada problema. A continuación se muestra la aplicación de esta herramienta para las dos primeras causas identificadas, la tercera causa analizada se muestra en el Anexo 5.3 (figura 5.9).

El desarrollo organizacional de la Policía Nacional del Perú (PNP) se basa en las delimitaciones que ejecuta el Ministerio del Interior; lamentablemente muchas de estas involucran otros temas que no están vinculados a la seguridad ciudadana. Esta mala priorización por la seguridad ciudadana ocasiona que la organización de los efectivos sea totalmente ineficiente; ver figura 2.15.

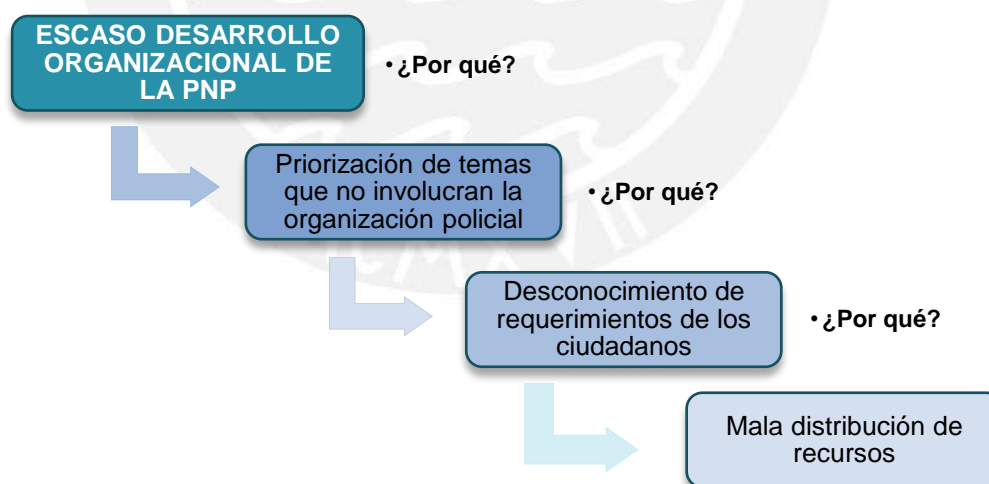


Figura 2.15. Aplicación de Cinco Por qué a la 1era. causa
Elaboración propia

El caso de la insuficiente infraestructura y equipamiento se deriva de la mala distribución del presupuesto nacional, puesto que es poco probable que se pueda implementar equipos que ayuden a combatir la inseguridad ciudadana cuando no se posee los recursos financieros necesarios para poder subvencionarlos; ver figura 2.16.

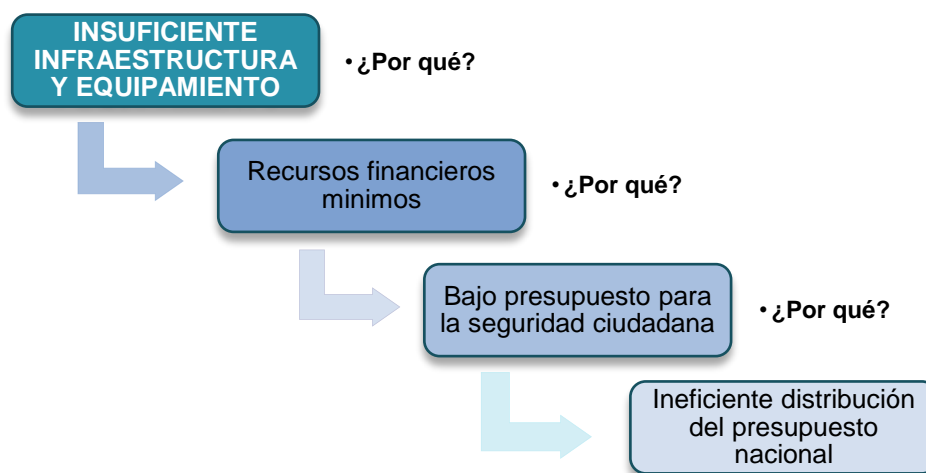


Figura 2.16. Aplicación de Cinco Por qué a la 2da. causa
Elaboración propia

2.2.5. Planteamiento de Contramedidas

Como parte de la mejora del proceso crítico, será necesario analizar y proponer distintas alternativas que permitan erradicar o reducir las causas raíces, de modo que el problema macro no puede darse.

Como primer punto, se debe mejorar la distribución de los recursos necesarios para combatir la inseguridad ciudadana, ya que esto genera un gran descontento en los ciudadanos. Para ellos, se proponen dos alternativas de solución:

- Diseñar un mapa de distribución adecuado y eficiente de los recursos humanos y tecnológicos, que considere los requerimientos de los ciudadanos respecto a la seguridad ciudadana.
- Utilizar la herramienta DMAIC¹⁸ con el fin de mejorar el proceso actual en base a una adecuada recolección de datos y en la minimización de aquellos errores que puedan darse en el proceso crítico.

Por otro lado, se tiene las causas raíces referentes al poco incentivo en los recursos humanos que velan por la seguridad, y la ineficiente distribución del presupuesto nacional. Para ellas, se proponen dos contramedidas:

- Implementar un programa de distribución del presupuesto nacional, el cual pueda determinar cuál el monto necesario para seguridad ciudadana.
- Realizar capacitaciones y programas que brinden un soporte a los efectivos policiales y serenazgo, para su mayor comodidad y un correcto desempeño.

¹⁸ Herramienta aplicada en Six Sigma, dedicada a la mejora continua de procesos.

Para priorizar y definir cuáles son las contramedidas más adecuadas, se utilizará el método del Ranking de Factores (ver tabla 2.5 y 2.6).

CRITERIOS DE SELECCIÓN				FACTOR DE PONDERACIÓN
F	Facilidad de implementación			1
	1: Muy difícil	2: Difícil	3: Fácil	
A	Afecta a otras áreas su implementación			5
	1: Sí	3: Medio	5: Nada	
C	Mejoramiento de la calidad			6
	1: Poco	3: Medio	5: Mucho	
T	Tiempo que implica implementarlo			4
	1: Largo plazo	2: Medio plazo	3: Corto plazo	
I	Inversión requerida			2
	1: Alta	3: Media	5: Poca	
S	Nivel de seguridad en el servicio			3
	1: Poco	3: Medio	5: Alta	

Tabla 2.5. Criterios y factores de ponderación FACTIS
Fuente: Aceros Arequipa

	F	A	C	T	I	S	
CONTRAMEDIDAS	Facilidad para implementar contramedida	Implementación afecta a otras áreas	Mejoramiento de la calidad	Tiempo de Implementación	Inversión requerida	Seguridad	TOTAL
Mapa de distribución de recursos	3	5	5	2	3	5	87
Herramienta DMAIC	2	3	5	2	3	5	76
Programa de distribución de presupuesto	2	1	5	3	3	3	64
Capacitaciones y programas de soporte	3	3	3	3	5	5	73

Tabla 2.6. Ranking de Factores para contramedidas

A partir del análisis realizado con la matriz FACTIS, se concluye que la mejora del proceso en mención será realizada a través de una redistribución de los recursos humanos y materiales (policías, serenazgos, servicios de comisaría, etc.) que velan por la seguridad ciudadana. Este diseño se obtendrá utilizando un modelo de simulación de eventos discretos con la finalidad de aumentar, reducir o redistribuir los recursos mencionados, centrándose en el proceso principal “Detención de Delinquentes e Infractores” y en los requerimientos de los ciudadanos del distrito de San Martín de Porres. Adicionalmente, se realizará una evaluación económica de esta implementación para evaluar los riesgos financieros que podría ocasionar al presupuesto del distrito.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA

El tercer capítulo desarrollará la propuesta de mejora para el proceso principal “Detención de Delincuentes e Infractores”, debido a que la mayor cantidad de problemas que presenta el sistema estudiado, se concentran en este proceso. Por otro lado, el análisis de este proceso se realizará para el distrito de San Martín de Porres, zona que fue descrita como con aquella que presenta mayores problemas de inseguridad ciudadana en Lima Metropolitana.

La propuesta de mejora consiste en determinar la distribución adecuada (aumentar, reducir o redistribuir) de los recursos de seguridad ciudadana en el distrito de San Martín de Porres, tales como: policías, serenazgos, personal de atención en comisarias y patrulleros. De este modo, y debido a que dicha mejora involucra una gran cantidad de variables, se diseñará un modelo de simulación de eventos discretos, utilizando Arena Simulation Software, para analizar el proceso en sí, y tomar las decisiones adecuadas sobre la redistribución de recursos necesaria.

En un inicio, se definirán las variables a utilizar para este modelo y así realizar un análisis de datos que permitan definir parámetros y distribuciones que sean aplicables al sistema estudiado. Luego, se desarrollará y validará el modelo de simulación propuesto para, finalmente, evaluar las diversas mejoras de distribución de recursos que hayan sido halladas a partir de la optimización del modelo de simulación elaborado.

3.1. Definiciones

Para que el modelo de simulación a desarrollar sea el correcto, es necesario que sea construido a partir de ciertos elementos (variables, recursos, entidades, etc.) que permitan un mejor entendimiento del flujo de información. Estos, deben permitir que las actividades que realiza el sistema estudiado, sean fácilmente entendibles y posean una correcta relación entre ellos, de modo que no se pierda la esencia del proceso en sí.

En esta sección se describirán los recursos, entidades y sus atributos, variables, posibles fallas que pueden ocurrir con los recursos, y aquellas presunciones o supuestos que serán considerados para el desarrollo del modelo de simulación a evaluar.

3.1.1. Recursos

Los recursos, o también llamadas entidades estáticas, son aquellos elementos del sistema que brindan servicios a las entidades dinámicas, para que ellas puedan realizar las actividades requeridas por el sistema analizado.

Para el sistema a modelar, se utilizará la cantidad total de recursos que posee el distrito de San Martín de Porres, valores que fueron extraídos del Plan de Seguridad Ciudadana 2016¹⁹ realizado por el mismo distrito (ver tabla 3.1).

RECURSO	CANTIDAD	NOMBRE EN EL MODELO	SERVICIO
Policías	309	Policia	Son personas que brindan servicio de seguridad y son designadas por el gobierno.
Agentes del Serenazgo	188	Sereno	Personas que brindan servicio de seguridad y son designadas por el distrito.
Personas encargadas de comisaría	27	Encargado_Comisaria	Personas que atienden denuncias en las comisarías.
Carros patrulleros	50	Patrullero	Medio de transporte que puede trasladar policías y delincuentes.
Motos	22	Moto	Medio de transporte que traslada a máximo dos policías.

Tabla 3.1. Recursos de Seguridad Ciudadana de S.M.P.
Elaboración propia

Sin embargo, cabe acotar que la Municipalidad de San Martín de Porres y el SINASEC han dividido al distrito en 9 sectores- el plano del distrito con los sectores mencionados se muestra en el Anexo 6- según la jurisdicción que tiene cada comisaría aledaña a este, en caso de presentarse un delito. Debido a esta división, el modelo de simulación será uno solo pero, igual que el distrito estudiado, se dividirá en los 9 sectores mencionados, generando así el sistema actual que emplea el distrito para la distribución de sus recursos. La distribución actual de los recursos por sector se muestra en la tabla 3.2.

¹⁹ El Plan Local de Seguridad Ciudadana 2016, es un documento donde se especifica todas las acciones que realizará la municipalidad del distrito en conjunto con la Policía Nacional del Perú, para mejorar el sistema de seguridad. Este plan es actualizado cada año.

SECTOR	POLICIA			SERENAZGO		MEDIOS TRANSPORTE	
	PERSONAL COMISARÍA	PATRULLAJE	POLICIAS EN CALLES	SERENOS EN CALLES	PATRULLAJE	PATRULLEROS	MOTOS
PRO	3	9	19	16	3	6	2
LAURA CALLER	3	9	16	16	3	4	2
SOL DE ORO	3	9	22	19	3	6	2
INDEPENDENCIA	3	9	22	19	3	5	2
SANTA LUZMILA	3	9	19	13	3	7	2
SAN MARTÍN DE PORRES	3	9	19	16	3	5	3
CONDEVILLA SEÑOR	3	9	16	13	3	7	3
BARBONCITOS	3	9	19	13	3	6	3
INGUNZA	3	9	16	13	3	4	3

Tabla 3.2. Recursos de por sector de S.M.P.
Elaboración propia

3.1.2. Entidades Dinámicas

Las entidades dinámicas son aquellas que siguen el recorrido por las actividades descritas en el sistema, y son las que reciben los servicios de los recursos descritos anteriormente. Para este modelo, serán 3:

- El evento delictivo, el cual generará el inicio del flujo de actividades;
- El sospechoso o delincuente capturado, el cual genera el delito; y
- El motivo de la detención, que será brindado al encargado de la comisaría, cuando ya se encuentren en el local de la jurisdicción²⁰.

3.1.3. Atributos

Los atributos son un tipo de variable local que describen a las entidades a utilizar en el modelo de simulación. La tabla 3.3 detallará los atributos a considerar, además de sus conceptos y valores permisibles.

²⁰ El local de la jurisdicción se refiere a la comisaría designada a cada sector del distrito. Por lo tanto habrán 9 locales o comisarías aledaños al distrito.

ATRIBUTO	NOMBRE EN EL MODELO	VALORES PERMISIBLES
Tipo de Delito	Tipo_Delito	1 (delito grave) o 0 (delito no grave)
Tipo de Evento	TipoEvento	1 (desencadenado internamente) o 0 (no desencadenado internamente)
Tipo de Evento No Desencadenado Internamente	TipoEventoNoInterno	1 (in fraganti) o 0 (investigación policial)
Culpabilidad del Sospechoso	CulpabSospechoso	1 (culpable) o 0 (no culpable)

Tabla 3.3. Atributos del modelo.
Elaboración propia

3.1.4. Fallas

Las fallas del modelo pueden darse en recursos que sean máquinas como los patrulleros y las motos; ya que pueden presentar inconvenientes debido a malas manipulaciones o fallas técnicas. Debido a esto, se modelará las posibles fallas que pueden surgir en el modelo, y serán designadas tal y como se muestra en la tabla 3.4.

RECURSO VINCULADO	NOMBRE EN EL MODELO
Carros Patrulleros	Falla_Patrullero
Motos	Falla_Moto

Tabla 3.4. Fallas posibles del modelo.
Elaboración propia

3.1.5. Variables

El modelo de simulación a generarse necesita variables que describan y definan las actividades que realizarán las entidades descritas anteriormente. Para el distrito de San Martín de Porres y su proceso de detención de delincuentes, se han identificado 21 variables que definen su sistema: 10 variables aleatorias, 6 proporcionales y 5 determinísticas. Como se delimitó en acápite anteriores, el sistema a modelar estará dividido en 9 sectores, por lo tanto, habrá 21 variables para cada sector del distrito, las cuales son mencionadas, a manera de resumen, en la tabla 3.5.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2
Tiempo traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3
Tiempo traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4
Tiempo para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1
Tiempo de captura	Variable	V-5
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7
Describir delito a comisaría	Variable	V-8
Tipo de evento	Proporcional	P-4
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2
Tipo de evento no desencadenado internamente	Proporcional	P-5
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3
Toma de declaraciones al sospechoso y víctima	Variable	V-9
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10

Tabla 3.5. Variables del modelo.
Elaboración propia

- **V-1 | Tiempo entre actos delictivos cometidos**

El tiempo entre actos delictivos de un sector del distrito, describe el tiempo en horas que transcurre desde el suceso de un delito al siguiente, para así generar el flujo de delitos que se generan en el sistema estudiado.

- **P-1 | Medio de detección del delito**

El distrito cuenta con dos medio de detección de los delitos que pueden suscitar en los 9 sectores, esto son: las cámaras de seguridad o llamada telefónica de algún ciudadano, y el patrullaje que realiza la policía en conjunto con el serenazgo

recorriendo las diversas calles del San Martín de Porres. Según el medio de detección, la entidad realizará diferentes actividades.

- **P-2 | Tipo de agente**

Esta variable definirá si el agente que detectó el evento es un policía o un sereno del sector en jurisdicción. Con esta distinción se podrá delimitar si el agente está capacitado o no de realizar un posible captura del sospechoso o delincuente.

