

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**MEJORA EN LA PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD CIUDADANA
EN LOS HABITANTES DE UN DISTRITO DE LIMA
METROPOLITANA, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN EN LA
ASIGNACIÓN DE SERENOS**

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

Bradith Alexander Zevallos Murillo

ASESOR: Jonatán Edward Rojas Polo

Lima, mayo de 2019

RESUMEN

La seguridad ciudadana es uno de los temas más tocado a nivel político y social, además que son los factores que determinan la calidad de vida de las personas al igual que la salud y la alimentación, ya que las perturbaciones que generan los problemas de seguridad influyen negativamente en la salud de las personas, ya que incrementa a la par los cuadros de estrés.

Durante el año 2017 el problema más importante para el País fue la seguridad además de ser el segundo con un mayor índice de victimización según un estudio realizado por el Barómetro de las Américas. Por otro lado, se tiene que en el distrito de San Miguel los robos a transeúntes fue el más significativo de las diversas categorías con un 52.86% correspondiente a 240 eventos del año 2018 según la Municipalidad de San Miguel.

En el presente trabajo se busca elaborar una propuesta de mejora para el sistema de patrullaje para el distrito de San Miguel, ya que se considera un distrito bastante concurrido día a día, porque contiene parte de avenidas críticas como la Av. La marina, Av. Faucett y Av. Universitaria, además de poseer una gran cantidad de centros educativos.

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO : **BRADITH ALEXANDER ZEVALLOS MURILLO**

CÓDIGO : 2014.1369.N.12

PROPUESTO POR : Ing. Jonatán E. Rojas Polo

ASESOR : Ing. Jonatán E. Rojas Polo

TEMA : MEJORA EN LA PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD CIUDADANA EN LOS HABITANTES DE UN DISTRITO DE LIMA METROPOLITANA, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE SERENOS.

Nº TEMA :

FECHA : San Miguel, 03 de junio de 2019

JUSTIFICACIÓN:

Desde el inicio de las civilizaciones como es el caso del imperio romano, sabemos que uno de los problemas de la sociedad fueron los robos, acosos o incidentes¹, lo cual hasta al día de hoy sigue siendo uno de los mayores problemas de la sociedad. Asimismo, durante la transmisión de programas de noticias tanto radiales como televisivos es común escuchar problemas de seguridad ciudadana, en mayor parte de ellos por falta de controles en nuestras ciudades.

En el Perú actualmente se registra que el 25.9% de la población entre 15 años a más (sector urbano) fue víctima de algún acto delictivo². Al analizar este indicador nos damos cuenta que de uno de cuatro civiles mayor de 15 años se ve expuesto a estos peligros, algunos de estos factores se deben a la densidad poblacional en los sectores del país y a que los controles en la seguridad pública no fueron a la par con este crecimiento.

Actualmente en el Perú se tiene proyectos para obtener medidas y controles como lo que son sistemas de video vigilancia y radiocomunicaciones³. Sin embargo, vemos que en

¹ HISTORY. (2016). 6 Saqueos infames en Roma. <https://mx.tuhistory.com/noticias/6-saqueos-infames-de-roma>

² INEI. (2018). Estadísticas de Seguridad Ciudadana. Informe Técnico N°4

³ Congreso de la Republica (2015). Proyecto de ley N° 4569

[http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/ContDoc03_2011.nst/0/836384140586d7f505257a5f000c97e5/\\$FILE/PL0456920150608.PDF](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/ContDoc03_2011.nst/0/836384140586d7f505257a5f000c97e5/$FILE/PL0456920150608.PDF)

nuestras ciudades del Perú no bastaron con implementar sistemas de control y prevención, ya que como sabemos se puede disponer de recursos (Sistemas de vigilancia, radiocomunicaciones y serenazgos) pero se debe presentar una estrategia para poder tratar este problema para poder ser eficiente y efectivo.

Por este motivo, nace la necesidad de poder abordar un tema de investigación de operaciones, con el fin de poder optimizar los recursos ya existentes y plantear una mejor planificación en el sistema de seguridad en las municipalidades. El modelo a implementar tendrá como base la programación lineal, en el que se considerará la afluencia de las personas en sectores públicos de acuerdo a los intervalos definidos para poder asignar a los serenos.

Finalmente, se tomará en cuenta el distrito de San Miguel para poder implementar este modelo a desarrollar, ya que en este distrito se encuentra con diversos centros de estudios como la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Colegios, etc.

OBJETIVO GENERAL:

Aumentar la percepción de los serenos en el Distrito de San Miguel, adaptando las necesidades de acuerdo a la hora o el intervalo del día, mediante un modelo matemático y una correcta asignación de los recursos humanos y logísticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar la problemática de seguridad ciudadana
- Definir las entradas y salidas del proceso a mejorar.
- Proponer horarios de turno, con la finalidad de atender las necesidades del distrito según el día, hora y sector.
- Identificar el promedio de serenos por cada grupo de personas.
- Definir la cantidad de variables para poder establecer una programación lineal de los requerimientos, usando el uso de la programación por metas.
- Realizar con la cantidad de requerimientos la cantidad óptima de grupos de serenos a utilizar en las zonas.
- Proponer rutas de patrullaje para cada sector.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico.

Se presentará el fundamento teórico de los modelos y herramientas matemáticas a ser desarrollados para establecer el uso efectivo de los recursos de la municipalidad. Además, se presentarán la descripción y el análisis de las variables a emplear y desarrollar para que de esta manera se tenga un mejor conocimiento del tema a tratar y el por qué cada una de ellas es relevante para este caso de estudio. Así mismo, se presentarán modelos desarrollados y empleados a manera de evidenciar su viabilidad.

Finalmente, se presentará tres casos de estudio relacionados a la seguridad y la percepción de la seguridad, con la finalidad de mostrar las experiencias previas y los impactos que cada uno de ellas generó en su entorno social y político.

b. Diagnóstico.

Se realizará un análisis enfocado a la seguridad ciudadana, mostrando como este factor afecta el país, el departamento y finalmente el distrito en estudio, concluyendo con los recursos y formas en la que opera el servicio de patrullaje en el distrito.

c. Estudio del caso.

Se definirá el proceso en estudio definiendo las actividades, objetivos, dueño del proceso, límites del proceso, indicadores, etc. Posterior al desarrollo del proceso se definirá las rutas transitadas y los parques del distrito.

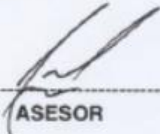
d. Propuesta de mejora.

Se definirá los turnos o horarios de trabajo al igual de los requerimientos por sector y horario de cada uno de los recursos a trabajar, posterior a establecer estos parámetros se definirá las variables de trabajo como las restricciones. Una vez obtenido las cantidades con el modelo definido se realizará la distribución de los recursos en cada zona para de esta forma poder realizar el diseño de ruta.

e. Análisis de resultados.

Se comentará y analizará los resultados parciales como es el caso de la distribución y cantidad asignada de cada tipo de sereno, recursos disponibles, recorridos según categorías y sector, entre otros.

f. Conclusiones y recomendaciones.



ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de tener una formación profesional y poder desenvolverme en la misma.

A mis abuelos Jorge y Marcia, por la constante preocupación y asesoramiento durante mi formación académica.

A mis padres Dersi y Fabiola, por ayudarme a lograr mis metas propuestas, siempre seguir adelante y por apoyarme durante mi formación académica.

A todos los miembros de mi familia por el continuo apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su comprensión, consejos y paciencia en mi formación académica

A mis profesores de Pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) por la orientación brindada, recomendaciones y por lo aprendido durante el transcurso de la carrera.

A mi asesor Jonatan Rojas por brindarme su apoyo y asesoramiento para poder llevar a cabo la presente propuesta de mejora.



Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Programación Lineal	2
1.1.1. Formulación de un P.L.....	2
1.1.2. Hipótesis de la programación lineal.....	2
1.1.3. Manipulación del problema	3
1.2. Ruteo de vehículos.....	4
1.2.1. TSP (Traveling Salesman Problem)	5
1.2.2. VRP (Vehicle Routing Problem)	6
1.2.3. Método de valoración de ahorros de Clarke-Wright.....	7
1.3. Heurística.....	9
1.4. Algoritmos de agrupamiento o Clustering.....	10
1.4.1. Clustering Particional	11
1.4.2. Clustering Ascendente Jerárquico.....	12
1.5. Optimización de patrullaje	13
1.5.1. Administración pública y el patrullaje	14
1.5.2. La función Policial como sistema.....	15
1.5.3. Optimización.....	16
CAPÍTULO 2. Estudio de casos	17
2.1. En mejora de los servicios policiales: Evidencia del Equipo de trabajo del barrio Frances	17
2.1.1. Contexto	17
2.1.2. Estrategia usada	18
2.1.3. Conclusiones.....	20
2.2. Mejora en la formulación del MCPRP (Maximum Coverage Patrol Routing Problem)	21
2.2.1. Modelamiento matemático.....	22
2.2.2. Conclusiones.....	28
2.3. Viviendo cerca de la violencia: Como la proximidad de los eventos de violencia influye en la percepción de la eficacia y confianza policial	29
2.3.1. Situación Actual	30
2.3.2. Conclusiones.....	31
CAPÍTULO 3. Diagnostico	32
3.1. Generalidades del distrito de San Miguel	32
3.1.1. Visión de la Municipalidad	32

3.1.2.	Misión de la Municipalidad.....	32
3.1.3.	Valores Institucionales	32
3.2.	Macroentorno	32
3.2.1.	Entorno País.....	33
3.2.2.	Entorno Departamento.....	34
3.3.	Microentorno.....	34
3.3.1.	Entorno de la municipalidad	34
3.4.	Diagnóstico de los robos en San Miguel	36
3.5.	Recursos de seguridad en el distrito de San Miguel	40
3.5.1.	Alianzas estratégicas	40
3.5.2.	Características de los vehículos de patrullaje	40
CAPÍTULO 4.	Estudio del caso	41
4.1.	Desarrollo e Interacción del proceso	41
4.2.	Actividades del proceso	41
4.3.	Complementos del proceso	42
4.4.	Elaboración de las rutas a seguir.....	44
4.4.1.	Vías transitas según el Sector	44
4.4.2.	Parques del distrito	46
CAPÍTULO 5.	Propuesta de mejora	47
5.1.	Consideraciones para el servicio de patrullaje	47
5.1.1.	Turnos de patrullaje	47
5.1.2.	Distribución de Sereno a Pie	47
5.1.3.	Distribución de Sereno Motorizado	48
5.1.4.	Distribución de Sereno Chofer.....	48
5.1.5.	Distribución de Sereno D.I.E	48
5.1.6.	Distribución de Supervisores	49
5.2.	Construcción del modelo de asignación por turno	49
5.2.1.	Construcción de las variables de decisión	49
5.2.2.	Función Objetivo	50
5.2.3.	Restricciones del modelo.....	51
5.2.4.	Corrida del modelo.....	53
5.3.	Cantidad de Serenos por día de la semana	54
5.3.1.	Distribución y cantidad de Sereno a Pie a emplear	54
5.3.2.	Distribución y cantidad de Sereno Motorizado a emplear	55
5.3.3.	Distribución y cantidad de Sereno Chofer a emplear.....	56
5.3.4.	Distribución y cantidad de Sereno D.I.E. a pie.....	57

5.3.5.	Distribución y cantidad de Sereno D.I.E. chofer.....	58
5.3.6.	Distribución y cantidad de Supervisores	59
5.4.	Cantidad de Recursos a disponer.....	59
5.4.1.	Cantidad de Serenos a Pie.....	60
5.4.2.	Cantidad de Serenos Motorizados	60
5.4.3.	Cantidad de Serenos Chofer	60
5.4.4.	Cantidad de Supervisores.....	61
5.5.	Distribución de los recursos en las zonas	62
5.5.1.	Distribución de los serenos a pie.....	62
5.5.2.	Distribución de los serenos a motorizados.....	63
5.5.3.	Distribución de los serenos chofer.....	63
5.5.4.	Distribución de los Supervisores	63
5.6.	Distribución según el turno y el sector	63
5.6.1.	Distribución y percepción de los recursos.....	65
5.6.2.	Distribución y visualización de los serenos en los sectores	67
5.7.	Diseño de recorrido para los serenos	72
5.7.1.	Diseño de ruta de los serenos a pie	72
5.7.2.	Diseño de ruta de los serenos a motorizados y choferes	76
5.8.	Recorrido según categoría y sector	82
5.8.1.	Recorrido de los Serenos a Pie	82
5.8.2.	Recorrido de los Serenos motorizados y choferes	88
5.9.	Esquema de formulación y actualización de la propuesta	97
CAPÍTULO 6. Análisis de resultados.....		98
6.1.	Variaciones en la asignación del personal	98
6.2.	Utilización de recursos del personal	99
6.2.1.	Utilización de motocicletas por parte de Serenos motorizados	99
6.2.2.	Utilización de motocicletas por parte de Serenos chofer.....	100
CAPÍTULO 7. Conclusiones y recomendaciones		101
7.1.	Conclusiones	101
7.2.	Recomendaciones.....	102
Bibliografía		104

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ruteo de vehículos.....	4
Gráfico 2 Viajes de un agente de negocios.....	5
Gráfico 3 Conexión entre puntos aledaños.....	8
Gráfico 4 Recorte de rutas mediante el algoritmo de Clark-Wright.....	9
Gráfico 5 Técnicas de agrupamiento.....	11
Gráfico 6 Dendograma resultado de la clasificación ascendente jerárquica.....	13
Gráfico 7 Feedback Loop (circuito de retroalimentación).....	15
Gráfico 8 Las rutas de k y g en la solución S y S'.....	26
Gráfico 9 Problema más importante del país.....	33
Gráfico 10 Victimización.....	33
Gráfico 11 Robo imputados a mayores de edad.....	34
Gráfico 12 Mapa Anual de puntos críticos 2018.....	37
Gráfico 13 Diagrama de Caso de Uso de un Robo/Asalto de una persona.....	39
Gráfico 14 Business Process Management (BPM) de un Robo/Asalto de una persona.....	39
Gráfico 15 Proceso de programación de patrullaje.....	42
Gráfico 16 Mapa del Distrito de San Miguel con las vías concurridas según los sectores.....	45
Gráfico 17 Mapa de los parques del distrito de San Miguel.....	46
Gráfico 18 Resultados del modelo matemático de asignación.....	53
Gráfico 19 Valores de las variables del modelo.....	53
Gráfico 20 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Lunes.....	68
Gráfico 21 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Martes.....	68
Gráfico 22 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Miércoles.....	69

Gráfico 23 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Jueves	70
Gráfico 24 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Viernes.....	70
Gráfico 25 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Sábado	71
Gráfico 26 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Domingo	72
Gráfico 27 Mapa sectorizado parques y avenidas criticas	77
Gráfico 28 Secuencia para el Sereno a pie del sector 4	84
Gráfico 29 Esquema de la propuesta de mejora.....	97



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de trimestres del 2015	19
Tabla 2 Notaciones y consideraciones	22
Tabla 3 Llamadas de emergencias – San Miguel (Periodo 2017)	35
Tabla 4 Delitos contra el patrimonio – San Miguel (Periodo 2018).....	35
Tabla 5 Variación de delitos contra el patrimonio – San Miguel (Periodo 2017 - 2018).....	35
Tabla 6 Cuadro de puntos críticos por cuatrimestre – San Miguel (Periodo 2018)	36
Tabla 7 Robos a transeúntes por sectores – San Miguel (Periodo 2018)	37
Tabla 8 Robos a Vehículos por sectores – San Miguel (Periodo 2018)	38
Tabla 9 Robos a Autopartes por sectores – San Miguel (Periodo 2018).....	38
Tabla 10 Matriz SIPOC del proceso de patrullaje en el Distrito de San Miguel...	41
Tabla 11 Metas y Línea base de los Indicadores	43
Tabla 12 Códigos de las vías concurridas en San Miguel	45
Tabla 13 Códigos de los Parque de San Miguel	46
Tabla 14 Turnos de patrullaje	47
Tabla 15 Serenos a pie propuestos	47
Tabla 16 Serenos Motorizados propuestos	48
Tabla 17 Serenos Choferes propuestos	48
Tabla 18 Serenos D.I.E propuestos	49
Tabla 19 Supervisores propuestos	49
Tabla 20 Resumen de las variables a utilizar	50
Tabla 21 Cantidad de serenos en cada día de la semana.....	54
Tabla 22 Porcentaje de utilización de recursos de forma diaria	54
Tabla 23 Distribución de inicio de turno de los Serenos a Pie.....	55
Tabla 24 Cantidad de Serenos a Pie por turno	55

Tabla 25 Distribución de inicio de turno de los Serenos motorizados	56
Tabla 26 Cantidad de Serenos a Motorizados por turno.....	56
Tabla 27 Distribución de inicio de turno de los Serenos chofer	56
Tabla 28 Cantidad de Serenos a Chofer por turno.....	57
Tabla 29 Distribución de inicio de turno de los Serenos D.I.E. a pie	57
Tabla 30 Cantidad de Serenos D.I.E. a pie	58
Tabla 31 Distribución de inicio de turno de los Serenos D.I.E. Chofer.....	58
Tabla 32 Cantidad de Serenos D.I.E. Chofer	58
Tabla 33 Distribución de inicio de turno de los Supervisores	59
Tabla 34 Cantidad de Serenos D.I.E. Chofer	59
Tabla 35 Cantidad de Serenos a pie	60
Tabla 36 Cantidad de Serenos motorizados	60
Tabla 37 Cantidad de Serenos Chofer	60
Tabla 38 Cantidad de Supervisores.....	61
Tabla 39 Cantidad holguras y excedentes	61
Tabla 40 Cantidad vehículos a emplear	61
Tabla 41 Cantidad vehículos a emplear	62
Tabla 42 Tabla de prioridades de serenos a pie	62
Tabla 43 Tabla de prioridades de motorizados	63
Tabla 44 Distribución de los recursos según sector – Sereno a Pie y Sereno Motorizado	64
Tabla 45 Distribución de los recursos según sector – Sereno Chofer y Supervisor	65
Tabla 46 Unidades promedio de los Serenos a Pie	66
Tabla 47 Unidades promedio de los Serenos Motorizados	66
Tabla 48 Unidades promedio de los Serenos Chofer	67
Tabla 49 Unidades promedio de los Supervisores.....	67