- **P-3 | Tipo de delito (grave o no)**

El delito cometido puede ser grave o no. Para este modelo, un delito será grave cuando se refiera a homicidios, violación de la libertad sexual, robo a mano armada, apropiación ilícita, micro-comercialización de drogas y pandillaje pernicioso. En este caso, para proceder a un captura de un delincuente con delito grave, el único agente que podrá realizarlo será un policía debido a que un sereno no cuenta con los implementos necesarios para hacer frente a hechos como estos. En caso de que el delito no sea grave, cualquier tipo de agente podrá proceder a la captura.

- **V-2 | Tiempo para seleccionar agentes**

Cuando se detectó el delito, el lugar de detección deberá seleccionar a los agentes que realizarán la actividad de capturar al delincuente. El tiempo dependerá de la preparación del agente en ese momento y de los implementos necesarios para trasladarse al lugar del delito.

- **V-3 | Tiempo de traslado al lugar del crimen (policía)**

Es el tiempo que demorará la policía en trasladarse al lugar del crimen, ya sea en motos y patrulleros (para delitos graves, utilizarán un patrullero y una moto). La variación de tiempos dependerá del tráfico y de la lejanía de la zona del delito.

- **V-4 | Tiempo de traslado al lugar del crimen (sereno)**

Es el tiempo que demorará un sereno en trasladarse al lugar del crimen, utilizando como medio de transporte a los patrulleros. La variación de tiempos dependerá del tráfico y de la lejanía de la zona del delito.

- **D-1 | Tiempo para llamar e informar a comisaría**

Como se mencionó, los serenos no podrán hacer frente a delitos graves debido a los pocos implementos con los que cuenta. Por ello, cuando ellos detecten un delito

grave, informarán inmediatamente a la comisaría de jurisdicción para que ellos puedan tomar acción inmediata.

- **V-5 | Tiempo de captura**

Es el tiempo que tardarán los policías o serenos en capturar al sospechoso o delincuente en el lugar del delito. Este tiempo dependerá de la resistencia que pueda tener la persona a ser detenida.

- **V-6 | Tiempo de traslado a comisaría (policía)**

Es el tiempo que emplearán los policías para trasladar al detenido a la comisaría de jurisdicción. Cabe destacar que en el camino, uno de los policías llamará a la comisaría a la cual se trasladan para informar sobre la nueva captura.

- **V-7 | Tiempo de traslado a comisaría (sereno)**

Es el tiempo que emplearán los serenos para trasladar al detenido a la comisaría de jurisdicción. Cabe destacar que en el camino, uno de los serenos llamará a la comisaría a la cual se trasladan para informar sobre la nueva captura.

- **V-8 | Descripción del delito a comisaría**

Es el tiempo en el que uno de los policías que capturó al delincuente y la víctima del delito describirán el delito suscitado. Este tiempo dependerá del estado emocional de la víctima en esos momentos.

- **P-4 | Tipo de evento**

Es la discriminación que recibirá el motivo del delito descrito anteriormente, y será clasificado en ser un evento desencadenado internamente, el cual significa que corresponde a una orden policial, o no.

- **D-2 | Búsqueda y revisión de orden policial**

Es el tiempo que tardará el encargado de la comisaria en buscar y revisar la orden policial en caso de ser un evento desencadenado internamente. Las comisarías tienen un registro común de todas las órdenes policiales del distrito.

- **P-5 | Tipo de evento no desencadenado internamente**

Es la clasificación que se dará para los eventos que no fueron desencadenados internamente. Pueden ser *in fraganti*, cuando la persona detenida fue capturada en

el mismo instante del delito; o por investigación policial, que se refiere a la investigación de un delito anterior en el que podría estar involucrado el delincuente.

- **D-3 | Revisión de informe de investigación**

Es el tiempo que demorará la persona encargada en revisar el informe de investigación, en el cual, el detenido pueda estar involucrado de alguna u otra manera. El informe de investigación es compartida en todas las comisarías.

- **V-9 | Toma de declaraciones al sospechoso y víctima**

Es el tiempo que demorará la persona encargada en tomar las declaraciones respectivas al sospechoso en presencia de la víctima del delito. Este tiempo dependerá de las discrepancias que tendrán la víctima y el sospechoso sobre el hecho ocurrido.

- **P-6 | Culpabilidad del sospechoso o no**

Es la calificación que recibirá el sospechoso luego de ser escuchadas las declaraciones de los involucrados. Esta clasificación será sobre la culpabilidad o no del delincuente.

- **D-4 | Tiempo de liberación del sospechoso**

Es el tiempo que le tomará a la persona encargada de la comisaría en dejar en libertad completa al sospechoso. Este tiempo corresponde al cierre de las actas y al tiempo que demora el sospechoso para retirarse de la comisaría.

- **D-5 | Poner en disposición judicial y fiscalía**

Es el tiempo que le tomará a la persona encargada de la comisaría para comunicarse con el poder judicial y la fiscalía, cuando el sospechoso es culpable de un delito que merece juicio e intervención del estado.

- **V-10 | Ubicar al sospechoso en celda**

Es el tiempo que tomará colocar al sospechoso en la celda, cuando este fue culpable de un delito que no necesita intervención del estado. Este tiempo dependerá de la resistencia que pueda ejercer el delincuente para no ser ubicado en celdas.

3.2. Supuestos

Los supuestos o presunciones son aquellas características diferentes que manejará el modelo de simulación a desarrollar en comparación al sistema real. Para este caso, es necesario definir ciertos supuestos que permitan manejar un adecuado nivel de complejidad para el posterior modelamiento del sistema evaluado.

- La cantidad de recursos policiales y de serenazgo será constante durante todo el horizonte de simulación.
- Se asume que el porcentaje de policías de cada jurisdicción siempre estarán disponibles para su accionar en San Martín de Porres, y no serán requeridos para intervenir delitos en otros distritos que sean aledaños al distrito.
- Las cámaras de seguridad y llamadas de ciudadanos siempre manifestarán un verdadero hecho delictivo, y no serán bromas o burlas.
- El agente policial o de serenazgo seleccionado estará siempre disponible durante el periodo de simulación.
- Si el delito es grave, los policías se trasladarán en patrullero y en moto, ya que así podrán trasladar mayor cantidad de agentes. Si no es grave solo emplearán un patrullero.
- Las ordenes policiales y de investigación estarán a disposición de todas las comisarías del sector.
- Se asume que la víctima estará en la comisaría para el momento de la toma de declaraciones.
- Habrá siempre la cantidad necesaria de celdas en las comisarías, cuando deba ubicarse al sospechoso en alguna de ellas.
- Se asume que hay, al menos, una cámara de seguridad en los puntos donde ocurren la mayor cantidad de delitos en el sector simulado.
- Se asume que solo un chofer maneja el patrullero, y cuando los otros choferes designados por base están desocupados, ocuparán el lugar de serenos de pie.

3.3. Análisis de entrada

Como se describió en acápite anteriores, el sistema presenta 21 variables que fueron clasificadas en aleatorias, proporcionales o determinísticas. En esta sección se explicará el procedimiento que permitió llegar a la clasificación de las variables a emplear en el modelo de simulación.

3.3.1. Población

El distrito de San Martín de Porres presenta en sus planes de seguridad ciudadana la cantidad de delitos que se presentaron el año anterior. Según esto, el último plan demuestra que, durante el año 2015, se detectaron 27,238 delitos repartidos en todo el distrito mencionado. Sin embargo, como se mencionó líneas arriba, el distrito está dividido en 9 sectores según la jurisdicción que cada comisaría aledaña ejerce en el distrito; por ello, también los delitos detectados están divididos según la zona en que se presentaron. La tabla 3.6 muestra la cantidad de delitos que se detectaron por sector de San Martín de Porres.

SECTOR DEL DISTRITO	POBLACIÓN DE DELITOS (2015)
SECTOR PRO	3,428
SECTOR LAURA CALLER	2,671
SECTOR SOL DE ORO	4,824
SECTOR INDEPENDENCIA	2,379
SECTOR SANTA LUZMILA	841
SECTOR SAN MARTÍN DE PORRES	6,007
SECTOR CONDEVILLA SEÑOR	2,896
SECTOR BARBONCITOS	2,777
SECTOR INGUNZA	1,415
TOTAL	27,238

Tabla 3.6. Población para el modelo de simulación.
Elaboración propia

La cantidad de delitos anual será tomada como población de eventos de actos delictivos al inicio del flujo de actividades del sistema. Cada parte del modelo será referido a un sector, por lo tanto habrá 9 divisiones donde cada una de ellas tendrá su población de delitos respectiva.

3.3.2. Análisis de las variables aleatorias

Para el modelo a simular existen 10 variables aleatorias identificadas para cada sector del distrito. Para clasificarlas, se realizó un análisis de cada una de ellas, de modo que se pueda obtener las distribuciones de probabilidad que más se ajustan a ellas y así poder utilizar los datos correctos en el modelo de simulación.

En esta sección se explicará el detalle del análisis para la primera variable aleatoria “Tiempo entre actos delictivos cometidos” para el Sector Pro. El análisis de las otras 9 variables aleatorias, por sector, será desarrollado en el Anexo 7.

a. Tamaño de muestra

El primer paso será determinar el tamaño de muestra utilizando una muestra piloto, para finalmente hallar un “n” que garantice un mejor análisis.

Para la variable “*Tiempo entre actos delictivos cometidos*”, se tomó una muestra piloto de 30 datos en horas, a partir de los cuales se calculó la media y varianza muestral. La tabla 3.7 muestra los datos utilizados como pilotos para la variable, y la tabla 3.8 muestra los datos obtenidos para la media, desviación estándar, coeficiente de variación y la varianza muestral.

MUESTRA PILOTO (horas)					
2.67	3.43	1.60	6.00	1.85	1.71
1.60	1.33	4.00	4.00	1.33	3.43
1.60	4.00	4.00	1.60	2.40	4.00
3.00	3.43	2.40	1.85	3.43	4.80
3.43	8.00	3.00	2.00	2.18	6.00

Tabla 3.7. Muestra piloto para V-1.
Elaboración propia

ESTADÍSTICAS DE MUESTRA PILOTO	
Media muestral	3.1355
Desviación Muestral	1.5737
Coeficiente de Variación (CV)	50.19%

Tabla 3.8. Estadísticas de muestra piloto para V-1.
Elaboración propia

Como se puede observar, el coeficiente de variación es mayor a 10%, por lo tanto los datos determinan que debe generarse una variable aleatoria.

A continuación, con un nivel de confianza de 95% determinando un error máximo del 5%, se calculó el tamaño de muestra para la variable descrita. La tabla 3.9 muestra los valores utilizados para hallar el primer tamaño de muestra para población infinita, utilizando la fórmula 3.1. Así, el valor final es 388 datos.

$$n_0 = \left\lceil \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 * s^2}{d^2} \right\rceil$$

Fórmula 3.1. Tamaño de muestra para medias para población infinita
Elaboración propia

DATOS - POBLACIÓN INFINITA	
Z 0.975	1.96
e (error de estimación porcentual)	0.05
d (error de estimación)	0.16
n₀ (población infinita)	388

Tabla 3.9. Tamaño de muestra para población infinita de V-1.
Elaboración propia

Sin embargo, el sector analizado tiene una población de 3,428 delitos anualmente. Por lo tanto con la fórmula 3.2 se procederá a corregir el tamaño de muestra anterior obteniéndose 349 datos, tal y como se muestra en la tabla 3.10.

$$n = \left[\frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \right]$$

Fórmula 3.2. Tamaño de muestra para medias para población finita
Elaboración propia

CORRECCIÓN - POBLACIÓN FINITA	
N	3428
TAMAÑO DE MUESTRA	349

Tabla 3.10. Tamaño de muestra para población finita de V-1.
Elaboración propia

b. Pruebas de Bondad de Ajuste y Determinación de Distribuciones

Como segundo inciso y para encontrar un modelo de distribución que se ajuste a nuestras variables, se hará uso del software INPUT ANALYZER y de las pruebas de bondad de ajuste y error cuadrático. A partir de ellos, se concluirá que tipo de distribución se ajusta a los datos, permitiendo que la simulación a realizarse posea un mayor grado de confiabilidad.

Para el tamaño de muestra obtenido para la variable “Tiempo entre delitos cometidos”, se utilizará la siguiente prueba de hipótesis:

H_0 : La variable aleatoria se ajusta a la distribución indicada con los parámetros estimados.

H_1 : La variable aleatoria no se ajusta.

Así, se procederá a analizar los datos con Input Analyzer, obteniendo el gráfico mostrado en la Figura 3.1.

- **Aplicabilidad de las pruebas**

La variable analizada es continua y se tiene 349 datos. Por lo tanto, se utilizará tanto la prueba Chi-Cuadrado como la K-S para el análisis.

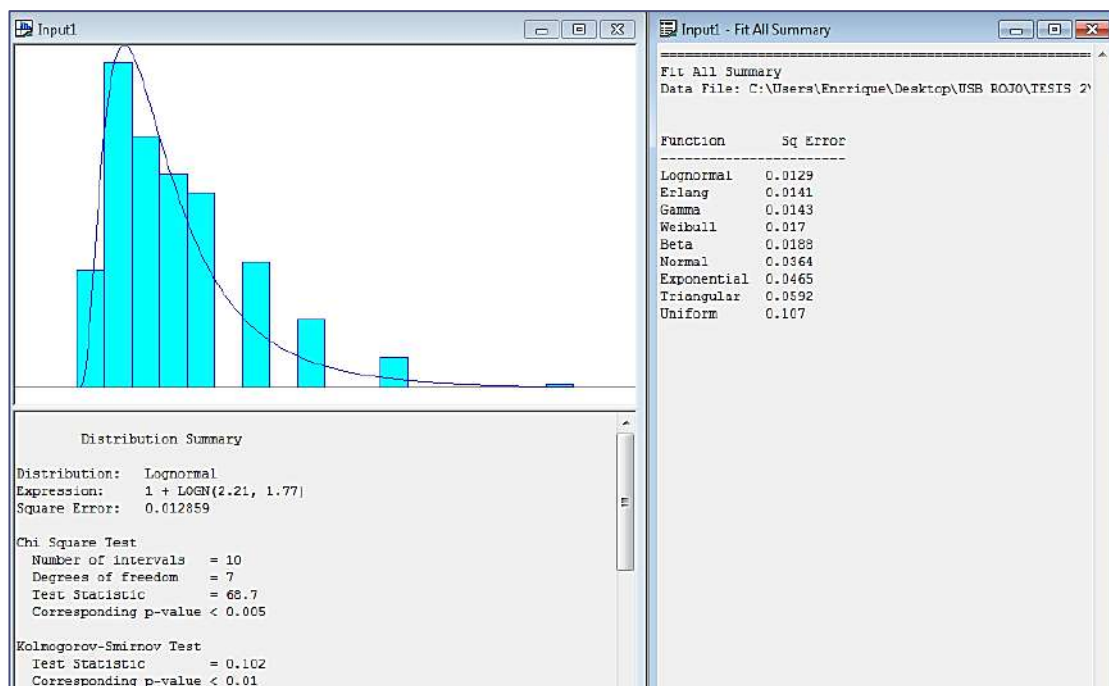


Figura 3.1. Análisis de los datos V-1 utilizando Input Analyzer.
Fuente: Elaboración propia