Tabla 50 Variación de las cantidades promedio del personal a lo largo de la semana.....	72
Tabla 51 Tabla de distancias del Sector 1.....	73
Tabla 52 Tabla de distancias del Sector 2.....	73
Tabla 53 Tabla de distancias del Sector 3.....	73
Tabla 54 Tabla de distancias del Sector 4.....	74
Tabla 55 Tabla de distancias del Sector 5.....	74
Tabla 56 Tabla de distancias del Sector 6.....	74
Tabla 57 Tabla de distancias del Sector 7.....	75
Tabla 58 Tabla de distancias del Sector 8.....	75
Tabla 59 Tabla de distancias del Sector 9.....	76
Tabla 60 Tabla de distancias del Sector 10.....	76
Tabla 61 Tabla de puntos críticos.....	77
Tabla 62 Tabla de distancias del Sector 1 de parques y avenidas.....	78
Tabla 63 Tabla de distancias del Sector 2 de parques y avenidas.....	78
Tabla 64 Tabla de distancias del Sector 3 de parques y avenidas.....	79
Tabla 65 Tabla de distancias del Sector 4 de parques y avenidas.....	79
Tabla 66 Tabla de distancias del Sector 5 de parques y avenidas.....	79
Tabla 67 Tabla de distancias del Sector 6 de parques y avenidas.....	80
Tabla 68 Tabla de distancias del Sector 7 de parques y avenidas.....	80
Tabla 69 Tabla de distancias del Sector 8 de parques y avenidas.....	81
Tabla 70 Tabla de distancias del Sector 9 de parques y avenidas.....	81
Tabla 71 Tabla de distancias del Sector 10 de parques y avenidas.....	82
Tabla 72 Secuencia para el Sereno a pie del sector 1.....	83
Tabla 73 Secuencia para el Sereno a pie del sector 2.....	83
Tabla 74 Secuencia para el Sereno a pie del sector 3.....	84
Tabla 75 Secuencia para el Sereno a pie del sector 5.....	85

Tabla 76 Secuencia para el Sereno a pie del sector 6.....	85
Tabla 77 Secuencia para el Sereno a pie del sector 7.....	86
Tabla 78 Secuencia para el Sereno a pie del sector 8.....	86
Tabla 79 Secuencia para el Sereno a pie del sector 9.....	87
Tabla 80 Secuencia para el Sereno a pie del sector 10.....	88
Tabla 81 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 1	89
Tabla 82 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 2	90
Tabla 83 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 3	91
Tabla 84 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 4	92
Tabla 85 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 5	92
Tabla 86 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 6	93
Tabla 87 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 7	94
Tabla 88 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 8	94
Tabla 89 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 9	95
Tabla 90 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 10	96
Tabla 91 Cantidad de nodos y tiempo promedio de recorrido	97
Tabla 92 Incrementos de los serenos a Pie durante la semana	98
Tabla 93 Incrementos de los serenos motorizados durante la semana	98
Tabla 94 Incrementos de los serenos chofer durante la semana	99
Tabla 95 Utilización de los recursos para los serenos motorizados	99
Tabla 96 Utilización de los recursos para los serenos choferes – Real	100
Tabla 97 Utilización de los recursos para los serenos choferes – Ideal	102

INTRODUCCIÓN

La seguridad ciudadana es uno de los temas de mayor relevancia a nivel político, social y cultural, además de formar parte de los factores que determina la calidad de vida de las personas junto a la salud, educación y alimentación que ellas poseen, ya que las perturbaciones que genera la seguridad influyen negativamente en la salud de las personas, ya que incrementa el cuadro de estrés.

Desde el inicio de las civilizaciones, como es el caso del imperio romano, uno de los principales problemas de la sociedad fueron los robos, acosos o incidentes ([History, 2016](#)). Los cuales hasta el día de hoy continúan representando una gran parte de los problemas de la sociedad, en el Perú la seguridad es el mayor problema como se evidencio en el informe presentado por el Barómetro de las Américas en el año 2017. Asimismo, durante la transmisión de programas de noticias tanto radiales como televisivas es común escuchar problemas de seguridad ciudadana, en mayor parte de ellos por falta de controles en nuestras ciudades.

En el Perú actualmente se registra que el 25.9% de la población entre 15 años a más (sector urbano) fue víctima de algún acto delictivo ([INEI, 2018](#)). Al analizar el indicador se puede concluir que de cada cuatro civiles mayores a 15 años uno de ellos se ve expuesto a estos peligros, algunos de los factores que contribuyen a esto son la densidad poblacional en los sectores del país y a que los controles en la seguridad pública no fueron a la par con el crecimiento.

Según lo descrito previamente, en la presente investigación se mostrará el desarrollo del diagnóstico, estudio del caso y la propuesta de mejora para la percepción de seguridad ciudadana en el distrito de San Miguel. Para lo cual se definirá la estructura del proceso, asignación de recursos, construcción del modelo y diseño de recorrido de los recursos.

El primer capítulo consta del desarrollo del marco teórico o herramientas empleadas durante la investigación. Cada herramienta que conforma el marco teórico posee el desarrollo desde el punto de vista teórico y su empleabilidad en casos prácticos.

El segundo capítulo está conformado por casos de diversas partes del mundo en el cual tiene como eje central la seguridad ciudadana y como esta influye en la población y la propiedad privada. Asimismo, describen como al mejorar este eje de la sociedad mejora la calidad de vida, trae ahorros a los organismos gubernamentales, entre otros beneficios.

El tercer capítulo se centrará en el desarrollo del diagnóstico, el cual mostrará las generalidades del problema en el país y después se centrará en las carencias y dolencias del distrito con el que se trabajará.

El cuarto y quinto capítulo se enfocarán en la descripción del proceso a mejorar y la elaboración de la mejora del proceso usando turnos de trabajo, distribución de recursos y diseño de recorrido. En el sexto capítulo se mostrará el análisis de los resultados obtenidos y en el último capítulo se mostrará las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el primer capítulo denominado marco teórico se presentará las herramientas o conceptos claves que se emplearán a lo largo de la investigación para la elaboración de la propuesta de mejora.

1.1. Programación Lineal

La Programación Lineal (P.L.) es uno de los avances científicos más importantes y destacados del siglo XX, el cual obtuvo efectos positivos desde 1950, ya que su empleo generó miles o millones de dólares en ahorro para las empresas (Hillier, 2015).

La P.L. es descrita o representada de manera matemática. La palabra *lineal* hace referencia a las funciones lineales que se utilizarán para desarrollar este modelo matemático. De igual forma, la palabra *programación* está relacionada a su sinónimo *planeación*. La P.L. busca una *planeación de actividades* para lograr u obtener resultados óptimos (Hillier, 2015).

En 1991 Dantzig considerado como el “Padre de la Programación Lineal” comentó que la formulación de su problema original, la planeación dinámica en el tiempo, es un tema que aún sigue pendiente y al lograr resolver esto satisfactoriamente (una adecuada planeación) se contribuirá al progreso del ser humano.

1.1.1. Formulación de un P.L.

Un P.L. al ser un modelo matemático está conformado por un sistema de ecuaciones o inecuaciones. De tal manera que, si se toman n decisiones que se pueden cuantificar y están relacionadas, se presentarán como variables de decisión ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$), las cuales obtendrán un valor respectivo. Por otro lado, el objetivo o meta la cual puede representar ahorros o pérdidas (maximizar o minimizar respectivamente) se le denomina función objetivo. Finalmente, de igual forma es expresado mediante términos matemáticos las limitaciones o restricciones que afectan al valor que tomarán las variables de decisión, que son representadas mediante igualdades, desigualdades o ambas, por ejemplo $4x_1 + 4x_2 \leq 1997$ (Hillier, 2015).

1.1.2. Hipótesis de la programación lineal

Dentro de un programa lineal se encuentran diversas hipótesis que están implícitas durante su planteamiento como (Bazaraa, 2004):

- 1) Proporcionalidad: Definiendo una variable X_j con una contribución al costo total de $C_j X_j$ y su participación en la i -ésima restricción de $a_{ij}X_j$. Se obtiene que al doblar o triplicar el valor de X_j , se doblara o triplicara su contribución al costo de la función objetivo de $C_j X_j$ y por ende a cada una de las restricciones asociadas.
- 2) Aditividad: Se garantiza de esta forma que el costo total es la suma de los costos parciales o individuales, y la contribución total a la i -ésima restricción es la suma de cada contribución parcial o individual de a cada actividad. Es decir que las actividades no presentan interacción o sustitución entre ellas.
- 3) Divisibilidad: Las variables de decisión se pueden dividir en varios niveles fraccionarios, para lograr valores no enteros en las variables de decisión.
- 4) Determinística: Todos los coeficientes C_j , a_{ij} y b_j se logran encontrar de manera determinística, es decir que elementos probabilístico o estocásticos que es inherente en los costos, recursos disponibles, demanda, etc. Se aproxima por tales coeficientes mediante algún equivalente determinístico.

1.1.3. Manipulación del problema

Un problema de P.L. por naturaleza tiene como objetivo maximizar o minimizar una función lineal mediante restricciones lineales de desigualdad o igualdad. Mediante algunas manipulaciones un problema de P.L. se puede convertir de una a otra forma equivalente, algunos casos son ([Bazaraa, 2004](#)):

1) Desigualdades y Ecuaciones

En el planteamiento de los P.L. una desigualdad se puede cambiar a ecuación en cortos pasos, como en la siguiente restricción $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i$ en donde para convertir a una ecuación se retirara la variable de exceso o de holgura no negativa x_{n+1} , para de esta forma obtener $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + x_{n+1} = b_i$ y $x_{n+1} \geq 0$. De igual forma para $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i$ se obtiene que $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + x_{n+1} = b_i$ y $x_{n+1} \leq 0$. Asimismo, para el caso de una ecuación se puede convertir a una desigualdad, pero no es frecuente este tipo de cambio.