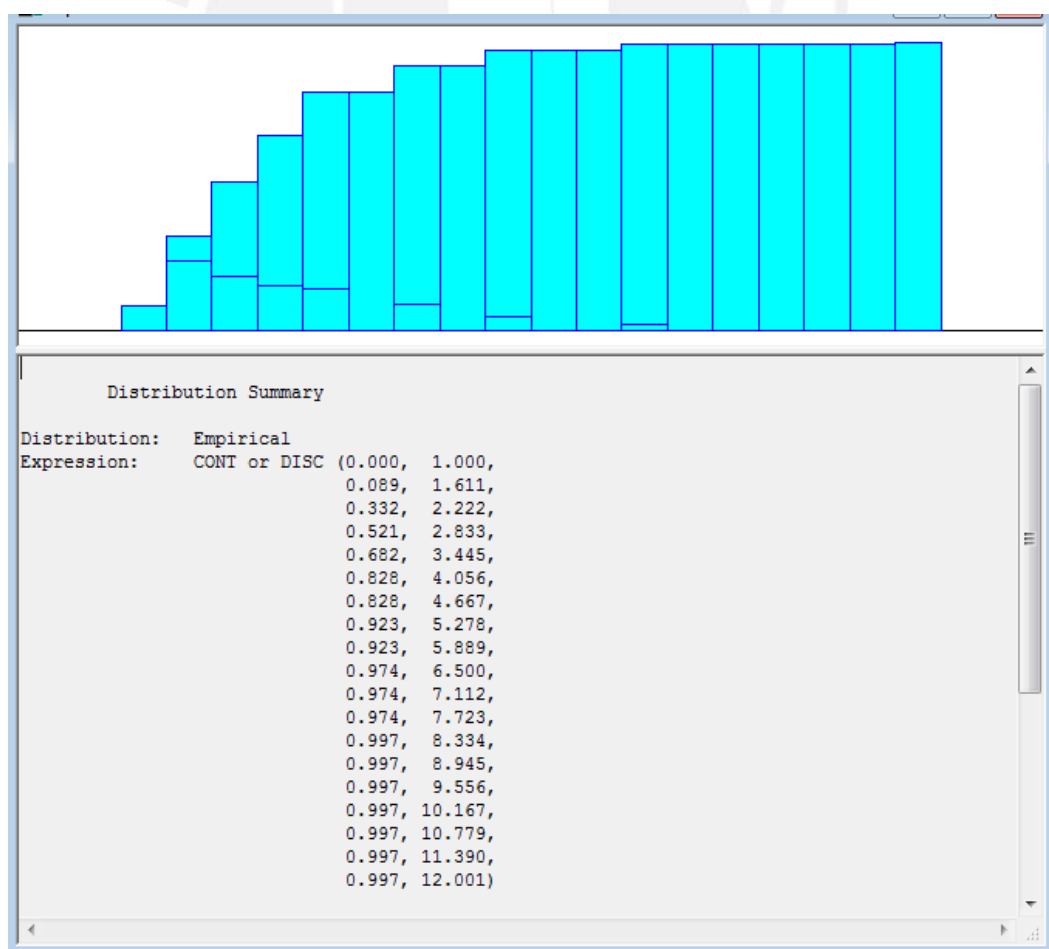


Figura 3.2. Distribución empírica para la V-1.
Fuente: Elaboración propia

- **Análisis de las pruebas:**

Se puede observar que tanto el análisis de Kolmogorov como el de Chi-Cuadrado, el P-value es menor a 0.05. Entonces, se rechaza la hipótesis nula y se generará una distribución empírica.

La distribución empírica obtenida se muestra en la figura 3.2.

CONCLUSIÓN: Como ninguna distribución conocida se ajusta a los datos, se empleará la Distribución Empírica Continua: CONT (0.000,1.000,0.089, 1.611,0.332,2.222,0.521,2.833,0.682,3.445,0.828,4.056,0.828,4.667,0.923,5.278,0.923,5.889,0.974,6.500,0.974,7.112,0.974,7.723,0.997,8.334,0.997,8.945,0.997,9.556,0.997,10.167, 0.997, 10.779,0.997, 11.390,0.997,12.001).

3.3.3. Análisis de variables proporcionales

Para el modelo a simular existen 6 variables proporcionales identificadas para cada sector del distrito. Para clasificarlas, se realizó un análisis de cada una de ellas, de modo que se pueda obtener la proporción de ocurrencia para cada hecho.

En esta sección se explicará el detalle del análisis para la primera variable proporcional “Tipo de medio de detección del delito” para el Sector S.M.P. El análisis de las otras 5 variables proporcionales, será desarrollado en el Anexo 8.

a. Tamaño de muestra

El primer paso del análisis será determinar el tamaño de muestra necesaria para un reconocimiento correcto de la proporción de datos correcta. La cantidad de muestras se hallará utilizando una muestra piloto, para finalmente hallar un “n” que garantice un mejor análisis.

Para la variable “*Tipo de medio de detección de delitos*”, se tomó una muestra piloto de 30 datos para calcular la proporción muestral, considerando el siguiente criterio:

1 -> Detección del delito por cámara

0 -> Detección del delito durante patrullaje

La tabla 3.11 muestra los datos utilizados como pilotos para la variable, y la tabla 3.12 muestra la proporción muestral obtenida.

MUESTRA PILOTO														
0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0

Tabla 3.11. Muestra piloto para P-1.
Elaboración propia

PROPORCIÓN DE MUESTRA PILOTO	
p muestral (cámara/total)	0.50

Tabla 3.12. Proporción de muestra piloto para P-1.
Elaboración propia

A continuación, con un nivel de confianza de 95% determinando un error máximo del 5%, se calculó el tamaño de muestra para la variable descrita. La tabla 3.13 muestra los valores utilizados para hallar el primer tamaño de muestra para población infinita, utilizando la fórmula 3.3 y obteniendo, así, el valor de 388 datos.

$$n_0 = \left[\frac{Z_{1-\alpha/2}^2 * \bar{p}(1 - \bar{p})}{e^2} \right]$$

Fórmula 3.3. Tamaño de muestra de proporción para población infinita
Elaboración propia

DATOS - POBLACIÓN INFINITA	
Z 0.975	1.96
e (error de estimación porcentual)	0.05
n₀ (población infinita)	385

Tabla 3.13. Tamaño de muestra para población infinita de P-1.
Elaboración propia

Sin embargo, como se definió anteriormente, el sector analizado tiene una población de 6,007 delitos anualmente. Por lo tanto con la fórmula 3.4 se procederá a corregir el tamaño de muestra anterior obteniéndose 362 datos, tal y como se muestra en la tabla 3.14.

$$n = \left[\frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \right]$$

Fórmula 3.4. Tamaño de muestra de proporción para población finita
Elaboración propia

CORRECCIÓN - POBLACIÓN FINITA	
N	6007
TAMAÑO DE MUESTRA	362

Tabla 3.14. Tamaño de muestra para población finita de P-1.
Elaboración propia

b. Proporción identificada

Continuando con el análisis a partir de la cantidad de datos hallada, se obtiene la proporción de ocurrencia para esta variable, la cual se muestra en la tabla 3.15.

VARIABLE PROPORCIONAL	
Probabilidad de detectar un delito con cámara	0.49
Probabilidad de detectar un delito por patrullaje	0.51

Tabla 3.15. Probabilidades de ocurrencia para P-1.
Elaboración propia

3.3.4. Análisis de la variables determinísticas

Para el modelo a simular existen 5 variables determinísticas identificadas en el sistema; y, para clasificarlas, se realizó un análisis de cada una de ellas, de modo que se pueda obtener el valor promedio por variable. Cabe mencionar que el análisis de estas variables no se realizará por sector, debido a que se está utilizando datos de los diferentes sectores al mismo tiempo. Es por ello, que la población a utilizar, será de la cantidad total de delitos en todo el distrito.

En esta sección se explicará el detalle de análisis para el “Tiempo para llamar e informar a la policía”. El análisis de las otras variables, será descrito en el Anexo 9.

- **Variable Determinística D-1:**

El primer paso será realizar el análisis de una primera muestra de datos de la variable. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 3.16.

Promedio	0.08
Desviación Estándar	0.01
Coef. de Variación	9.19%

Tabla 3.16. Datos para la variable determinística D-1.
Elaboración propia

Se puede observar que el coeficiente de variación es menor a 10%, por lo tanto no se justifica la generación de una variable aleatoria. Por lo tanto, el tiempo necesario para informar y llamar a la policía es, en promedio, 0.08 horas.

3.3.5. Tablas de variables por sector

Las tablas 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25 presentan todas las variables a utilizar en el modelo de simulación por cada sector.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.089,1.611,0.332,2.222,0.521,2.833,0.682,3.445,0.828,4.056,0.828,4.667,0.923,5.278,0.923,5.889,0.974,6.500,0.974,7.112,0.974,7.723,0.997,8.334,0.997,8.945,0.997,9.556,0.997,10.167,0.997,10.779,0.997,11.390,1,12.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.44	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.52	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.63	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.07+0.27*BETA(2.17,1.87)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.15+0.24*BETA(1.38,1.48)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.11+0.27*BETA(1.67,1.85)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.16+0.3*BETA(1.66,1.74)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.81	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.17. Variables del sector Pro.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.018,1.688,0.167,2.375,0.456,3.063,0.541,3.750,0.644,4.438,0.786,5.125,0.786,5.813,0.915,6.501,0.915,7.188,0.915,7.876,0.975,8.563,0.975,9.251,0.975,9.938,0.975,10.626,0.975,11.313,1,12.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.51	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.51	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.39	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.07+0.27*BETA(1.84,1.64)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.13+0.3*BETA(1.59,1.82)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.11+0.39*BETA(1.85,1.66)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.13+0.39*BETA(1.78,1.86)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.817	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.18. Variables del sector Laura Caller.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	$\text{CONT}(0.000,0.340,0.000,0.610,0.007,0.879,0.099,1.149,0.231,1.418,0.341,1.688,0.485,1.957,0.593,2.227,0.685,2.497,0.749,2.766,0.817,3.036,0.817,3.305,0.899,3.575,0.899,3.844,0.965,4.114,0.965,4.384,0.965,4.653,0.987,4.923,0.987,5.192,0.987,5.462,0.987,5.731,1.6.001)$	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.52	% cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.52	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.55	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	$-0.001+0.151*\text{BETA}(1.07,1.42)$	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	$0.09+0.3*\text{BETA}(1.88,1.86)$	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	$0.11+0.43*\text{BETA}(1.91,1.78)$	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	$0.2+0.7*\text{BETA}(1.35,1.31)$	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	$0.12+0.29*\text{BETA}(1.6,1.64)$	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	$0.13+0.44*\text{BETA}(1.47,1.39)$	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	$0.13+0.43*\text{BETA}(1.87,1.66)$	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	$0.13+0.42*\text{BETA}(1.49,1.64)$	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.791	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	$\text{CONT}(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)$	horas

Tabla 3.19. Variables del sector Sol de Oro.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.064,2.278,0.455,3.556,0.711,4.834,0.860,6.111,0.860,7.389,0.962,8.667,0.962,9.945,0.962,11.223,0.997,12.501,0.997,13.778,0.997,15.056,0.997,16.334,0.997,17.612,0.997,18.890,0.997,20.168,0.997,21.445,0.997,22.723,1.24.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.46	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.5	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.38	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.05+0.52*BETA(1.65,1.94)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.14+0.31*BETA(1.67,1.75)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.11+0.45*BETA(1.66,1.71)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.16+0.3*BETA(1.75,1.8)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.887	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1.0.190)	horas

Tabla 3.20. Variables del sector Independencia.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.008,2.278,0.028,3.556,0.042,4.834,0.119,6.111,0.119,7.389,0.390,8.667,0.390,9.945,0.390,11.223,0.754,12.501,0.754,13.778,0.754,15.056,0.754,16.334,0.754,17.612,0.754,18.890,0.754,20.168,0.754,21.445,0.754,22.723,1.24,0.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.56	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.52	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.38	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.01+0.43*BETA(1.84,1.99)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.19+0.27*BETA(1.91,2.07)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.11+0.33*BETA(1.63,1.63)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.19+0.32*BETA(1.51,1.24)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.807	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1.0,0.190)	horas

Tabla 3.21. Variables del sector Santa Luzmila.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	$0.13 + \text{LOGN}(1.58, 0.756)$	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.49	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.49	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.6	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	$-0.001 + 0.151 * \text{BETA}(1.07, 1.42)$	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	$0.07 + 0.31 * \text{BETA}(1.79, 1.94)$	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	$0.12 + 0.31 * \text{BETA}(1.54, 1.71)$	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	$0.2 + 0.7 * \text{BETA}(1.35, 1.31)$	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	$0.12 + 0.34 * \text{BETA}(1.64, 1.77)$	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	$0.14 + 0.32 * \text{BETA}(1.47, 1.6)$	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	$0.13 + 0.43 * \text{BETA}(1.87, 1.66)$	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	$0.13 + 0.42 * \text{BETA}(1.49, 1.64)$	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.816	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.22. Variables del sector San Martín de Porres.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.026,1.524,0.124,2.048,0.297,2.572,0.528,3.095,0.613,3.619,0.709,4.143,0.709,4.667,0.842,5.191,0.842,5.715,0.949,6.239,0.949,6.762,0.949,7.286,0.949,7.810,0.979,8.334,0.979,8.858,0.979,9.382,0.979,9.906,0.979,10.429,0.979,10.953,0.979,11.477,1,12.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.56	% cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.51	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.48	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.05+0.25*BETA(1.56, 1.85)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.16+0.11*BETA(1.27,1.58)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.09+0.29*BETA(1.33,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.15+0.18*BETA(1.68,1.66)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.815	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.23. Variables del sector Condevilla.
Elaboración propia

ARiable	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.021,1.611,0.202,2.222,0.356,2.833,0.552,3.445,0.690,4.056,0.690,4.667,0.819,5.278,0.819,5.889,0.908,6.500,0.908,7.112,0.908,7.723,0.972,8.334,0.972,8.945,0.972,9.556,0.972,10.167,0.972,10.779,0.972,11.390,1,12.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.52	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.52	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.56	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	0.06+0.27*BETA(2.23,2.22)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	0.11+0.23*BETA(1.76,1.74)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.12+0.37*BETA(2.12,2.01)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	0.15+0.24*BETA(1.5,1.72)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.914	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.24. Variables del sector Barboncitos.
Elaboración propia

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CÓDIGO	ANEXO	EXPRESIÓN	UNIDADES
Tiempo entre Actos Delictivos cometidos	Variable	V-1	2	CONT(0.000,1.000,0.017,2.533,0.192,4.067,0.358,5.600,0.546,7.134,0.746,8.667,0.746,10.200,0.746,11.734,0.967,13.267,0.967,14.801,0.967,16.334,0.967,17.867,0.967,19.401,0.967,20.934,0.967,22.468,1,24.001)	horas
Medio de detección del delito	Proporcional	P-1	3	0.51	% con cámara
Tipo de Agente (policía o sereno)	Proporcional	P-2	3	0.52	% de policías
Tipo de Delito (grave o no)	Proporcional	P-3	3	0.44	% de graves
Tiempo para seleccionar agentes	Variable	V-2	2	-0.001+0.151*BETA(1.07,1.42)	horas
T. traslado al lugar crimen (policía)	Variable	V-3	2	UNIF(0.04,0.14)	horas
T. traslado al lugar crimen (sereno)	Variable	V-4	2	TRIA(0.09,0.154,0.19)	horas
T. para llamar e informar a comisaría	Determinística	D-1	4	0.08	horas
Tiempo de captura	Variable	V-5	2	0.2+0.7*BETA(1.35,1.31)	horas
Tiempo traslado a comisaría (policía)	Variable	V-6	2	0.08+0.17*BETA(1.8,1.84)	horas
Tiempo traslado a comisaría (sereno)	Variable	V-7	2	TRIA(0.11,0.149,0.29)	horas
Describir delito a comisaría	Variable	V-8	2	0.13+0.43*BETA(1.87,1.66)	horas
Tipo de evento	Proporcional	P-4	3	0.28	% de internos
Búsqueda y revisión de orden policial	Determinística	D-2	4	0.1	horas
Tipo no desencadenad. internamente	Proporcional	P-5	3	0.85	% in fraganti
Revisión de informe investigación	Determinística	D-3	4	0.3	horas
Toma de declaraciones	Variable	V-9	2	0.13+0.42*BETA(1.49,1.64)	horas
Culpabilidad del sospechoso o no	Proporcional	P-6	3	0.85	% culpables
Tiempo liberación del sospechoso	Determinística	D-4	4	0.07	horas
Poner a disposición judicial y fiscalía	Determinística	D-5	4	0.17	horas
Ubicar al sospechoso en celda	Variable	V-10	2	CONT(0.000,0.070,0.012,0.083,0.143,0.097,0.369,0.110,0.500,0.123,0.583,0.137,0.774,0.150,0.857,0.163,0.952,0.177,1,0.190)	horas

Tabla 3.25. Variables del sector Ingunza.
Elaboración propia

3.4. Descripción del modelo

Como se mencionó anteriormente, el distrito ha sido dividido en 9 sectores, donde cada uno presenta diferentes datos debido a las diversas jurisdicciones a la que cada uno de ellos pertenece. Siendo así, se procederá a explicar el modelo de simulación realizado para cualquier sector; donde, finalmente, la herramienta Process Analyzer de Arena, permitirá establecer los diversos escenarios de corrida, donde cada escenario será uno de los sectores analizados y cambiará de valores según corresponda.

El proceso empieza con la generación de los delitos o incidentes en el bloque *Create*, el cual presentará un intervalo entre delitos dependiendo del sector al cual se esté representando, ver figura 3.3. A continuación, con el bloque *Tally* se contabiliza el tiempo en que se creó cada entidad con el fin de corroborar el tiempo entre llegadas de los delitos; luego con el bloque *Assign*, se le asigna a cada entidad un atributo referido al *Tipo_Delito* cometido, donde este será una variable proporcional y también dependerá del sector al cual se está simulando. Además se asignará valores a las variables *Tipo_Deteccion*, el cual está referido a si el delito fue captado por cámara o por patrullaje; y *Tipo_Agente*, que está referido al tipo de agente que obtuvo la primera información sobre el delito cometido; para, finalmente, utilizando el bloque *Route*, enviar las entidades a la estación *Calles*.

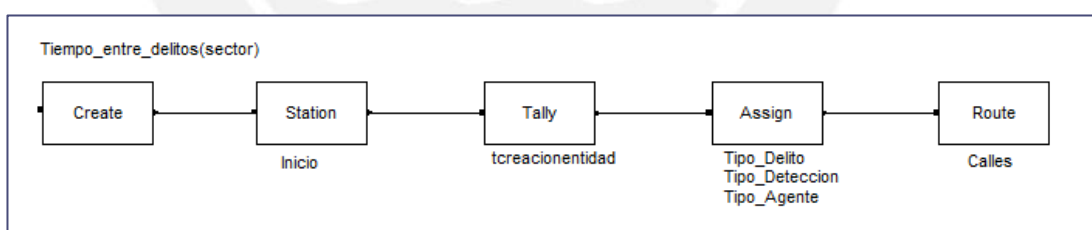


Figura 3.3. Modelamiento inicial.

Fuente: Elaboración propia

Luego de ingresar a la estación *Calles*, se procede a clasificar a las entidades según la variable *Tipo_Deteccion*, utilizando el bloque *Branch*. En caso sea una detección por patrullaje, con el bloque *Count* se contará la cantidad de delitos que fueron detectados por patrullaje, y se evaluará si la cantidad de recursos que son asignados al patrullaje están disponibles utilizando el bloque *Branch* y el parámetro *Number of Resources*; si esto es correcto, las entidades serán trasladadas a la estación *Patrullaje*; por el contrario, si no se encuentran disponibles, se procederá a enviar aquellas entidades al bloque *Branch* siguiente, donde se tratan a los delitos

que fueron captados por cámara o por llamada. Para el caso de ser una detección por cámara de seguridad o llamada, con el bloque *Count* se contará la cantidad de delitos que fueron detectados por este medio, y se clasificará a los delitos según el tipo de agente que los detectó con el bloque *Branch*; si el agente que lo detectó es un policía, pasará a la estación *Policías*; si, por el contrario, fue un sereno, se trasladarán a la estación *Serenazgo* (ver figura 3.4).

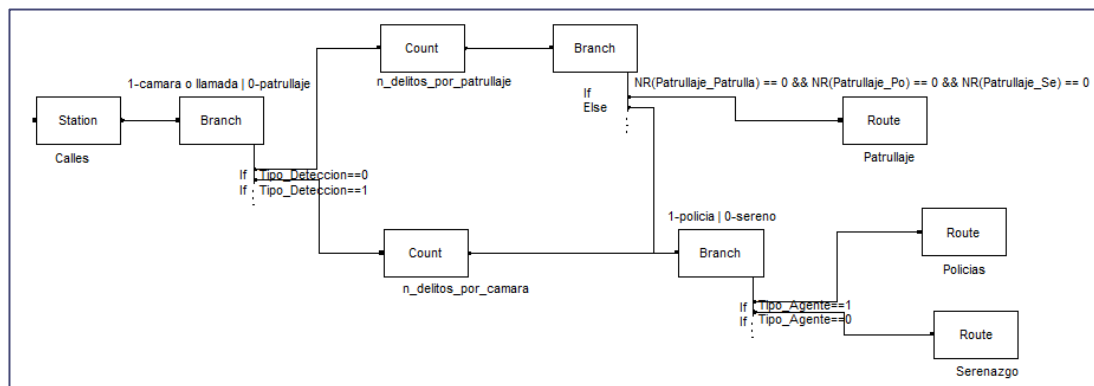


Figura 3.4. Modelamiento de la estación Calles.
Fuente: Elaboración propia

En la estación *Patrullaje*, figura 3.5, se clasificará a las entidades según el atributo *Tipo_Delito* utilizando el bloque *Branch*.

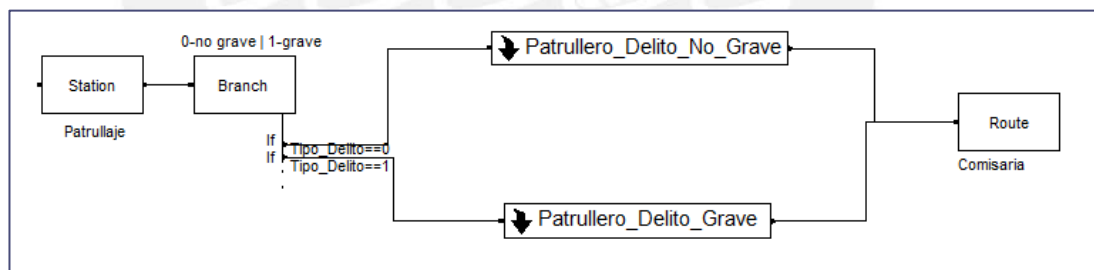


Figura 3.5. Modelamiento de la estación Patrullaje.
Fuente: Elaboración propia

Aquellos delitos no graves serán derivados al submodelo *Patrullero_Delito_No_Grave*, donde, con el bloque *Scan* y *Queue*, se esperará hasta que los recursos necesarios para atender esta entidad se encuentren disponibles; una vez ocurra, con el bloque *Branch* se verificará si el delito tiene un tiempo de generación mayor a 15 minutos; si es así, se procederá a finalizar la simulación contabilizándolos con el bloque *Count* como *n_delitosNG_no_atendidos_patrullero* para luego enviar a aquellas entidades al bloque *Dispose*; caso contrario, se asignará al personal de patrullaje necesario con el bloque *Seize*: *Patrullaje_Patrulla*, *Patrullaje_Po* y *Patrullaje_Se*, para luego contabilizar el tiempo de captura de los sospechosos según una distribución Beta,

utilizando el bloque *Delay*, y el tiempo de traslado a la comisaría de jurisdicción utilizando de igual manera el bloque *Delay*. Finalmente, se procede a liberar a los recursos que habían sido asignados utilizando el bloque *Release*, y a continuación, las entidades ingresen a la estación *Comisaría* (ver figura 3.6).

Si el delito es grave, se procede a esperar con el bloque *Scan* y *Queue* hasta que los recursos necesarios para atender esta entidad se encuentren disponibles; si es así pasarán al bloque *Branch*, donde serán clasificados según el tiempo que haya pasado entre su generación y el tiempo actual. Si el tiempo desde su generación es menor a 15 minutos, se asignará al personal de patrullaje necesario con el bloque *Seize*, pero también se solicitará el apoyo de 3 *Policías* más utilizando el bloque *Delay* de 0.08 horas para llamar a comisaría e informar sobre el delito y asignando a estos tres policías con el bloque *Seize*, los cuales se trasladarán al lugar del crimen con un *Patrullero* contabilizando el tiempo con el bloque *Delay*. Luego, en conjunto, procederán con la captura y el traslado del sospechoso a la estación *Comisaría* (para ambos casos se usa el bloque *Delay*), donde con el bloque *Release* se liberará a los recursos que habían sido asignados; caso contrario se procederá a finalizar la simulación, contabilizándolos con el bloque *Count* como *n_delitosG_no_atendidos_patrullero*, y enviando a esas entidades al bloque *Dispose* (ver figura 3.7).

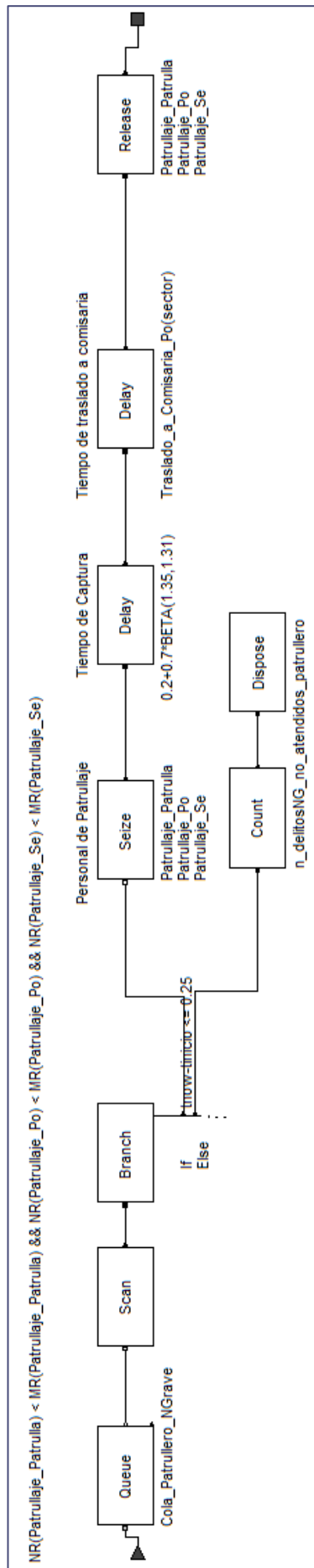


Figura 3.6. Modelamiento del submodelo *Patrullero_Delito_No_Grave*.

Fuente: Elaboración propia

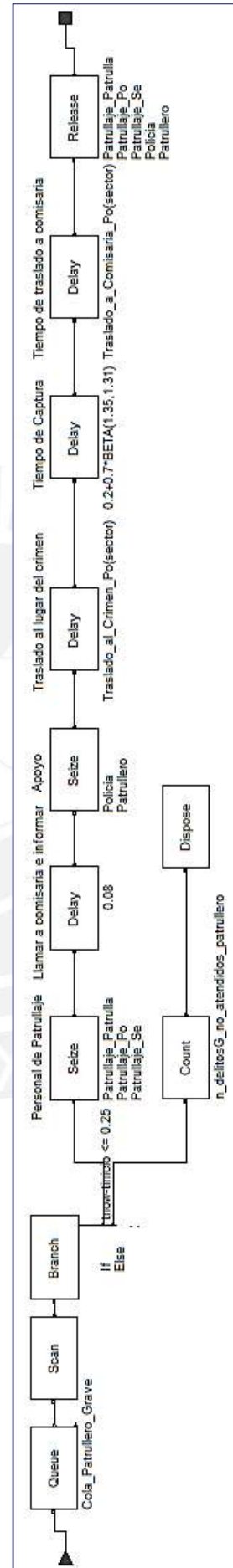


Figura 3.7. Modelamiento del submodelo *Patrullero_Delito_Grave*.

Fuente: Elaboración propia

En la estación *Policías*, de la misma manera, se clasificará a las entidades, con el bloque *Branch*, según el atributo *Tipo_Delito* (ver figura 3.8).

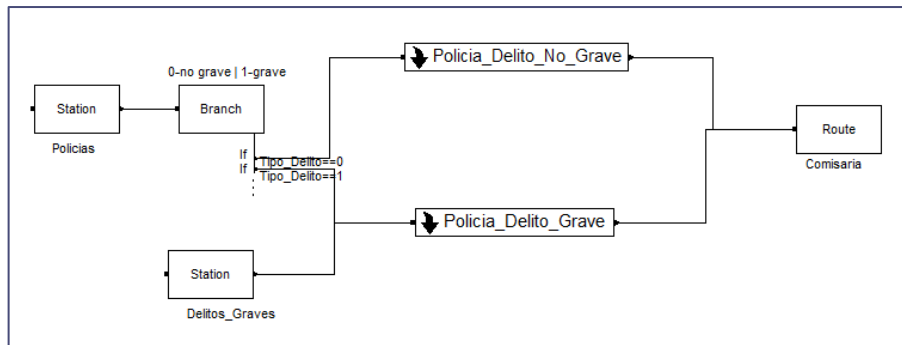


Figura 3.8. Modelamiento de la estación Policía.
Fuente: Elaboración propia

Los delitos no graves serán derivados al submodelo *Policia_Delito_No_Grave*, donde aquellos que posean un tiempo de generación mayor a 15 minutos, terminarán su proceso de simulación con el bloque *Dispose*, contabilizándolos como *n_delitos_no_atendidos_Po_NG*; caso contrario, se asignará a la cantidad de recursos de *Policia* y *Patrullero* necesarios con el bloque *Seize*; contabilizando el tiempo de selección de agentes, el tiempo de captura y el tiempo de traslado a la comisaría de jurisdicción con el bloque *Delay*, para así ingresar a la estación *Comisaria* utilizando el bloque *Route* (ver Anexo 10.1). Si el delito es grave, pasará al submodelo *Policia_Delito_Grave*, y si tiene un tiempo desde su generación menor a 15 minutos, clasificación hecha con el bloque *Branch*, se asignará, con el bloque *Seize*, la cantidad de *Policia*, *Patrullero* y *Moto* necesarios para proceder con la selección de los agentes a ser enviados, el tiempo de captura y el traslado del sospechoso a la estación *Comisaría* con el bloque *Delay*; caso contrario se procederá a finalizar la simulación con el bloque *Dispose*, contabilizándolos, previamente, con el bloque *Count* como *n_delitos_no_atendidos_Po_G* (ver Anexo 10.2).

En la estación *Serenazgo*, también se clasificará a las entidades, de igual manera que en las dos estaciones anteriores, con el bloque *Branch*, según el atributo *Tipo_Delito* (ver figura 3.9).

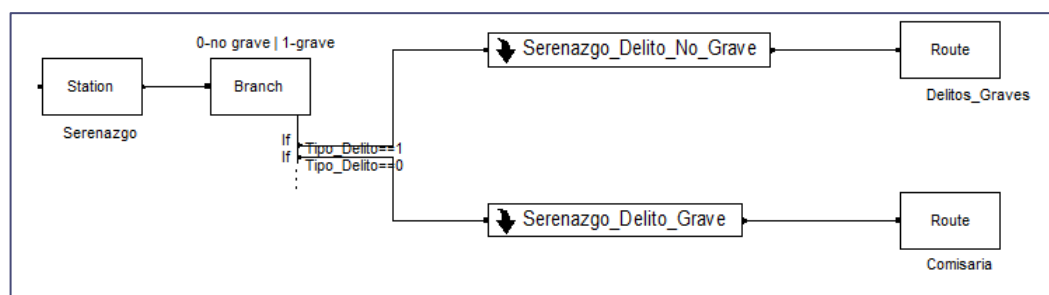


Figura 3.9. Modelamiento de la estación Serenazgo.