2) No negatividad de las variables

En el desarrollo de problemas prácticos la gran mayoría las variables son asignadas a cantidades físicas, por ende, no deben ser negativas. En el caso del método Simplex está diseñado para resolver problemas lineales de variables no negativas. En caso una variable x_j no se encuentra restringida por su signo es viable que sea reemplazado por $x_j - x_j''$, donde $x_j \geq 0$ y $x_j'' \geq 0$. Si $x_1 \dots x_k$ son k

variables de las cuales su signo no están restringido, para este caso se debe adicionar una variable adicional x'' para la transformación equivalente a $x_j = x_j' - x''$ para $j= 1, \dots, k$ donde $x_j' \geq 0$ y $x'' \geq 0$.

3) Problemas de minimización y maximización

Una de las manipulaciones que se le puede dar al problema es convertir los problemas de maximización a minimización o viceversa, como el caso que se presentara líneas abajo:

$$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^n c_j x_j = - \text{Minimizar } \sum_{j=1}^n -c_j x_j$$

De esta forma los problemas de maximización o minimización se pueden transformar en problemas de minimización y maximización respectivamente al ser multiplicado por (-1) a los coeficientes de la función objetivo, al resolver la función objetivo y obtener la optimización, el valor original de dicha función objetivo será (-1) del valor obtenido con el cambio de maximización a minimización o viceversa.

1.2. Ruteo de vehículos

El ruteo de vehículos nace con la necesidad de distribuir productos, bienes o requerimientos desde un punto inicial que puede denominarse almacén a diversos clientes que generan una demanda de su producto. A partir de esta necesidad, es donde se genera el ruteo de vehículos, el cual tiene como objetivo establecer una adecuada asignación de carga, rutas, o caminos de recolección con el fin de optimizar los recursos, en este caso vehículos existentes para poder atender la demanda de los clientes (entidades) con un mínimo costo.

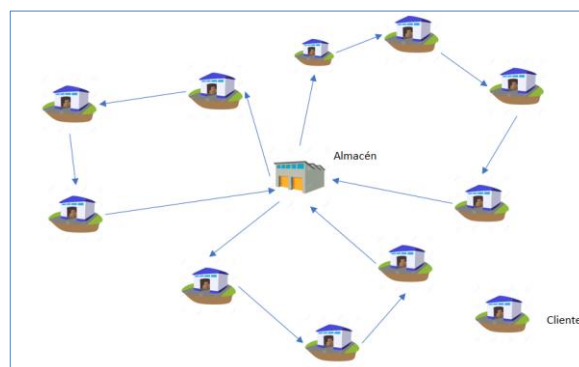


Gráfico 1 Ruteo de vehículos

Elaboración propia

1.2.1. TSP (Traveling Salesman Problem)

El objetivo del TSP es poder ayudar a un vendedor que comienza en una ciudad de origen, deseando visitar a las otras “n” ciudades y poder retornar a la ciudad de origen. El problema que aborda el TSP es definir el orden que se debe seguir para visitar las ciudades y minimizar la distancia recorrida. Donde la variable distancia del modelo de TSP puede ser sustituida por las variables tiempo, costo u otra media que se desee evaluar. (Little, Murty, Sweeney y Karel, 1963)

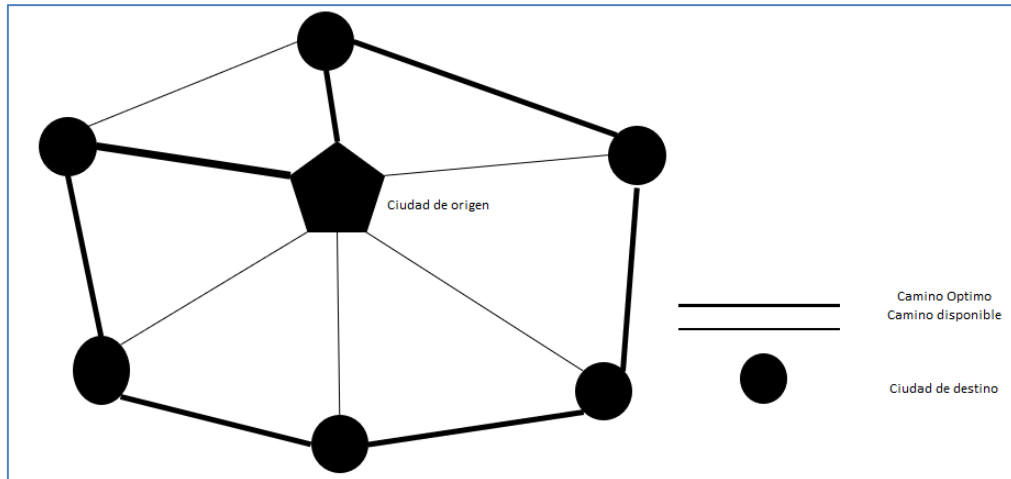


Gráfico 2 Viajes de un agente de negocios
Elaboración propia

Para poder explicar el modelo del TSP se mencionará algunas consideraciones del problema original como: se visitará cada de las n ciudades una a la vez, se partirá de la ciudad de origen “0” y se visitará una sola vez cada una de las siguientes n ciudades, y se retornará a la ciudad de origen “0”. (Miller, Tucker y Zemlin, 1960)

$$\min \sum_{i=0}^n \sum_{i \neq j, j=0}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1.1)$$

$$\text{s. a. } \sum_{i=0, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 0, \dots, n) \quad (1.2)$$

$$\sum_{j=0, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 0, \dots, n) \quad (1.3)$$

$$x_{ij} \in (0,1) \quad (i = 0, \dots, n; j = 0, \dots, n)$$

Donde la variable x_{ij} indica que el vehículo parte de la ciudad i con dirección a la ciudad j. La variable c_{ij} indica el costo de la distancia de la ciudad i a la j. En la función objetivo (1.1) tiene como objetivo minimizar el costo c_{ij} de tomar la ruta x_{ij} . Por otro lado, las restricciones (1.2) y (1.3) indican que se debe partir de cada nodo solo una vez y que cada nodo se debe salir solo una vez, con el fin de que cada nodo sea visitado y no se detenga en uno solo (Miller et al., 1960).

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1 \quad (i = 1, \dots, n; i \neq j; j = 1, \dots, n) \quad (1.4)$$

Finalmente, se sabe que durante los viajes que el realice regresará a la ciudad de "0" exactamente t veces, incluida su retorno final, y el no visitará más de P ciudades en solo recorrido o tour (es decir los viajes a las ciudades o entidades visitar exceptuando la ciudad "0"). Para poder dar solución al problema se deberá tener t fijado de la siguiente manera $tp \geq n$, para el caso del problema estándar del TSP se fijara $t = 1$, donde se tendría que $p \geq n$, de estamanagera la restricción (1.4) tiene el objetivo de que la solución no presente un ciclo, es decir que solo se realice una vez (Miller et al., 1960).

1.2.2. VRP (Vehicle Routing Problem)

El problema del VRP usualmente se describe planteando el objetivo de diseñar la entrega optima o rutas y caminos de recolección de uno a más almacenes, los cuales serán entregadas a varias entidades como ciudades o clientes los cuales se encuentran de manera dispersas geográficamente, donde esta entrega o distribución se ven sujetas a restricciones (Laporte, 1991)

El VRP es empleado para realizar optimizaciones en operaciones logísticas; como se mencionó en el párrafo anterior está sujeto a restricciones como: cantidad de vehículos, capacidad de los vehículos, puntos de llegadas (entidades), demanda de las entidades, etc. (Rocha, Gonzales y Orjuela, 2011)

En el siguiente modelo, muestra para un conjunto de usuarios o clientes S , los cuales tienen una demanda total " $d(S)$ ", y $r(S)$ indica la cantidad mínima de vehículos necesarios para poder satisfacer o atender a la demanda de los clientes. Por otro lado, la variable x_{ij} (binaria) indica si usara el camino o arco de i a j . Finalmente se puede modelar de la siguiente manera:

$$\min \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1.10)$$

$$s. a. \sum_{j=0}^n x_{0j} = m \quad (1.11)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{i0} = m \quad (1.12)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1.13)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (1.14)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \geq r(S) \quad (1.15)$$

$$m \geq 1 \quad (i = 0, \dots, n; j = 0, \dots, n)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i = 0, \dots, n; j = 0, \dots, n)$$

La función objetivo (1.10) representa el costo mínimo a obtener como parte del modelo. El par de restricciones (1.11) y (1.12) muestran la cantidad m de vehículos a utilizar, como se muestran en ambas poseen la misma cantidad, ya que la misma cantidad que parte de un almacén deben retornar al final de su viaje al mismo punto de origen. El par de restricciones (1.13) y (1.14) permiten llegar a cada cliente y pasar a otro, de tal forma que todos sean atendidos en algún momento. Por último en la restricción (1.15) tiene el objetivo de que la solución no presente un ciclo, es decir que solo se realice una vez (Clarke, Wright, 1962).