Fuente: Elaboración propia

Los delitos no graves, serán derivados al submodelo *Serenazgo_Delito_No_Grave*, donde con el bloque *Scan* y *Queue* se esperará hasta que los recursos necesarios para atender esta entidad se encuentren disponibles; una vez ocurra, si el delito tiene un tiempo de generación mayor a 15 minutos, clasificación dada con el bloque *Branch*, se procederá a finalizar la simulación, contabilizándolos, con el bloque *Count*, como *n_delitos_no_atendidos_Se_NG*; caso contrario, se asignará al personal necesario *Sereno* y *Patrullero* con el bloque *Seize*, contabilizando así, el tiempo de selección de agentes, el traslado al lugar del crimen, el tiempo de captura de los sospechosos, y el tiempo de traslado a la comisaría de jurisdicción con el bloque *Delay*, para así ingresar a la estación *Comisaria* con el bloque *Route* (ver Anexo 10.3). Si el delito es grave, serán derivados al submodelo *Serenazgo_Delito_Grave*, donde con el bloque *Scan* y *Queue* se esperará hasta que los recursos necesarios para atender esta entidad se encuentren disponibles y si tiene un tiempo desde su generación menor a 15 minutos, con el bloque *Seize* un *Sereno* será el encargado de efectuar una llamada a la comisaría de jurisdicción empleando el bloque *Delay* con un tiempo de 0.08 horas, para luego enviar a las entidades a la estación *Delitos_Graves* con el bloque *Route*; caso contrario se procederá a finalizar la simulación con el bloque *Dispose*, y serán contabilizándolos con el bloque *Count* como *n_delitos_no_atendidos_Se_G* (ver Anexo 10.4).

En la estación *Comisaría*, será donde todas las entidades de las estaciones anteriores formarán una *Cola_Comisaria* donde esperarán para ser atendidas, siendo así se muestran dos submodelos que continúan el proceso: *Toma_Declaraciones* y *Determinación_de_Culpabilidad* (ver figura 3.10).

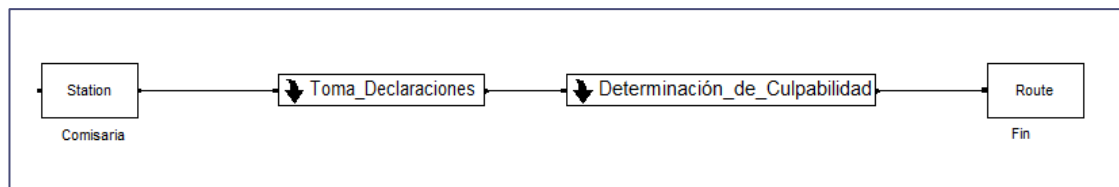


Figura 3.10. Modelamiento de la estación Comisaría.

Fuente: Elaboración propia

En el submodelo *Toma_Declaraciones*, se asignará a los recursos *Encargado_Comisaría* y *Policías* a cada entidad, con el bloque *Seize*; donde, luego, cada una empezará a describir el delito que fue detectado, utilizando el bloque *Delay* para contabilizar el tiempo con una distribución Beta. Cabe acotar que se utilizó un bloque *Tally* para conocer el tiempo en que una entidad permanece en la cola de la comisaría y poder utilizar este valor en análisis posteriores. A continuación, se asignará el atributo *Tipo_Evento* a cada entidad con el bloque *Assign*, donde a partir de esto, se hará una clasificación con el bloque *Branch*. Si el evento es clasificado como interno, se procederá a realizar la búsqueda y revisión de la orden policial utilizando un bloque *Delay* de 0.1 horas, y luego la toma de declaraciones con un bloque *Delay* con tiempo que sigue una distribución Beta; caso contrario, se clasificará al evento no desencadenado internamente en *investigación* o *in-fraganti*, utilizando el bloque *Branch*; para el primer caso se procederá a revisar el informe de investigación, con un bloque *Delay* de 0.3 horas y luego a la toma de declaraciones, de otro modo se procederá de manera inmediata a la toma de declaraciones (ver figura 3.11).

Luego, en el submodelo *Determinacion_De_Culpabilidad*, se le asignará a cada entidad el atributo *Sospechoso_Culpable* con el bloque *Assign*; si el sospechoso es culpable y el delito es clasificado como no grave con el bloque *Branch*, se ubicará al sospechoso en la celda de la comisaría utilizando un bloque *Delay*; si el delito es grave se procederá a poner al sospechoso a disposición judicial y fiscalía con un bloque *Delay* de 0.17 horas y los recursos serán liberados con el bloque *Release*, y las entidades se trasladarán a la estación *Fin*. Para aquellas entidades clasificadas como no sospechosos, se procederá a liberar al sospechoso con un bloque *Delay* de 0.07 horas y, por último de liberará a los recursos con el bloque *Release*, y las entidades pasarán a la estación *Fin* (ver figura 3.12).

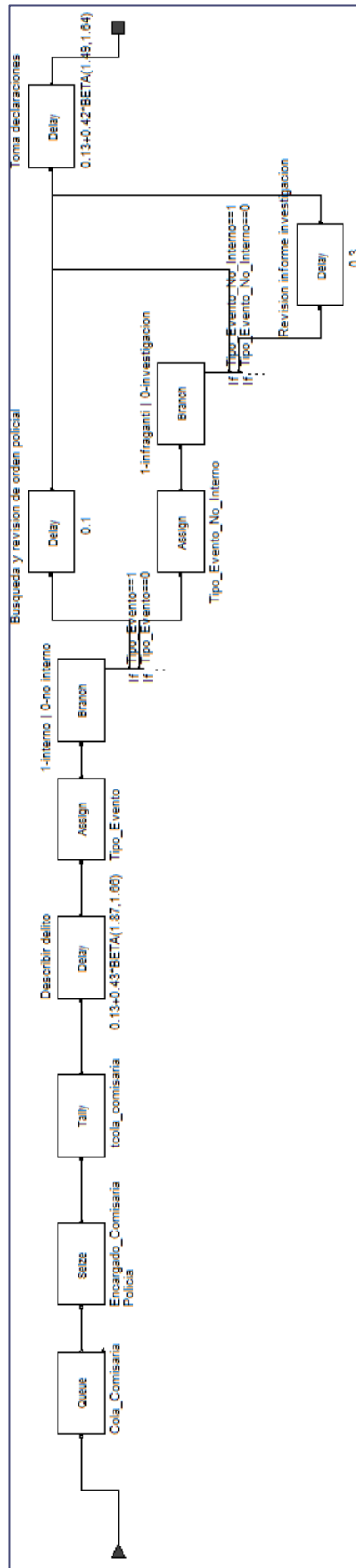


Figura 3.11. Modelamiento del submodelo *Toma_Declaraciones*.
Fuente: Elaboración propia

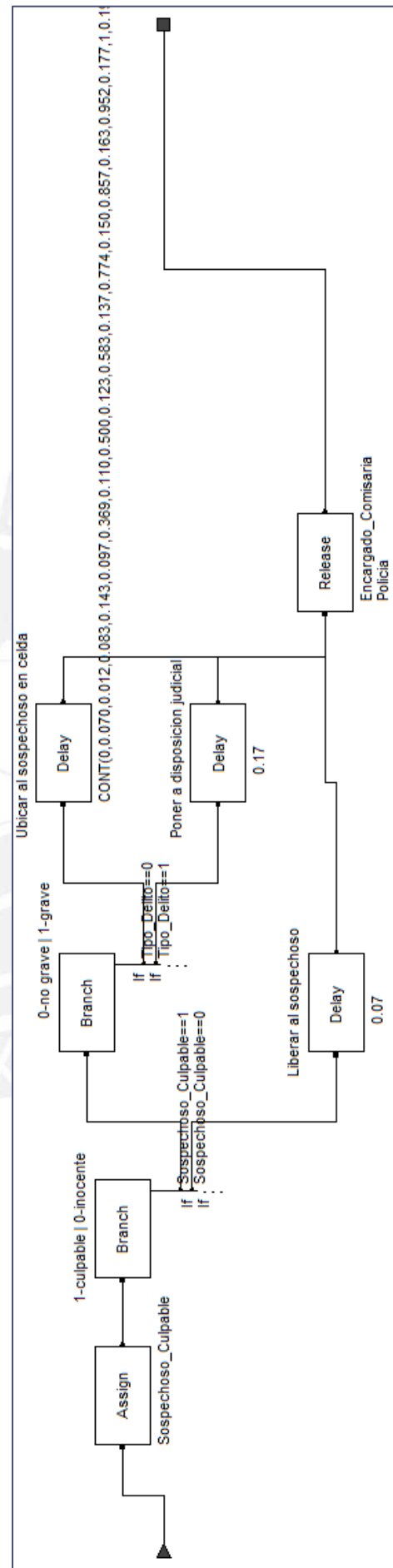


Figura 3.12. Modelamiento del submodelo *Determinación_de_Culpabilidad*.
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la estación Fin, se controlará el tiempo total en sistema que tendrá cada entidad generada utilizando el bloque *Tally*, y se contabilizará el $n_delitos$ totales para cada sector con el bloque *Count*, terminando de esta manera el proceso de simulación con un bloque final *Dispose* (ver figura 3.13).

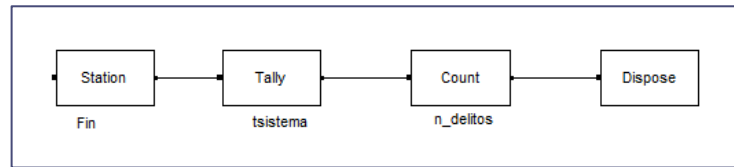


Figura 3.13. Modelamiento de la estación Fin.
Fuente: Elaboración propia

3.5. Análisis y validación de resultados

Para este acápite del presente trabajo, se realizará el proceso de análisis de los datos obtenidos del modelo de simulación, determinando, en principio, que tipo de sistema representa el proceso de “Detención de delincuentes”, y a partir de este primer paso, continuar con el análisis de todo el modelo. Finalmente, se realizará la validación respectiva para comprobar que el modelo sea una buena representación del sistema real.

3.5.1. Definición del tipo de sistema

El sistema estudiado, que comprende el proceso de “Detención de delincuentes e infractores” en el distrito de San Martín de Porres se califica como Sistema No Terminal, debido a que no tiene una condición fija de comienzo ni constante entre réplicas, y no existe un evento definido que indique la finalización de la simulación. En este sentido, la corrida dura un periodo no definido de tiempo, es decir que el sistema podrá ser evaluado en el instante de tiempo deseado, para este caso si se quiere analizar mensual o anualmente; además, las condiciones iniciales no son “importantes”, ya que el delito puede manifestarse en cualquier instante de tiempo y no presenta un inicio como tal.

A partir de lo descrito anteriormente, es necesario que el análisis se sitúe en el comportamiento del estado estacionario del sistema, debido a que, en este instante, cualquier medida de desempeño o indicador estará estabilizada, y, además, cualquier observación registrada en la etapa de transición sesgará los resultados. De esta manera, para el análisis de resultados se utilizará el Método de las Medias de Grupo (*Batch Mean*) en el cual se determinará la longitud de corrida adecuada para el modelo, que permita realizar una mejor validación.

3.5.2. Análisis de Resultados

Para el análisis de resultados se utilizará el Método de las Medias de Grupo empleando el Output Analyzer²¹ de Arena, a partir de los archivos generados con el element DSTATS. Los datos generados al finalizar la corrida, serán referidos a la medida de Tiempo de espera en cola de comisaría, por sector. A continuación se describirá el proceso de análisis para los tiempos en cola en comisaría del sector Pro. El análisis para los demás sectores será descrito en el Anexo 11.

La figura 3.14 muestra el ploteo, generado en el Output Analyzer, del tiempo promedio en cola comisaría, con una longitud de réplica de 3'000,000 horas.

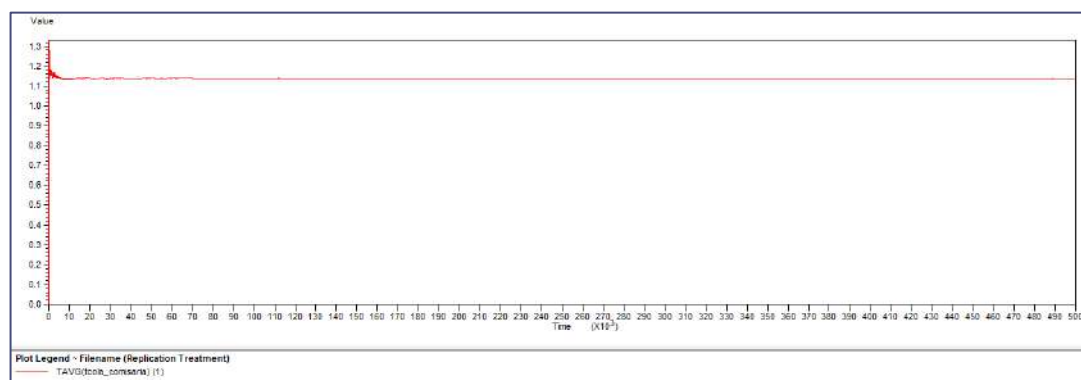


Figura 3.14. Ploteo de TAVG del tiempo en cola comisaría- Sector Pro.
Fuente: Software Output Analyzer

A continuación se procede a aplicar el método de Batch-Means por primera vez, realizando el truncamiento del periodo de calentamiento para así continuar el análisis con el estado estable del sistema. Así, con un periodo de truncamiento de 130'000 horas y batches de tamaño 1500, se obtiene los valores de la figura 3.15.

Batch/Truncate Summary	
TAVG(tcota_comisaria)	
Batched observations stored in file : medias_comisaria.flt	
Initial Time Truncated :	1.3e+005
Number of Batches :	1913
Time Spanned Per Batch :	1500
Trailing Time Truncated :	500
Estimate of Covariance Between Batches :	0.9938

Figura 3.15. Truncamiento del periodo de calentamiento.
Fuente: Software Output Analyzer

Ahora que ya se tiene el periodo estable, se procederá a realizar el Método de Batch-Means por segunda vez, para garantizar que los datos sean independientes. Para ello, se analizará el archivo de medias con el fin de determinar el tamaño de agrupamiento de estas. La figura 3.16 muestra el correlograma correspondiente.

²¹ Herramienta de análisis para los datos de salida del modelo de simulación.

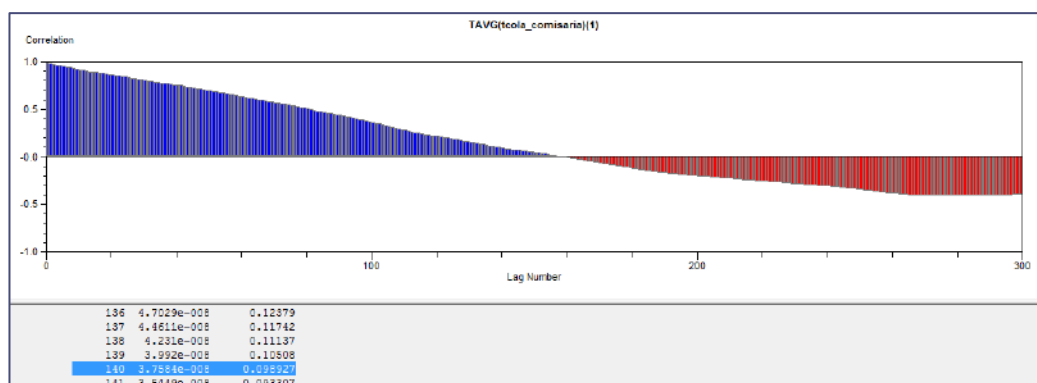


Figura 3.16. Correlograma para el periodo estable.
Fuente: Software Output Analyzer

A partir del gráfico anterior, se observa que el número de observaciones para los batches de medias, en el periodo estable, es de 140, ya que es el primer valor que muestra un índice de correlación mínimo de 10%; con este valor, se puede afirmar que, utilizando el mismo tamaño de grupo para las medias, los promedios a obtenerse siempre serán independientes. De esta manera, se vuelve a aplicar el procedimiento de Medias de Grupo colocando como número de observaciones, por batches, 140 datos. Así se obtiene los valores mostrados en la figura 3.17.

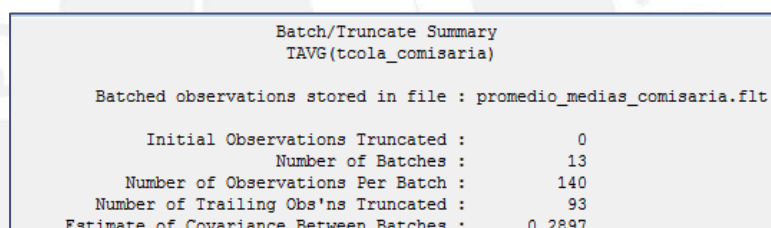


Figura 3.17. Truncamiento a partir de datos del correlograma.
Fuente: Software Output Analyzer

Se observa, que con 140 observaciones por batches (A_2), se obtiene 13 batches (k_2). Con el paso anterior, se considera que el archivo de promedio de medias generado contiene valores independientes, por lo tanto, y a partir de ellos se podrá obtener un valor de h^{22} (halfwidth) para el sistema estudiado. Para obtener este valor, se calculará el intervalo de confianza con un nivel de 95%, ver figura 3.18.