El valor de $r(S)$ se puede encontrar al resolver el siguiente modelo:

$$\begin{aligned}
 r(S) &= \min \sum_{k=0}^m y_k \\
 \text{s. a. } &\sum_{i=0}^n d_i x_{ik} \leq C y_k \quad (k = 1, \dots, m) \\
 &\sum_{k=0}^m x_{ik} = 1 \quad (i = 0, \dots, n) \\
 &x_{ik} \in \{0,1\} \quad (i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m) \\
 &y_k \in \{0,1\} \quad (k = 1, \dots, m)
 \end{aligned}$$

En la cual $r(S)$ indica la cantidad mínima de vehículos necesarios para poder satisfacer o atender a la demanda de los clientes en las n ciudades presentes en el problema de ruteo. Está implícito que cada vehículo puede recorrer a lo sumo una ruta. (Clarke, Wright, 1962).

1.2.3. Método de valoración de ahorros de Clarke-Wright

El algoritmo de Clarke-Wright está dirigido a los problemas en donde la variable de decisión es el número de vehículos, puesto de cálculo el mayor ahorro de distancia al usar los arcos. Por otro lado, en caso se presenten dos rutas distintas entre si se pueden unir para lograr una nueva ruta en la cual se encuentre el mayor ahorro entre sus arcos, de esta manera se empleará la nueva ruta (Rocha et al., 2011).

Dentro de la formulación propuesta por Clarke y Wright se tiene que para un numero de camiones con x_i de capacidad C_i ($i = 1, \dots, n$) se encuentran disponibles y cargados con q_i y son requeridas para entregar a los puntos P_j ($j = 1, \dots, M$) desde el depósito denotado P_0 . Dada una distancia $d_{y,z}$ entre los puntos se necesita minimizar el recorrido total de los camiones. Considerando que se tiene una posible asignación de los camiones asociados a una carga, en todos los casos se tiene que en cada punto (o cliente) esta conectado a otros dos posibles puntos (uno o ambos), como se muestra en el siguiente ejemplo donde se tiene el depósito P_0 y los puntos P_y y P_z , los dos puntos para el caso de P_y está conectado a los puntos P_y .

P_{y+1} y P_{y+1} de igual forma para el caso de P_z , para ambos casos se calculara el efecto de su vinculación, suponiendo que P_y y P_z tiene caminos alejados a P_o (Clarke, Wright, 1962).

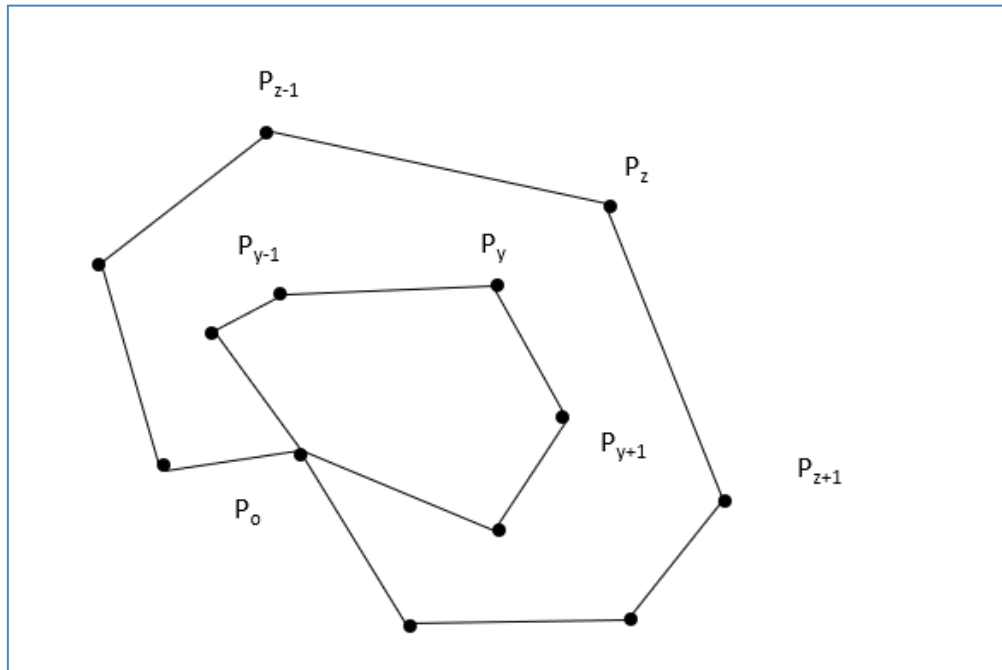


Gráfico 3 Conexión entre puntos alejados.

Fuente: Clarke, Wright, 1962 (*Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*)

Elaboración propia

Para determinar el valor del ahorro en una ruta se puede expresar de la siguiente manera $S = \text{rutas recortadas} - \text{ruta nueva}$, teniendo el siguiente caso en donde la ruta tiene el punto de origen denotado por P_o con dos rutas iniciales, la primera pasa por los nodos P_A y P_B , y la segunda tiene como única dirección P_C con la cual se tendría un recorrido de:

$$\text{Recorrido total} = d_{o,A} + d_{A,B} + d_{B,o} + d_{o,C} + d_{C,o}$$

Al aplicar el algoritmo de Clark-Wright se pueden reducir los recorridos $d_{A,B}$, $d_{o,C}$ y $d_{C,o}$ siendo estos reemplazados por los recorridos $d_{A,C}$ y $d_{C,B}$, teniendo el nuevo recorrido $d_{o,A} + d_{A,C} + d_{C,B} + d_{B,o}$, obteniendo un ahorro de $S = d_{o,C} + d_{C,o} + d_{A,B} - d_{A,C} - d_{C,B}$ (Ballou, 2005).

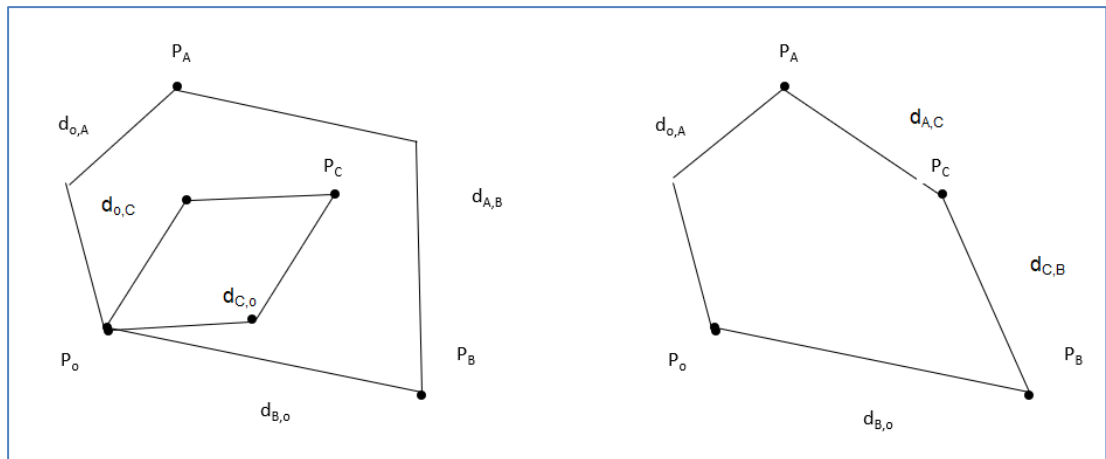


Gráfico 4 Recorte de rutas mediante el algoritmo de Clark-Wright.

Elaboración propia

1.3. Heurística

El término Heurística, hace referencia a un procedimiento lógico que pretende llegar a solucionar de manera eficiente un problema contando con el conocimiento de él. De esta manera, en la investigación operativa al mencionar algoritmo heurístico se entiende que aquel procedimiento de solución que aplica este método para dar solución a un problema de optimización, con el fin de encontrar soluciones de calidad en un tiempo de máquina razonable, a pesar de que no se pueda estimar la cercanía de la solución óptima (Morillo, Moreno y Díaz, 2014). Otra definición de la heurística como principios o medios que reducen una búsqueda de solución a problemas planteado, por lo tanto, la programación heurística es construir la solución de problemas alrededor de los principios o mecanismos de los que se parten (Tonge, 1967).

Las funciones heurísticas tienen como objetivo eliminar rutas o posibles respuestas no comprometedoras partiendo de soluciones iniciales y modificándolas aplicando restricciones de tal forma que el conjunto de alternativas iniciales se reduzca y se tengan soluciones de mejor calidad.

En 1998 Bartholdi y Platzman comentaron que la heurística es un procesador de información, que ignora cierta información de forma deliberada. Debido que, al ignorar información, la heurística disminuye el esfuerzo de procesar la totalidad de datos y realizar los respectivos cálculos. Además, afirmaban que la solución brindada por la heurística era independiente de la información que fue ignorada, por lo que no se vería afectada. Por lo que recomendaban ignorar la información que resultaba

cara recolectar y mantener, de la manera computacional y que contribuyera a la solución

Asimismo, se debe tener en consideración que en la programación heurística al explorar información parcial de una situación en estudio no garantiza encontrar la mejor solución; al mismo tiempo se debe transmitir esta información en un lenguaje de programación el cual se pueda introducir en una computadora para hacer uso de esta información parcial (actualmente las computadoras es el único medio en el cual se puede desarrollar un procedimiento heurístico complejo). Por último, cabe mencionar que este tipo de programación es un arte, ya que al día de hoy fue avanzando mediante la construcción de programas particulares, ya que la examinación de cada uno de ellos contribuyo al desarrollo de mejores programas basado en las experiencias previas de estas ([Tonge, 1967](#)). Por otro lado, se considera que la heurística se debe emplear cuando las herramientas exactas no se encuentran disponibles o no son rentables, ya que es usual emplear la heurística cuando los problemas son de gran magnitud y los métodos exactos y elegantes no pueden ser empleados y para obtener un valor inicial aceptable ([Ignizio, Wyskida, Wilhelm, 1972](#)).