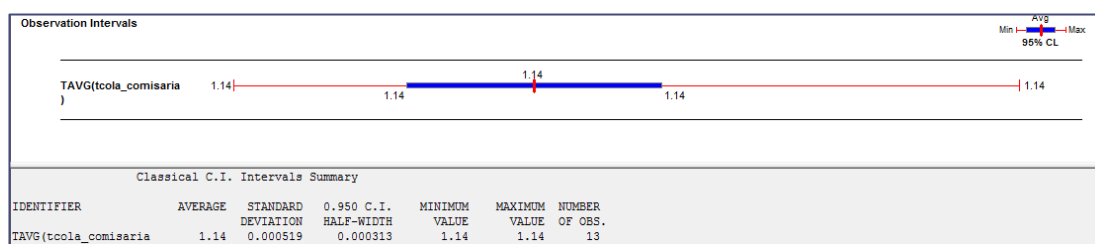


Figura 3.18. Intervalo de confianza variable TAVG tiempo cola comisaría.
Fuente: Software Output Analyzer

²² Mitad de ancho de intervalo.

Al verificar el valor de h , se observa que sí representa una precisión adecuada, ya que es menor que 0.001^{23} , por lo tanto la longitud de réplica inicial es adecuada. Así, la Longitud de Réplica adecuada debe ser igual a 3'000,000 horas.

El mismo análisis ha sido aplicado para los demás sectores, de esta manera, la tabla 3.26 muestra los valores de longitud de réplica necesarios para cada zona del distrito, valores que serán utilizados para determinar la propuesta de mejora en cada zona; sin embargo, para el capítulo de evaluación del proyecto, se utilizará la longitud de réplica que estabiliza a todo el distrito de San Martín de Porres, es decir, 6'000,000 horas.

VARIABLES SECTOR PRO	Truncate Time	Batch Size (A1)	Batch Size of Means (A2)	Groups of means (k2)	h	Longitud de Réplica (L.R.)
T. cola Comisaría Pro	130,000	1,500	140	13	0.000313	3'000,000
T. cola Comisaría Laura Caller	140,000	3000	179	10	0.000720	6'000,000
T. cola Comisaría Sol de Oro	80,000	3000	152	12	0.000614	6'000,000
T. cola Comisaría Independencia	190,000	2000	154	12	0.000439	4'000,000
T. cola Comisaría Santa Luzmila	120,000	2000	150	12	0.000218	4,000,000
T. cola Comisaría S.M.P.	180,000	1500	151	12	0.00174	3'000,000
T. cola Comisaría Condevilla	90,000	1500	125	15	0.000644	3,000,000
T. cola Comisaría Barboncitos	40,000	2000	247	10	0.000444	4,000,000
T. cola Comisaría Ingunza	50,000	2750	194	10	0.000419	5,500,000

Tabla 3.26. Cálculo de Longitud de Réplica del Modelo.
Elaboración propia

3.5.3. Validación de resultados

A partir del análisis del estado estable del sistema estudiado, se procederá a comparar los resultados obtenidos en la simulación con los datos reales de modo que se pueda comprobar que el modelo diseñado representa correctamente a la

²³ Valor de Half-width que permitirá obtener un promedio de tiempo en el sistema más cercano a la media obtenida de los datos, aproximadamente en 2 segundos de variación.

realidad. Para ello, y como los valores de Half-width son confiables, se procederá a verificar que los datos reales se encuentren en ese intervalo de confianza, si esto sucede, significa que el modelo es válido para representar la realidad. La tabla 3.27 presenta el resumen de los intervalos de confianza y los valores reales a comparar.

VARIABLE	VALOR REAL	INTERVALO DE CONFIANZA	VALIDACIÓN
Tiempo cola Comisaria Pro	68 min	[1.135 horas ; 1.144 horas] = [68 min ; 68.64 min]	68 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Laura Caller	75.5 min	[1.255 horas ; 1.264 horas] = [75.3 min ; 75.84 min]	75.5 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Sol de Oro	89 min	[1.48 horas ; 1.491 horas] = [88.92 min ; 89.46 min]	89 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Independencia	77 min	[1.283 horas ; 1.297 horas] = [76.98 min ; 77.82 min]	77 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Santa Luzmila	66.5 min	[1.105 horas ; 1.114 horas] = [66.3 min ; 66.84 min]	66.5 € I.C.
Tiempo cola Comisaria S.M.P.	121 min	[2.015 horas ; 2.034 horas] = [120.9 min ; 122.04 min]	121 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Condevilla	68 min	[1.13 horas ; 1.14 horas] = [67.8 min ; 68.4 min]	68 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Barboncitos	71 min	[1.172 horas ; 1.184 horas] = [70.32 min ; 71.04 min]	71 € I.C.
Tiempo cola Comisaria Ingunza	53 min	[0.8875 horas ; 0.8894 horas] = [53.25 min ; 53.364 min]	53 € I.C.

Tabla 3.27. Cálculo de Longitud de Réplica del Modelo.
Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 3.27, todos los valores reales se encuentran dentro del intervalo de confianza obtenido en el análisis de los datos de salida. En conclusión, el modelo es confiable para representar adecuadamente al sistema real.

3.6. Propuesta de mejora

La presente sección detallará los pasos a seguir para obtener la solución óptima del sistema estudiado, en el distrito de San Martín de Porres, utilizando la herramienta OpQuest del software Arena.

A continuación, se realizará el análisis de la propuesta de mejora para el sector Pro utilizando el tiempo de réplica determinado en el acápite anterior. Los demás sectores serán analizados, de la misma manera, en el Anexo 12.

3.6.1. Definición de controles

Son aquellas variables sobre las que se tiene control en el sistema. La tabla 3.28 muestra un resumen de los *controls* utilizados, junto a los valores mínimos y

máximos que cada uno de ellos puede tomar. Además, la figura 3.19 muestra los *controls* colocados en el OptQuest para el posterior análisis.

CONTROL	VALOR MÍNIMO (unidades)	VALOR MÁXIMO (unidades)
Número de policías	19	28
Número de serenos	16	25
Número de encargados de policías	3	9
Número de patrulleros	6	10
Número de motos	2	6

Tabla 3.28. Rango de valores para los *controls*.

Controls Summary									
Included	Category	Name	Element Type	Type	Low Bound	Suggested	High Bound	Step	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	None	Encargado_C...	Resource	Discrete	3	6	9	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	None	Moto	Resource	Discrete	2	4	6	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	None	Patrullero	Resource	Discrete	6	8	10	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	None	Policia	Resource	Discrete	19	22	28	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	None	sector	Variable	Discrete	1	1	1	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	None	Sereno	Resource	Discrete	16	19	25	1	

Figura 3.19. Controls utilizados en el Optquest.
Fuente: OptQuest for Arena

3.6.2. Definición de respuestas

Son aquellas variables cuyo valor deriva exactamente del modelo. Para este caso, los *responses* serán, el tiempo promedio de espera en cola para ser atendidos en comisaría, el tiempo total del sistema y el número de delitos no atendidos.

La tabla 3.29 muestra los nombres de los *responses* a utilizar, junto al valor promedio actual y el valor esperado al cual se desea reducir. Además, la figura 3.20 muestra los *responses* colocados en el OptQuest para el análisis.

RESPONSES	VALOR PROMEDIO	VALOR ESPERADO
Tiempo en cola Comisaría	1.13 horas	1 hora aprox.
Tiempo total del sistema	2.5 horas	2.03 horas aprox.
Número de delitos no atendidos	550	450

Tabla 3.29. *Responses* del sistema.

Responses Summary				
Included	Category	Data Type	Name	Response Type
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitos_no_atendidos_Po_G	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitos_no_atendidos_Po_NG	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitos_no_atendidos_Se_G	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitos_no_atendidos_Se_NG	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitosG_no_atendidos_patrullero	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		n_delitosNG_no_atendidos_patrullero	Counter Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		tcola_comisaria	Tally Value
<input checked="" type="checkbox"/>	None		tsistema	Tally Value

Figura 3.20. Responses utilizados en el Optquest.
Fuente: OptQuest for Arena

3.6.3. Definición de restricciones

A partir de los controles y respuestas que fueron definidos anteriormente, se planteará las restricciones del modelo. Con ello se desea lograr una reducción del tiempo en cola en comisaría y del tiempo promedio en sistema. La figura 3.21 muestra las *restricciones*²⁴ colocadas en el OptQuest para el análisis.

Constraints Summary				
Included	Name	Type	Description	Expression
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 1	Linear	Recursos	[Policia] + [Serenos] <= 50
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 2	NonLinear	Tiempo_cola_comisaria <= 70 min	[cola_comisaria] <= 1.16
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 3	NonLinear	Tiempo_sistema <= 121 min	[sistema] <= 2.02

Figura 3.21. Restricciones utilizadas en el Optquest.
Fuente: OptQuest for Arena

3.6.4. Objetivo

Finalmente se procede a establecer el objetivo de la optimización el cual será minimizar los delitos no atendidos en el sistema. Es decir, la función objetivo permitirá mejorar la productividad de los recursos de seguridad ciudadana, ya que se podrá cubrir la mayor cantidad de crímenes. Los responses correspondientes fueron descritos con anterioridad, y la figura 3.22 muestra la función objetivo.

Objectives Summary					
Included	Name	Type	Goal	Description	Expression
<input checked="" type="checkbox"/>	Objective 1	NonLinear	Minimize	Delitos_no_atendidos	[n_delitos_no_atendidos_Po_G] + [n_delitos_no_atendidos_Po_N...

Figura 3.22. Función objetivo en el Optquest.
Fuente: OptQuest for Arena

3.6.5. Resultados

A partir de la definición de todos los parámetros para realizar la optimización, se procede a correr el modelo, con el tiempo de réplica de 6'000,000 horas, para obtener la solución óptima. La figura 3.23 muestra los valores óptimos que necesita el sector Pro para minimizar la cantidad de delitos no atendidos en la zona.

Best Solutions									
Included	Simulation	Objective Value	Status	Encargado_Comisaria	Moto	Patrullero	Policia	sector	Serenos
<input checked="" type="checkbox"/>	17	532	Feasible	6	3	7	21	1	18
<input type="checkbox"/>	22	532	Feasible	9	6	10	28	1	18
<input type="checkbox"/>	1	532	Feasible	6	4	8	22	1	19
<input type="checkbox"/>	2	532	Feasible	6	4	8	24	1	21

Figura 3.23. Soluciones óptimas del modelo en el Optquest.
Fuente: OptQuest for Arena

²⁴ La restricción del tiempo en sistema se fundamenta en el hecho que un policía o sereno mejoraría su productividad, ya que podría encargarse de más delitos que puedan suscitarse. Por ello el tiempo en el sistema debe ser menor a 70 min., ya que de esta manera se mejoraría el servicio en general y así un agente podría atender más delitos.

Como se ha descrito durante todo el presente trabajo, el distrito de San Martín de Porres está compuesto de 9 sectores. Por lo tanto, y partir de los resultados obtenidos en el Anexo 6, la tabla 3.30 muestra la cantidad de recursos que cada sector necesita para reducir la cantidad de delitos no atendidos en su zona respectiva.

SECTOR	POLICIA			SERENAZGO		MEDIOS TRANSPORTE	
	PERSONAL COMISARÍA	PATRULLAJE	POLICIAS EN CALLES	SERENOS EN CALLES	PATRULLAJE	PATRULLEROS	MOTOS
PRO	6	9	21	18	3	7	3
LAURA CALLER	6	9	20	19	3	12	4
SOL DE ORO	6	9	25	22	3	7	4
INDEPENDENCIA	6	9	25	22	3	8	4
SANTA LUZMILA	6	9	20	15	3	8	3
SAN MARTÍN DE PORRES	9	9	25	22	3	9	6
CONDEVILLA SEÑOR	6	9	19	16	3	9	4
BARBONCITOS	6	9	22	16	3	9	5
INGUNZA	6	9	19	16	3	7	4

Tabla 3.30. Solución óptima para el sistema.
Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos, se observa que la cantidad de recursos asignados en cada zona debe aumentar para lograr el objetivo de minimización de delitos no atendidos. Como consecuencia, los costos destinados a seguridad ciudadana del distrito aumentarán debido a nueva la adquisición de medios de transporte, y a los sueldos de aquellos policías y serenos que serán asignados a cada sector, según la propuesta definida. Sin embargo, es necesario saber que a pesar que los costos puedan aumentar, la nueva distribución de recursos mejorará indudablemente la seguridad ciudadana del distrito de San Martín de Porres, ya que de esta manera se podrá cubrir la mayor cantidad de actos delictivos que se presenten y así los ciudadanos podrán sentirse más seguros al caminar por las distintas calles del distrito. En el siguiente capítulo se realizará la evaluación económica esta nueva distribución de recursos para conocer la viabilidad o no de la propuesta planteada.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

En el cuarto capítulo se desarrollará la evaluación técnica y económica de la propuesta de mejora desarrollada en el acápite anterior. Primero se realizará la evaluación técnica, donde se medirá el grado de impacto que tendrá el nuevo modelo propuesto en uno de los índices de eficacia más usados por el distrito de San Martín de Porres: la cantidad de delitos no atendidos en cada sector. En segundo lugar, y a partir de lo anterior, se realizará un análisis económico, en el cual se determinará la inversión requerida para implementar el proyecto, además de evaluar su factibilidad hallando el Valor Actual Neto (VAN).

4.1. Evaluación Técnica

Uno de los principales problemas que aqueja al distrito de San Martín de Porres es la cantidad de delitos no atendidos por los recursos de seguridad ciudadana que cada sector tiene designado, de forma que los ciudadanos se sienten inseguros no solo por el hecho de ser víctimas de algún delito, sino también por la falta de atención que puedan recibir ellos mismos. Es por ello que se realizará una evaluación de la cantidad de delitos no atendidos antes y después de implementar la propuesta de mejora planteada, de modo que se pueda observar el nivel de impacto que tendrá la propuesta en el sistema actual (ver tabla 4.1).

SECTOR	N° delitos no atendidos (Sistema Actual)	N° delitos no atendidos (Sist. Propuesto)	Variación (%)
PRO	1,064	522	-50.9%
LAURA CALLER	5,617	2,397	-57.3%
SOL DE ORO	7,638	3,876	-49.3%
INDEPENDENCIA	7,662	3,964.5	-48.3%
SANTA LUZMILA	18	8	-55.6%
SAN MARTÍN DE PORRES	45,304	21,482	-52.6%
CONDEVILLA SEÑOR	7,104	3,396	-52.2%
BARBONCITOS	1,605	820.5	-48.9%
INGUNZA	93	38	-58.8%

Tabla 4.1. Variación del n° delitos no atendidos por sector.
Elaboración propia

Como se puede observar, y cabe acotar que el tiempo de simulación utilizado para la comparación se basa en el tiempo necesario para estabilizar el sistema, la cantidad de delitos no atendidos ha disminuido significativamente en todos los sectores del distrito. Se analizó la variación en todo el distrito de San Martín de Porres, observándose que la cantidad de delitos no atendidos se ha reducido en un 52.0% tal y como se muestra en la tabla 4.2.

DISTRITO	N° delitos no atendidos (Sistema Actual)	N° delitos no atendidos (Sist. Propuesto)	Variación General (%)
SAN MARTÍN DE PORRES	76,105	36,504	-52.0%

Tabla 4.2. Variación del n° delitos no atendidos en S.M.P.
Elaboración propia

De esta manera se concluye que la propuesta de mejora basada en la redistribución de recursos de seguridad ciudadana en el distrito, ha mejorado significativamente.

4.2. Evaluación Económica

Para esta sección, se estimará la inversión y los costos necesarios para ejecutar la propuesta de mejora planteada, de manera que, posteriormente, se pueda evaluar la viabilidad económica del proyecto calculando la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) del mismo.