Finalmente, la Heurística se puede concluir que es una técnica para aumentar la eficiencia en un modelo, ya que plantea restricciones con el fin de guiar hacia el resultado más conveniente cuando exista más de uno disponible. Asimismo, existen casos de problemas con estilo combinatorio, donde se tiene un numero finito de soluciones, sin embargo, el poder determinar una solución óptima para estas se debe tomar una gran cantidad de tiempo, uno de estos casos es un problema bastante conocido denominado "Problema del viajante" el cual tiene que visitar n ciudades empezando en una ciudad de origen y terminando en la misma, el cual es NP-Hard, que significa no determinístico polinomial.

1.4. Algoritmos de agrupamiento o Clustering

Se denomina un proceso de agrupamiento cuando se divide o particiona datos en diferentes grupos o clúster de instancias de datos, logrando que cada clúster tenga instancias similares entre sí y que estas instancias sean diferentes o lejanas a las instancias de los demás grupos. El objetivo de un algoritmo de agrupamiento es tener mínimas similitudes entre los diferentes grupos generados y tener la mayor similitud dentro de un clúster, de igual forma se busca incrementar el número de instancias para tener menores cantidades de grupos ([Marín, Branch, 2008](#)).

Al momento de representar los datos mediante una serie de clúster se generan pérdidas de detalles, sin embargo, se logra una simplificación de los mismos. Dentro los métodos que se emplea para medir la similitud entre los datos se usan los métodos de medición de distancia como la distancia euclídea, de Manhattan, de Mahalanobis, etc (Garre, Cuadrado, Sicilia, 2007)

Los algoritmos de clustering se basan en optimizar una función objetivo asociada, la cual comúnmente se da por la suma ponderada de las distancias a los centros, por otro lado, una característica que distingue la mayoría de casos un algoritmo de agrupamiento de otro es su función objetivo a optimizar. Para desarrollar los algoritmos de agrupamiento se debe asignar una medida de semejanza a un patrón o centroide de cada clúster, para determinar a cuál grupo pertenece el objeto en estudio, esta medida entre objetivos en la mayor parte de los casos está asociada a una función de distancia (Benítez, 2005).

Dentro de los tipos más utilizados de los algoritmos de agrupamiento se encuentran el Particional y el ascendente jerárquico, dentro de estos se pueden subdividir como se aprecia en la siguiente figura (Marín, Branch, 2008):

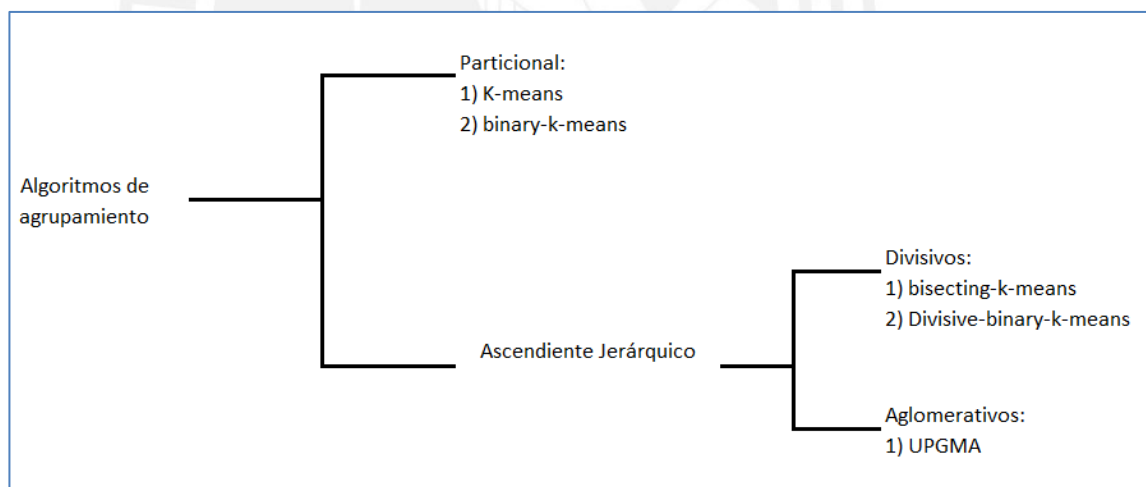


Gráfico 5 Técnicas de agrupamiento

Fuente: "Aplicación de dos nuevos algoritmos para agrupar resultados de búsquedas en sistemas de catálogos públicos en línea (OPAC)"

Elaboración propia

1.4.1. Clustering Particional

El fin del Clustering particional es lograr divisiones de los datos en grupos o clusters, generando que los objetos estén dentro de los k clúster posibles y que los clusters generados sean distintos

Al denotar de la siguiente manera $O = \{O_1, \dots, O_n\}$ al conjunto de N objetos, los cuales se tratarán de dividir en K clúster, Cl_1, \dots, Cl_k de la siguiente forma:

- 1) $\bigcup_{j=1}^K Cl_j = O$
- 2) $Cl_j \cap Cl_i = \emptyset$ para $i \neq j$

Uno de los inconvenientes que se presentan en las aplicaciones prácticas de esta herramienta es el adecuado valor que adoptara k. La cantidad de agrupaciones que se pueden dar por N objetos que se agruparan en k grupos es denotado por las siguientes expresiones:

$$S(N, 1) = S(N, N) = 1 \quad (1)$$

$$S(N, k) = kS(N-1, k) + S(N-1, k-1) \quad (2)$$

Siendo la expresión (1) las condiciones iniciales que indica que solo existe una agrupación para los N objetos en N grupos, para conseguir la expresión (2) se debe tener en cuenta que al partir de N-1 objetos ya organizados, se puede tener un agrupamiento de N objetos en k clusters, solo si los N-1 objetos previos estén adecuadamente agrupados en los k clusters o k-1 clusters. Al partir de los N-1 objetos agrupados en k clusters, se tiene k posibilidades para el N-ésimo objeto, debido a que puede ir a cualquier de los k clusters definidos. De ser el caso en el cual los N-1 objetos estén agrupados en k-1 clusters, solo se tiene la posibilidad que el objeto N-ésimo forme parte del k-ésimo clúster (Larrañaga, Inza, Moujahid, 2012).

1.4.2. Clustering Ascendente Jerárquico

En esta clase de clúster tiene como objetivo ir agrupando en cada paso los 2 objetos más cercanos, para que de esta forma ir armando una estructura denominada como dendograma. En el dendograma en su nivel más bajo están todos los objetos a clasificar, los cuales al subir de nivel se irán agrupando de tal manera que se agrupen en único grupo. Los costos asociados a este método son mayores que los costos del método clúster particional (Larrañaga, et al., 2012).

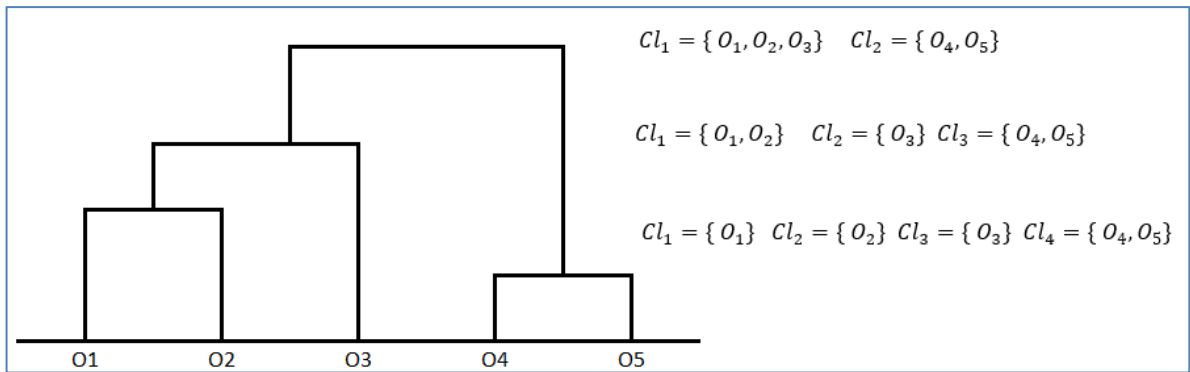


Gráfico 6 Dendrograma resultado de la clasificación ascendente jerárquica

Fuente: "Tema 14. Clustering"

Elaboración propia

1.5. Optimización de patrullaje

Desde el inicio de las civilizaciones o las primeras tribus existió el problema de los saqueos, robos, acosos o incidentes un claro ejemplo de esto fueron los saqueos que se generaron en el Imperio Romano como es el caso de los saqueos por parte de los Galos, Visigodos, Vándalos, Ostrogodos, Normandos y el Sacro Imperio Romano, esta clase de eventos dio inicio a la caída de dicho imperio ([History, 2016](#))

El patrullaje se dio desde el comienzo de las civilizaciones como es en el caso del antiguo Egipto donde las labores de mantener el orden se dividían en instancias o el lugar del que se tratase, como es el caso que en la corte se contaba con un cuerpo propio de guarda espaldas y para el caso del harén real era asignado un grupo de hombres con el nombre de Sasha. Por otro lado, en las entradas de los talleres reales, se encontraban vigilantes que controlaban las calles para hacer sentir el dominio del faraón ([Parra, 2003](#)).

El termino patrulla que se emplea hoy en día es derivada del término francés "patroullier" el cual al ser traducido significa "marchar en el fango", debido a que el termino fue introducido durante las guerras napoleónicas, donde las tropas debían moverse por los lugares fangosos originados por las lluvias que se daban en la región. Hoy en día el termino patrullaje es asociado al servicio que brinda la policía o el ente de seguridad con el fin de desarrollar actividades de prevención, disuasivas y de control para asegurar la seguridad y la convivencia ciudadana en un espacio definido.

A raíz de estos eventos históricos se formaliza el patrullaje con los objetivos de cuidar la seguridad, velar por la protección de las familias y sus bienes. Además de

garantizar un adecuado orden público, prever respuestas inmediatas ante actos delictivos, construir relaciones amicales con la ciudadanía para desarrollar y estimular su participación en la prevención de actividades delictivas con el fin de incrementar su cooperación y reconocer el desempeño policial ([Badillo, 2018](#))

Dentro de los tipos de patrullaje se puede encontrar el patrullaje vehicular el cual está diseñado para cubrir gran cantidad de áreas de patrullaje y vigilancia mediante el uso de vehículos especialmente diseñados (como camionetas); el patrullaje Motorizado en el cual se emplea equipos motorizados con el fin de desplazarse de manera rápida a lugares en el cual un vehículo presente dificultades o un personal de a pie se demore en llegar y finalmente el patrullaje de a pie en el cual el personal se desplaza por la vía pública con el fin de realizar vigilancia, patrullaje y regular las vías de transporte sin el empleo de ninguna unidad de transporte.

1.5.1. Administración pública y el patrullaje

La administración pública influye en la calidad y en el desempeño del servicio de patrullaje, ya que los entes públicos buscan dar al cuerpo de policías herramientas y técnicas para que ellos puedan emplear estas durante su periodo de servicio. Por otro lado, todo ente público, privado y los directivos de la policía debe tener las siguientes capacidades para tener un óptimo desempeño de sus funciones ([Villalobos, 2008](#)):

- Uso eficaz de los recursos asignados
- Motivar y guiar al personal al cumplimiento de los objetivos institucionales
- Desarrollo y cumplimiento de una cultura organizacional con enfoque en los valores de la organización.
- Desarrollar y mantener un ambiente laboral donde se motive y se premie la excelencia y desarrollo constante de las capacidades del capital humano.
- No especular, el fundamento legal debe ser explícito.
- No confundir control con represión, y no generar o provocar temor al personal.
- Fomentar la innovación (utilizando herramientas como capacitación y aprendizaje continuo).

Por lo general las organizaciones policiales no consumen recursos sin generar ningún resultado, por lo tanto su valoración y su participación no debe medirse por factores como costo-beneficio o por indicadores de producción como relaciones de recursos y tiempos empleados, ya que los resultados se evidencian como óptimos si incrementan el bienestar público o deficientes en caso disminuya, de esta manera el

manejo de los recursos financieros deber realizarse por criterios como (Villalobos, 2008) :

- 1) Costo- Resultados: Relación del presupuesto invertido o utilizado respecto a los resultados obtenidos, como por ejemplo la adquisición de patrullas o recursos informáticos en la disminución de la inseguridad ciudadana.
- 2) Costo-Oportunidad: Analizar las consecuencias en las condiciones de seguridad por no contar con herramientas como equipamiento, patrullas o sistemas de comunicación.

1.5.2. La función Policial como sistema

Para comprender la actividad de la policía se representará mediante el uso de sistemas donde se mostrará los inputs, outputs y outcomes de su trabajo, los cuales mostraran un vínculo entre las entradas, salidas y resultados del sistema policial:

- 1) Inputs: Actividades del entorno sociopolítico y económico ligados a la seguridad pública, los cuales definen la función policial y su mandato institucional.
- 2) Outputs: Actividad de la policía y su desempeño ligado a sus decisiones tomadas
- 3) Outcomes: Resultados obtenidos por la función que están relacionados con el mandato institucional.

Representando en un circuito de retroalimentación tenemos que:

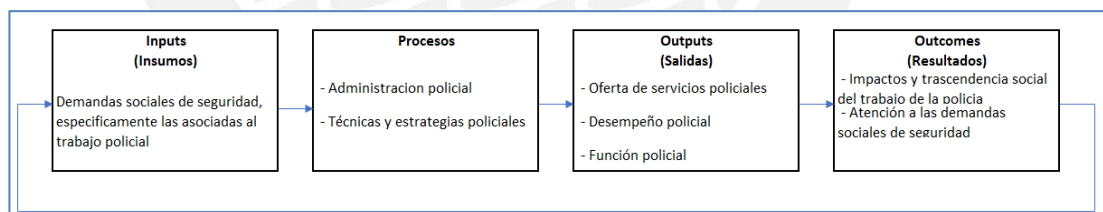


Gráfico 7 Feedback Loop (circuito de retroalimentación)

Fuente: "Administración Policial. Administración pública aplicada al manejo de policías"

Elaboración propia

Una vez definido el circuito de retroalimentación se evidencia que si las autoridades policiales no llegan a satisfacer las demandas sociales (Inputs) se vería afectadas las salidas (Outputs) ya que el desempeño policial no sería el óptimo y con esto los resultados de igual forma se verían afectados (Villalobos, 2008).

1.5.3. Optimización

Dentro de una adecuada sesión o rutina de patrullaje no basta con poseer gran cantidad de recursos como cámaras, patrullas, personas, etc., ya que con falta de planificación o estrategia se podrá llevar a cabo un sistema de patrullaje, pero los resultados no serán satisfactorios o los adecuados, ya que como se describió previamente el sistema de patrullaje es medido con la percepción de seguridad que sienten o se evidencia por parte de la población. Con esta base es donde nace la necesidad de elaborar, probar y mantener en constante actualización el sistema para satisfacer y mejorar la percepción de la población. Dentro de las estrategias de optimización que se elaborara para este problema se encuentran:

- 1) Asignación de recursos: Cada recurso como patrullas, cámaras de vigilancia, personal, entre otros será asignado bajo restricciones que se elaborará dependiendo de la zona, sector, horario y tipo de eventos a fin de maximizar su utilidad y resguardar la seguridad pública.
- 2) Ruteo de vehículos: Se evaluará la ruta a seguir para cada tipo de vehículo existente, ya que entre ellos presentan limitaciones (debido a las dimensiones y el tiempo de llegada a determinados sectores), de esta manera se desarrollará el ruteo para cubrir las demandas generadas por la población.

Finalmente, cabe resaltar que para los problemas tanto de las restricciones de asignación y de ruteo de vehículos van de la mano de la heurística para determinar soluciones iniciales satisfactorias pero la óptima, con lo cual en plazos de tiempo se va mejorando el estado del arte para obtener mejores soluciones factibles. De la misma manera se emplea algoritmos de agrupamientos para distribuir los inputs con los cuales se determinará parte de las restricciones tanto para la asignación de recurso como el ruteo de vehículos

CAPÍTULO 2. Estudio de casos

En el presente capítulo se detallarán los casos de estudios que abordan como eje central la investigación de patrullaje en la seguridad ciudadana.

2.1. En mejora de los servicios policiales: Evidencia del Equipo de trabajo del barrio Frances

Cheng Cheng, Wei Long

Se desarrolló un estudio el año 2017 sobre el sistema de seguridad en un barrio de Nueva Orleans, en el cual se evaluó como afecta la presencia policial en la prevención del delito, y como de esta manera se redujo los robos y asaltos agravados. Además de que se afirmó que el uso de estrategias y el incentivo policial mejora la calidad de los servicios policiales o de patrullaje.

2.1.1. Contexto

El barrio Francés de Nueva Orleans, el cual es un destino turístico por su combinación arquitectónica, museos, etc. consta de 0.66 millas² (1.79 Km²) el cual consta de 6 cuadras de ancho y 13 de largo. El servicio de patrullaje es proporcionado por el octavo distrito policial de Nueva Orleans, los cuales se rigen del manual de operaciones, en el cual se detallan estrategias básicas de monitoreo e incentivos para garantizar la vigilancia efectiva. El 2015 a causa de varios delitos de alto perfil y una escasez de policías origino una petición de más policías para resguardar a los residentes y turistas, dentro de esta ola de delitos se encuentra el caso del millonario Sidney Torres que a causa del robo de su mansión el implemento un programa complementario de vigilancia, el cual consiste en un grupo de patrullas proactivas 24 horas al día y 7 días a la semana, el cual está formado como máximo de 3 policías de Nueva Orleans. El programa diario de patrullaje se divide en 6 turnos de 4 horas cada uno, donde los turnos de 7:00 am a 11:00 am y 11:00 am a 3:00 pm cuenta con 3 oficiales y los demás de 3:00 pm a 7:00 am con al menos 1 oficial. Los oficiales de este programa tienen la misma potestad que un oficial del distrito, es decir pueden portar arma, arrestar, etc. El pago por el trabajo realizado es 50 dólares la hora, el cual es un monto superior a lo que se pueda ganar en su tiempo libre, es decir por encima del costo oportunidad del oficial, también el oficial recibe incentivos y de no cumplir las políticas el oficial es removido. Las operaciones son asignadas mediante un sistema informático automatizado, el cual para asignar al grupo de oficiales elegibles se basa en el orden de prioridad de la operación y el número de horas libres disponible de los oficiales, cada oficial se le es asignado un iPad para recibir informes

de delitos, el cual en sus primeras cinco semanas tuvo 8000 descargas, las operaciones diarias es administrada por Robert Simms (Ingeniero Espacial retirado), el cual se considera el “Robin de Sidney (Batman)”.