4.2.1. Presupuestos de egresos relevantes

Para implementar la propuesta de mejora, el distrito de San Martín de Porres y la Municipalidad de Lima, deberán invertir en la compra de recursos materiales y tecnológicos a utilizar, así como en la contratación del nuevo personal que se necesitará para cubrir las necesidades de seguridad ciudadana en el distrito.

La tabla 4.3 muestra la inversión requerida para los bienes materiales y tecnológicos a adquirir según la propuesta de mejora planteada. En este caso se necesitarán patrulleros y motos, además de la compra del *Arena Software Simulation*, programa que será útil para realizar la simulación.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ADICIONAL	PRECIO UNIT. (S/)	COSTO TOTAL (S/)
Patrulleros²⁵	14	S/ 132,352.94	S/ 1,852,941.18
Motos²⁶	15	S/ 25,020.70	S/ 375,310.50
Software Arena Standard²⁷	1	S/ 144,720.00	S/ 144,720.00
INVERSIÓN TOTAL			S/ 2,372,971.68

Tabla 4.3. Inversión para la propuesta de mejora.
Elaboración propia

²⁵ Valor recuperado de *El Comercio* - "Perú compra más de 2 mil patrulleros inteligentes a Corea". Se menciona que se adquirió 2,108 patrulleros a 279 millones de soles, entonces: 279 millones / 2,108 patrulleros = 132,352.94 soles cada uno.

²⁶ Valor recuperado de *Infodefensa.com* - "La Policía Nacional del Perú adquiere más de 2000 motocicletas". Se menciona que se adquirió 255 motocicletas de 660cc a 10'872,417.66 soles, entonces: 10'872,417.66 / 255 motocicletas = 42,636.93 soles cada una.

²⁷ Anexo 13 muestra la cotización. Monto igual a USD \$ 43,200 (incluye Output Quest). Tipo de cambio al 26 de Octubre de 2016 igual a 3.35 soles por dólar.

Por otro lado, se incurrirá en gastos del nuevo personal a contratar para ejecutar la propuesta de mejora. La tabla 4.4 muestra el sueldo que cada uno de ellos percibirá incluyendo, según El Peruano (2016), bonificaciones de 3,000 soles²⁸ anuales.

DESCRIPCIÓN	SUELDO MENSUAL UNIT. (S/)	SUELDO ANUAL UNIT. (S/)	COSTO UNIT. (S/)
Policías²⁹	S/ 2,755	S/ 33,060	S/ 36,060.00
Serenos³⁰	S/ 1,200	S/ 14,400	S/ 17,400.00
Encargado de Comisaría³¹	S/ 2,626	S/ 31,512	S/ 34,512.00

Tabla 4.4. Costo anual por personal adicional.
Elaboración propia

A partir de la tabla 4.4, junto a la cantidad de personal adicional requerido, la tabla 4.5 muestra el costo total anual en el que se incurrirá por implementar la propuesta de mejora.

DESCRIPCIÓN	CANT. ADICIONAL	COSTO UNIT. (S/)	COSTO TOTAL ANUAL (S/)
Policías³²	28	S/ 36,060.00	S/ 1'009,680.00
Serenos³³	28	S/ 17,400.00	S/ 487,200.00
Encargado de Comisaría³⁴	30	S/ 34,512.00	S/ 1'035,360.00
COSTO TOTAL ANUAL			S/ 2,532,240.00

Tabla 4.5. Costos incurridos por personal adicional.
Elaboración propia

Además, cabe señalar que el proyecto tendrá un horizonte de 5 años debido a que la SINASEC evalúa los proyectos de mejora en ese mismo horizonte, describiendo las mejoras significativas alcanzadas en los nuevos Planes de Seguridad Ciudadana Nacional desarrollados cada 5 años.

4.2.2. Presupuestos de ingresos relevantes

El sistema evaluado está referido al distrito de San Martín de Porres, el cual es una entidad que no percibe ingresos directos, pero que sí recibe 6'700,000³⁵ soles anualmente como parte de lo designado por el gobierno y la misma municipalidad

²⁸ Bonificaciones que otorga el Estado es de aproximadamente 3000 soles anuales, lo que incluye bonos por gratificación, escolaridad, por retardo en ascenso y compensaciones.

²⁹ Sueldo de un suboficial de tercera iniciando su carrera policial.

³⁰ Sueldo de un sereno a pie en Lima Metropolitana.

³¹ Sueldo de un suboficial de segunda.

³² Sueldo de un suboficial de tercera iniciando su carrera policial.

³³ Sueldo de un sereno a pie en Lima Metropolitana.

³⁴ Sueldo de un suboficial de segunda.

³⁵ Monto recuperado del Plan Local de Seguridad Ciudadana de San Martín de Porres 2016, pag.90.

para afrontar los gastos de seguridad ciudadana; es decir, 558,333 soles mensuales aproximadamente. Sin embargo, es necesario establecer una fuente de ingreso relevante, el cual permita evaluar la factibilidad del proyecto en mención.

Para este caso, no se tomará como fuente de ingreso el monto mencionado líneas arriba, sino el total de ahorro en pérdidas materiales que ocasionaría la disminución de los delitos no atendidos en el distrito. De esta manera se presenta la tabla 4.5, donde se muestra que el monto promedio robado por los delincuentes asciende a 810 soles por cada acto delictivo cometido.

OBJETO	PRECIO UNIT. (S/)
Celular	S/ 3,000
Retiros bancarios	S/ 1,500
Cartera	S/ 100
Bicicleta	S/ 600
Billetera	S/ 150
Mochila	S/ 80
Laptop	S/ 900
Zapatillas	S/ 150
MONTO PROMEDIO	S/ 810

Tabla 4.6. Promedio de monto robado por objetos.

Fuente: MUJICA, Jaris, ZEVALLOS, Nicolás, LOPEZ, Noam, y PRADO, Bertha

Además, es necesario conocer la cantidad de delitos que, luego de implementar la propuesta planteada, sí serían atendidos por la nueva distribución de los recursos de seguridad ciudadana. Para ello, se utilizará un horizonte de 5 años de evaluación, tal y como se mencionó en la anterior sección, para obtener los valores de disminución de delitos no atendidos, por sector y en todo el distrito, mostrados en la tabla 4.6.

SECTOR	N° delitos no atendidos (Sistema Actual)	N° delitos no atendidos (Sist. Propuesto)	Diferencia
PRO	536	263	273
LAURA CALLER	2,829	1,207	1,622
SOL DE ORO	3,847	1,952	1,895
INDEPENDENCIA	3,859	1,997	1,862
SANTA LUZMILA	9	4	5
SAN MARTÍN DE PORRES	22,820	10,820	11,999
CONDEVILLA SEÑOR	3,578	1,711	1,868
BARBONCITOS	808	413	395
INGUNZA	47	19	27
TOTAL DISTRITO	38,334	18,387	19,947

Tabla 4.7. Variación del n° delitos no atendidos en 5 años.

Elaboración propia

De esta manera se puede concluir que, aproximadamente, se atenderán 3,990 delitos adicionales de los que actualmente son atendidos, anualmente, en todo el distrito de San Martín de Porres. Así, multiplicando el monto promedio robado en un delito por la cantidad de delitos que serían atendidos con el sistema propuesto, se obtiene el ahorro anual mostrado en la tabla 4.7.

DATOS	VALOR	AHORRO ANUAL
Monto promedio robado	S/ 810.00	S/ 3,231,900
N° delitos adicionales atendidos (anual)	3,990	

Tabla 4.8. Variación del n° delitos no atendidos en 5 años.
Elaboración propia

4.2.3. Tasa Social de Descuento

Comúnmente para evaluar de factibilidad de un proyecto, es necesario estimar el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC, por sus siglas del inglés *Weighted Average Cost of Capital*). Sin embargo, como la propuesta evaluada tiene la finalidad de mejorar el servicio de seguridad ciudadana que brinda el Estado al distrito de San Martín de Porres, la evaluación de este proyecto se realizará desde un punto de vista social.

A partir de lo anterior, y considerando los Parámetros de Evaluación que el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) considera que debe aplicarse a cualquier proyecto social en el Perú, se tomará como Tasa de Descuento al valor mostrado en la tabla 4.9. Como el MEF (2014) menciona, esta tasa representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos de la economía para financiar sus proyectos.

NOTACIÓN	VALOR ACTUAL
<i>Tasa de Descuento</i>	9%

Tabla 4.9. Valor de la Tasa de Descuento para el proyecto propuesto.
Fuente: MEF (2014).

4.2.4. Flujo de caja

A partir de los datos obtenidos sobre los ingresos (beneficios) y egresos (costos) del proyecto, se procede a realizar el flujo de caja del proyecto, el cual se muestra en la tabla 4.10 y en la figura 4.1.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro obtenido		3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00
Ingresos	-	3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00	3,231,900.00
Patrulleros	1,852,941.18	-	-	-	-	-
Motos	375,310.50	-	-	-	-	-
Software Arena	144,720.00	-	-	-	-	-
Sueldos Anuales		2,532,240.00	2,532,240.00	2,532,240.00	2,532,240.00	2,532,240.00
Egresos	-2,372,971.68	-2,532,240.00	-2,532,240.00	-2,532,240.00	-2,532,240.00	-2,532,240.00
Flujo final del periodo	-2,372,971.68	699,660.00	699,660.00	699,660.00	699,660.00	699,660.00

Tabla 4.10. Flujo de caja para el proyecto propuesto.
Elaboración propia

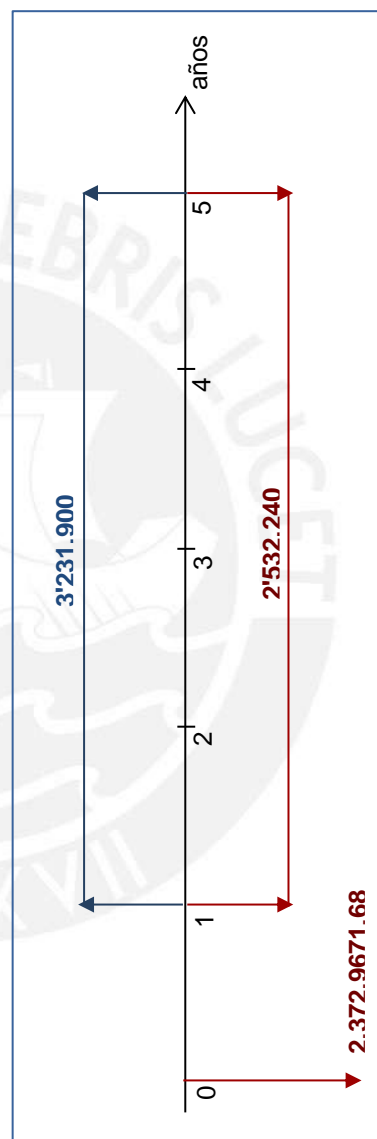


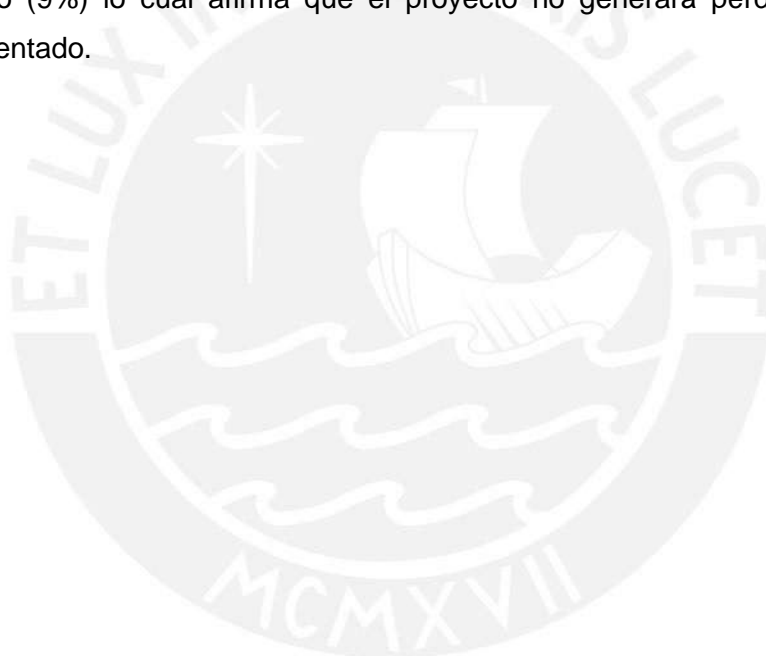
Figura 4.1. Flujo de caja del proyecto propuesto.
Elaboración propia

Considerando el flujo de caja realizado y la Tasa de Descuento del proyecto, se obtiene el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto mostrados en la tabla 4.11.

RATIO	VALOR
TIR	15%
VAN	S/ 348,461.72

Tabla 4.11. Ratios obtenidos para el proyecto propuesto.
Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, y, debido a que el VAN es mayor a 0, se puede concluir que la propuesta de mejora es rentable y generará beneficios al distrito de San Martín de Porres; además el TIR es mayor a la Tasa de Descuento del proyecto (9%) lo cual afirma que el proyecto no generará pérdidas cuando sea implementado.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones para el diagnóstico y mejora del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de San Martín de Porres, a partir de la redistribución de los recursos asignados.

5.1. Conclusiones

A partir de lo desarrollado en los capítulos anteriores, se puede concluir lo siguiente:

- El Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana (SINASEC) es el conjunto de organismos que garantiza la seguridad y paz para los ciudadanos en el Perú, promoviendo además la participación ciudadana. Dentro de este sistema se despliega algunos indicadores que miden la situación de seguridad en la que se encuentra el país. En términos de victimización, se obtiene que, aproximadamente, existen 846 denuncias de delitos por 100 mil habitantes en el Perú, cifra que seguirá en aumento; además, la población en general, muestra un índice de percepción de inseguridad ciudadana próxima al 50% lo cual genera un problema de confianza hacia los agentes de seguridad que están encargados de garantizar el bienestar para la sociedad.
- Uno de los distritos con mayores problemas en términos de seguridad ciudadana es San Martín de Porres. Este distrito, cuenta con un policía por cada 2,089 habitantes, cifra alarmante comparada a lo recomendado por la ONU, un policía por cada 250 pobladores. Debido a esta falta de seguridad, el número de delitos se incrementa a través de los años, llegando a cifras como 4,741 delitos denunciados para el año 2013. Como consecuencia, la percepción de inseguridad indica que el 82.8% de los ciudadanos del distrito se sienten inseguros al transitar por las diferentes calles de la zona, originando, asimismo, que el nivel de confianza hacia los agentes de seguridad disminuya considerablemente. De esta manera, para el año 2012, el serenazgo del distrito obtuvo un 21.8% de confianza, cifra similar a lo logrado por los policías asignados al distrito, 22%.
- Al realizar un diagnóstico completo del servicio en el distrito de San Martín de Porres, desde el mapa de procesos hasta las causas de los problemas más frecuentes que este presenta, se obtuvo que, para contrarrestarlos,

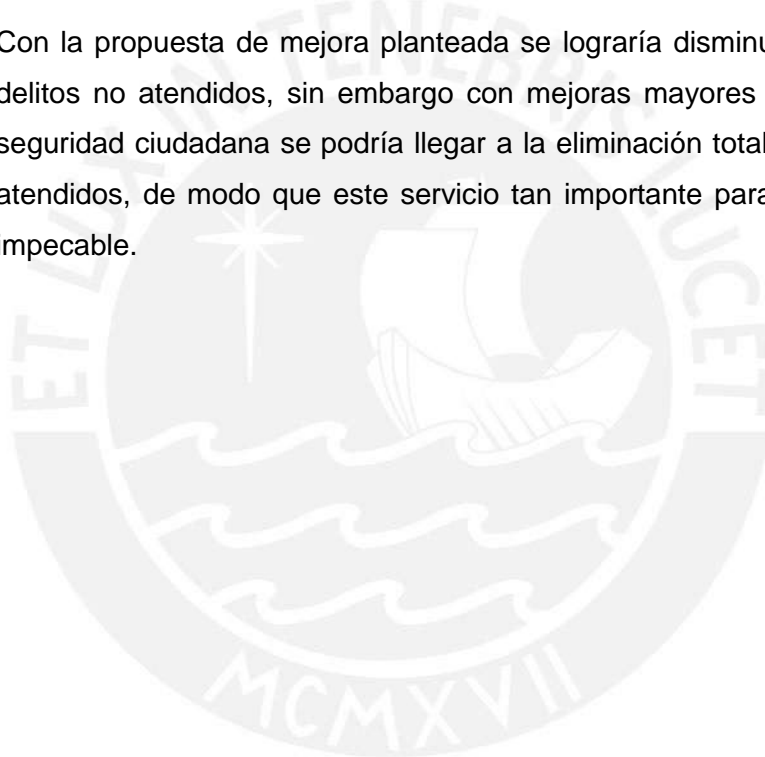
debía redistribuirse los recursos humanos y materiales que velan por la seguridad ciudadana del distrito. Siendo así, se utilizaría un modelo de simulación de eventos discretos que permita determinar la cantidad necesaria de policías, serenazgos, medios de transporte, etc., que sean adecuados para cubrir las necesidades de seguridad que requiere el distrito de San Martín de Porres.

- La propuesta de mejora fue validada utilizando el valor real de los tiempos en cola que generan las comisarías en las distintas zonas del distrito. Siendo así, a través del modelo de simulación, se concluyó que se debía aumentar la cantidad de recursos humanos del distrito en 20% aproximadamente, entre policías y serenos; y 40% más, entre motos y patrulleros. Además se obtuvo que, la implementación de esta mejora, permite reducir en un 52% la cantidad de delitos no atendidos por la policía y el serenazgo que actualmente resguarda al distrito de San Martín de Porres.
- La inversión total requerida es de S/ 2,372,971.68, la cual comprende la compra de nuevos patrulleros y motos, y la adquisición de la licencia de Arena Simulation Software para ejecutar el modelo de simulación; además, se estima que anualmente se generará un egreso de S/ 2,532,240.00 referente a los sueldos de los nuevos recursos humanos que serán asignados al distrito. Por otro lado se considera que, luego de implementar la propuesta de mejora, se conseguirá un ahorro anual de S/ 3,231,900.00 considerando la cantidad de delitos adicionales que podrán ser atendidos, y el monto que puede perder una persona víctima de un delito.
- Finalmente, con un horizonte de evaluación de 5 años, el proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 15% y un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 348,461.72, lo cual comprueba que la propuesta de mejora es viable económicamente.

5.2. Recomendaciones

El modelo de simulación propuesto se basa en encontrar la distribución correcta de los recursos de seguridad ciudadana que existe en cada zona del distrito de San Martín de Porres; sin embargo se puede llegar a ámbitos mayores, considerando algunos aspectos.

- Realizar estudios de localización, utilizando Investigación Operativa, de los lugares de ubicación donde actualmente están colocadas las cámaras de seguridad y las casetas de seguridad, de modo que el análisis general pueda ser más detallado y pueda cubrir mayores calles del distrito.
- El modelo de simulación puede aplicarse a los demás distritos de Lima Metropolitana, de modo que, con un análisis de datos más amplio se pueda abarcar todos los problemas de seguridad ciudadana que actualmente aqueja a la ciudadanía Limeña.
- Realizar simulaciones con longitudes de réplica mayores a los ejecutados, de manera que el análisis del sistema pueda ser más exhaustivo y así la detección de las fallas sea más evidente.
- Con la propuesta de mejora planteada se lograría disminuir un 52% de los delitos no atendidos, sin embargo con mejoras mayores en el servicio de seguridad ciudadana se podría llegar a la eliminación total de los delitos no atendidos, de modo que este servicio tan importante para la sociedad sea impecable.



BIBLIOGRAFÍA

ACEROS AREQUIPA S.A.

2015 "Eliminación del ondulado en la fabricación de barras corrugadas de 6mm en la planta de laminación N°2". Recuperado el 14 de Junio de 2016, de http://www.cdi.org.pe/pdf/PNC_2015/RGPM/ACEROS%20AREQUIPA%20IP.pdf

AITECO CONSULTORES

2012 "Diagrama Pareto – Herramientas de Calidad". España 2012. Véase: < <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>>

AZARANG, Mohammad, GARCIA, Eduardo

1996 "Simulación y análisis de Modelos Estocásticos". Primera edición. México: Editorial McGRAW-HILL Interamericana.

BASOMBRIÓ, Carlos

2014 "Inseguridad ciudadana: En distritos populosos es donde hay menos policías". Perú21. Lima, 6 de mayo. Consulta: 19 de marzo de 2015. Véase: <http://peru21.pe/actualidad/carlos-basombrio-inseguridad-no-se-resolvera-mas-policias-calles-2181983>

BARCELÓ, Jaime

1996 "Simulación de sistemas discretos". Primera edición. Madrid: Editorial Isdefe.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)

2015 "¿Cuál es el retorno mínimo exigido por invertir en una Entidad Financiera Peruana?". Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-151/moneda-151-04.pdf>

BELTRÁN, Fabián, OROZCO, Héctor, LANDASURI, Víctor

2015 "Simulación 3D basada en agentes de robo y asalto a transeúntes". Recuperado el 20 de Junio de 2016, de http://www.rcs.cic.ipn.mx/2015_107/Simulacion%203D%20basada%20en%20agentes%20de%20robo%20y%20asalto%20a%20transeuntes.pdf.

BERNAL, Josué

2015 "Tratamiento de la depreciación para efectos tributarios". Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de http://aempresarial.com/web/revitem/1_15254_11584.pdf

BERNAL, Luis, DORNBERGER, Utz, SUVELZA, Jorge

2009 "Quality Function Deployment (QFD) para servicios". Recuperado el 21 de Abril de 2016, de http://www.conoscope.org/fileadmin/user_upload/Downloads/Guia_QFD_Servicios.pdf

CARBAJAL LÓPEZ, Eduardo

2016 "Simulación de Sistemas" [diapositivas]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

CLEMENTE MOQUILLAZA, Luis Alfredo Manuel

2008 “Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación”. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD CIUDADANA – CONASEC

2011 “Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2011”. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de https://www.oas.org/dsp/documentos/politicas_publicas/Peru_2011_plan_nacional.pdf

CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO

2011 “Informe 2011”. Santiago de Chile, p. 72.

COSS BU, Raúl

2003 “Simulación: Un enfoque práctico”. Primera edición. México: Editorial Limusa.

DONNEYS, Federico

2009 “Construcción de Indicadores”. Colombia 2009. Véase: <http://indicabsc.weebly.com/construccion-acuten-de-indicadores.html>

EL COMERCIO

2014 “Conoce cuántos delitos se cometieron en tu distrito”. El Comercio. Lima, 05 de diciembre. Consulta: 01 de abril de 2016. Véase: <http://elcomercio.pe/lima/seguridad/conoce-cuantos-delitos-se-cometieron-tu-distrito-noticia-1776369>

EL COMERCIO

2015 “Presupuesto para seguridad aumentó en 82% en cinco años”. El Comercio. Lima, 15 de octubre. Consulta: 21 de mayo de 2016. Véase: <http://elcomercio.pe/lima/seguridad/presupuesto-seguridad-aumento-82-cinco-anos-noticia-1848448>

EL COMERCIO

2015 “Perú compra más de 2 mil patrulleros inteligentes a Corea”. Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/peru-compra-mas-2-mil-patrulleros-inteligentes-corea-noticia-1867554>

EL CONFIDENCIAL

2015 “De Islandia a Japón: estos son los diez países más seguros del mundo”. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de http://www.elconfidencial.com/mundo/2015-01-20/estos-son-los-paises-mas-seguros-del-mundo-y-mejor-valorados-por-la-poblacion_625343/

EL PERUANO

2015 “Decreto Supremo N° 93-2016-EF”. Recuperado el 01 de Marzo de 2017, de <http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/aprueban-disposiciones-y-fijan-montos-por-concepto-de-bonif-decreto-supremo-n-293-2016-ef-1446778-1/>

ERTZAINZA

- 2011 "Proceso de la Detención". Recuperado el 20 de Abril de 2016, de https://www.ertzaintza.net/wps/portal/ertzaintza/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hPN2OP0DA3AwMLD1dLA0dvJ3dv52AjYwsDU6B8pFm8v49nmGmgsaO7o0mos5dPYKCToQEEENAdDrIPpwr3MDOlVluHk6lRsJmbpaWJa6C7ibmhnzncfJA8PvtB8gY4gKOBvp9Hfm6qfkFuhEGmp64jAL_IJXQ!/dl3/d3/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnZ3LZzfSUyzSFVWRjAwOEhFOTBBS0JHS0NTMjM4MDA!/

- FÁBREGAS, Aldo, WADNIPAR, Rodrigo, PATERNINA, Carlos, MANCILLA, Alfonso
2003 "Simulación de sistemas productivos con Arena". Primera edición. Bogotá: Editorial Uninorte.

FERNANDEZ, Luis

- 2015 "Un plato de fondo: Tablero de Gestión con Fichas Indicador". Recuperado el 24 de Mayo de 2016, de <http://www.esan.edu.pe/conexion/bloggers/toolbox/2015/05/plato-fondo-tablero-de-gestion-fichas-indicador/>

GARCÍA, Eduardo, GARCÍA, Heriberto, CÁRDENAS, Leopoldo

- 2006 "Simulación y análisis de sistemas con ProModel". Primera edición. México: Editorial Pearson Educación.

HAMACHER, Kay, KATZENBISSER, Stefan

- 2011 "Public Security: Simulations need to replace conventinal wisdom". Recuperado el 20 de Junio de 2016, de Winter Simulation Conference.

INFODEFENSA.COM

- 2014 "La Policía Nacional del Perú adquiere más de 2.000 motocicletas". Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de <http://www.infodefensa.com/latam/2014/11/20/noticia-policia-nacional-recipientes-motocicletas.html>

INGEMMET: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Peruano

- 2014 "Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero en el Perú". Recuperado el 10 de Abril de 2016, de <https://es.slideshare.net/ingemmet/manual-de-evaluacion-de-recursos-y-potencial-minero-en-el-per>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI

- 2016 "Estadísticas de Seguridad Ciudadana, Julio – Diciembre 2014". Recuperado el 26 de Abril de 2016, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/seguridad-ciudadana_marzo-2015.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

- 2016 "Victimización en el Perú 2010-2015". Recuperado el 27 de Abril de 2016, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1349/Libro.pdf

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO

- 1985 "ISO 5807:1985". Recuperado el 12 de Abril de 2016, de <https://www.iso.org/standard/11955.html>

JAIN, Sanjay, McLEAN, Charles

2009 "Recommended practices for homeland security modeling and simulation". Recuperado el 20 de Junio de 2016, de Winter Simulation Conference.

LEEBOV, Wendy, ERSOZ, Clara, JEAN, M.D.

1993 "Manual de los Administradores de Salud para el Mejoramiento Continuo". Editora Guadalupe Ltda. Santa fe de Bogotá, 1993.

MICHLASKI, Walter

2009 "Técnica de <<Los Cinco Por Qués>> o << ¿Por qué...? Porque...>>". Herramientas de Calidad. Reino Unido 2009. Artículo N°4.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS - MEF

2013 "Guía de Orientación al ciudadano - Proyecto de presupuesto 2014". Lima, Setiembre 2013. Consulta: 21 de mayo de 2016. Véase: <
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/documentac/Guia_Orientacion_PP_TO_2014.pdf>

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS - MEF

2014 "Anexo SNIP 10 – Parámetros de Evaluación". Recuperado el 02 de Marzo de 2017, de
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/anexos/2014/Anexo-SNIP-10-Parámetros-de-Evaluaci-DNMC-04-02-2014-\(4\)-\(3\).pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/anexos/2014/Anexo-SNIP-10-Parámetros-de-Evaluaci-DNMC-04-02-2014-(4)-(3).pdf)

MINISTERIO DEL INTERIOR – MININTER

2013 "Ley N° 27933". Recuperado el 14 de Abril de 2016, de
<http://conasec.mininter.gob.pe/contenidos/userfiles/files/LEY%20N%C2%BA%2027933%282%29.pdf>

MINISTERIO DE SALUD - MINSA

2014 "Matriz de Priorización". 2014. Véase:
<http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/MatrizdePriorizacion.pdf>

MUNICIPALIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

2012 "Acciones y Metas para la Lucha Contra la Inseguridad Ciudadana 2012". Lima 2012, Perú. Consulta: 09 de abril de 2016. Véase:
[http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/GruposTrabajo/2011/grupoSegCiud.nsf/pubsfoto/7F97E018F048C646052579D100692FAB/\\$FILE/SEGURIDADSANMARTIN30-3-2012.PDF](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/GruposTrabajo/2011/grupoSegCiud.nsf/pubsfoto/7F97E018F048C646052579D100692FAB/$FILE/SEGURIDADSANMARTIN30-3-2012.PDF)

MUNICIPALIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

2014 "Plan Local de Seguridad Ciudadana 2014 – SMP". Lima 2014, Perú. Consulta: 09 de abril de 2016. Véase:
http://www.mdsmp.gob.pe/data_files/plan_local_2014_mdsmpp.pdf

MUJICA, Jaris, ZEVALLOS, Nicolás, LOPEZ, Noam, y PRADO, Bertha

2015 "El impacto del robo y el hurto en la economía doméstica: un estudio exploratorio sobre los datos de Lima Metropolitana". Debates en Sociología N°40, pp.127-147. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Lima, Perú.

PACHAMAMA. La voz del sur andino

2016 "Presentan cuadro oficial de aumento salarial para la PNP". Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.pachamamaradio.org/peru/738-presentan-cuadro-oficial-de-aumento-salarial-para-la-pnp>

PFK, NARANJO, Vila

2014 "Boletín de Interpretación Contable y Tributario". Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de http://pkfperu.com/wp-content/uploads/2016/05/Interpretando_24.pdf

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS – PCM

2013 "Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2013-2018". Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <https://www.mininter.gob.pe/pdfs/Plan.Nacional.Seguridad.Ciudadana.2013-2018.pdf>

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS – PCM

2014 "Reglamento de Ley N°27933". Recuperado el 14 de Abril de 2016, de http://www.pcm.gob.pe/seguridadciudadana/wp-content/uploads/2015/02/2014-12-04_ASAJWDOPAGQTXOARLYCW.pdf

ROSS, Sheldon M

2006 "Simulation". Cuarta edición. London: Editorial ELSEVIER.

RRP Noticias

2014 "Así está el Perú 2016: 80% cree que los delitos aumentaron en el último año". Recuperado el 28 de Octubre del 2016 de: <http://rpp.pe/politica/elecciones/asi-esta-el-peru-2016-80-cree-que-los-delitos-aumentaron-en-el-ultimo-ano-noticia-936224>.

SALAZAR LOPEZ, Bryan

2015 "Siete herramientas básicas de Calidad". 2015. Véase: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>

SALAZAR MORALES, Iván Alfredo

2014 "Diagnóstico y mejora para el servicio de atención en el área de Emergencias de un hospital público". Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

SISTEMA NACIONAL DE INVERSIÓN PÚBLICA – SNIP

2013 "Curso en elaboración de estudios de preinversión a nivel de perfil en el marco del sistema nacional de inversión pública, Caso: Seguridad Ciudadana". Recuperado el 18 de Abril de 2016, de http://mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/PRESENTACIONES_julio_ago/seguridad_ciu/Presentaciones_Lineamientos_PIP_Seguridad_Ciudadana.pdf

TOSKANO HURTADO, Gérard Bruno

2005 “El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores”. Tesis de licenciatura en Ciencias Matemáticas con mención en Investigación Operativa. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD

2012 “Diagramas de Flujo”. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208006/sistemas_embebidos_contenido/leccin_no_1__diagramas_de_flujo.html

VALDEZ, Gerardo

2011 “Diagrama de Ishikawa”. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <https://es.slideshare.net/gevalbe/diagrama-de-ishikawa-8527426>

VILCHEZ MARCOS, Franko Rafael

2015 “Diagnóstico y mejora de procesos utilizando simulación de eventos discretos en una empresa de consumo masivo”. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