Durante un periodo de prueba (marzo - junio del 2015), en donde Torres dono aproximadamente 500 000 dólares, el cual administro el FQTF similar a un negocio privado monitoreando de manera constante y personalmente las operaciones. Primero, coloco un chip GPS en cada vehículo para verificar que cada uno de ellos seguía la ruta asignada y que respondan ante las emergencias o actividades sospechosas que se daban. Además, se contrató a la empresa “Pinnacle Security” para la supervisión durante las 24 horas y evaluación de desempeño del cuerpo de la FQTF. Por otro lado, Torres realizo monitoreos con cámara intencionalmente para ver si efectivamente los miembros del FQTF cumplían con las rutas establecidas y verificar que no paren a tomar una taza de café, dormir o alguna otra actividad fuera de sus funciones.

A finales de junio del 2015 el programa fue entregado al sector publico donde Sidney ya no monitorearía mediante el GPS las unidades, ya que al ser un programa del sector público y el ya no financiaba el programa, seguidamente ya no se daban incentivos fuertes lo cual redujo el costo el programa, y en consecuencia los oficiales del programa tenían menos preocupación por la tasa de despidos, la vigilancia de las operaciones por parte de Pinnacle Security solo se daba de 7:00 pm a 7:00 am y las demás horas por el supervisor del 8vo Distrito.

2.1.2. Estrategia usada

Para estimar la reducción de los crímenes como robo, robo agravado, etc. Se empleará una estrategia “Diferencia en Diferencias” (DD), teóricamente mediante esta estrategia se medirá los cambios en los delitos del barrio antes y después del uso del FQTF a comparación de los otros 70 barrios en Nueva Orleans. El eje del análisis principal serán los delitos callejeros los cuales se esperan que la presencia de las patrullas influya en ellos, el siguiente modelo se empleó para los periodos 2013 al 2015:

$$Resultado_{iyq} = \beta_0 + \beta_1 * FQTF_{iyq} + X_{iy} * \Upsilon + C_i + T_{yq} + u_{iyq} \quad (1)$$

En donde $Resultado_{iyq}$ es el número de delitos cometido en el barrio “i” en el trimestre “q” del año “y”, seguidamente $FQTF_{iyq}$ es la variable binaria en donde el valor de 1 significa que es posterior al lanzamiento del FQTF en el barrio francés y 0 caso

contrario, asimismo X_{iy} es un vector que varía en el tiempo respecto con el nivel socioeconómico del vecindario, C_i describe los efectos de los vecindarios aledaños al barrio Frances, T_{yq} son los efectos fijos del año “y” del trimestre “q” y u_{iyq} es el termino asociado al error aleatorio. Mientras que β_1 el cual se espera que sea negativo si el FQTF reduce con éxito los crímenes en el barrio Frances. El periodo de administración privada que abarca desde el 23 de marzo al 21 de junio del 2015 y la administración pública del 22 de junio al 31 de diciembre del mismo año no corresponden a un trimestre calendario, por lo que se redefinirá como se muestra en Tabla 1:

Tabla 1 Distribución de trimestres del 2015

Trimestre	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
Q1	1 de Enero	22 de Marzo
Q2	23 de Marzo	21 de Junio
Q3	22 de Junio	30 de Setiembre

Fuente: “Improving police services: Evidence from the French quarter task force”
Elaboración propia

Al redefinir los trimestres de esta manera se logrará reducir el error de la medición. Una de las variantes que genera preocupación es la estacionalidad de los delitos a nivel vecindario-año-barrio, ya que el barrio Frances es el principal centro turístico de la ciudad, para estimar esta diferencia de estacionalidad se usara el siguiente modelo:

$$\Delta Resultado_{iyq} = \beta_1 * \Delta FQTF_{iyq} + \Delta X_{iy} * Y + \Delta T_{yq} + \Delta u_{iyq} \quad (2)$$

El cual se obtiene restando la ecuación siguiente “ $Resultado_{i(y-1)q} = \beta_0 + \beta_1 * FQTF_{i(y-1)q} + X_{i(y-1)} * Y + C_i + T_{(y-1)q} + u_{i(y-1)q}$ ” de la ecuación (1).

De igual forma, se profundizará en el traspaso de la gestión del FQTF para ver la variación de los efectos delictivos al emplear las diferentes estrategias de monitoreo y incentivos en las gestiones públicas y privadas. En especial, se estimará la ecuación (3-1) de la descomposición de $\Delta FQTF_{iyq}$ de la ecuación (2):

$$\Delta Resultado_{iyq} = \alpha_1 * \Delta FQTF_{iyq} * privado_{yq} + \alpha_2 * \Delta FQTF_{iyq} * publico_{yq} + \Delta X_{iy} * Y + \Delta T_{yq} + \Delta u_{iyq} \quad (3-1)$$

En la ecuación (3-1), la variable “ $privado_{yq}$ ” tomará el valor de 1 para 2015-Q2 donde se tuvo una gestión privada, caso contrario tendrá el valor de 0; de igual manera para la variable “ $publico_{yq}$ ” tomará el valor de 1 para el periodo 2015-Q3 y 2015-Q4 donde

la gestión fue pública, caso contrario tomara el valor de 0. Los coeficientes α_1 y α_2 sirven para cuantificar el efecto del FQTF sobre la delincuencia durante la gestión privada y pública respectivamente. Para estimar directamente la diferencia entre los dos efectos de la delincuencia, definidos de la siguiente manera: $\tau_1 = \alpha_1 - \alpha_2$, sustituyendo τ_1 en la ecuación (3-1) para obtener la siguiente ecuación:

$$\Delta Resultado_{iyq} = \tau_1 * \Delta FQTF_{iyq} * privado_{yq} + \alpha_2 * \Delta FQTF_{iyq} + \Delta X_{iy} * Y + \Delta T_{yq} + \Delta u_{iyq} \quad (3-2)$$

De esta manera se verificará que un mayor control y incentivos hacia los oficiales del FQTF ayudaron a reducir los delitos, se esperaría que $\tau_1 < 0$ ($\alpha_1 < \alpha_2$). Por otro lado, es necesario abordar dos cuestiones empíricas antes de interpretar el efecto estimado como causal. La primera consta que el supuesto de DD, que requiere que que los crímenes en el barrio Frances y los otros vecindarios deberán tener la misma tendencia en la ausencia del FQTF, con este supuesto las divergencias en las tendencias de los crímenes se interpretaría como el efecto del FQTF. Sin embargo, se tendrá en cuenta un patrón de tendencias delictivas en el periodo previo al FQTF para examinar las tendencias de los delitos divergentes antes del lanzamiento del FQTF. Un segundo problema es la inferencia en la estadística que surgirá a causa que el barrio Frances será la única unidad tratada, ya que al ser una pequeña cantidad de unidades a tratar se puede exagerar en gran medida la significancia estadística, para afrontar esta cuestión empírica se empleará una estrategia de permutación para corregir la inferencia. La idea central de la estrategia es poder tener una distribución empírica a través de una asignación aleatoria de tratamientos de los tratamientos de Placebo para la unidades no tratadas o vecinos en este caso, con el propósito de la inferencia, ya que en nuestro entorno la única unidad tratada es el barrio Frances, con lo que se buscara que con el tratamiento de Placebo se imite el tratamiento del FQTF a cada uno de los 70 barrios no tratados.

2.1.3. Conclusiones

El servicio policial es esencial para resguardar la seguridad ciudadana y la estabilidad social, el estudio del barrio Frances nos muestra dos factores importantes sobre el patrullaje.

- Se evidencia que al aumentar la presencia policial mejora la prevención del delito, las estimaciones muestran que el FQTF aumento la visibilidad policial lo cual genero una reducción de los robos, robos con armas y bolsiqueo en un 37.4%, 16.4% y 13% respectivamente. Se estima que con esta reducción de los delitos

se traduce en una eficiencia anual de 4.4 millones de dólares, lo cual superaría al costo de funcionamiento del FQFT.

- En el cambio de la administración se evidencia que un mayor monitoreo y el uso de incentivos adicionales llevaron a que el FQTF reduzca 22.12 robos más y 5.56 de robos con armas en cada trimestre, esto al usar adecuadamente el monitoreo e incentivo se puede mejorar el servicio policial.

2.2.Mejora en la formulación del MCPRP (Maximum Coverage Patrol Routing Problem)

İbrahim Çapar, Burcu B. Keskin, Paul A. Rubin (2015)

Las conductas agresivas o las influencias de sustancias al conducir son las principales causas de accidentes de tránsito o muertes. Las áreas operativas de los policías de tránsito trabajan continuamente en el desarrollo de medias para frenar estos eventos como el aumento de controles documentales, avances tecnológicos como aplicaciones automatizadas e información pública o programas de educación. Los controles documentales consisten en el desarrollo de las contramedidas y planes operativos mediante el uso de los datos recopilados localmente o puntos críticos que consisten en tramos de carretera en horas con mayor frecuencia de accidentes. Se sabe que la asistencia de los agentes de tránsito en estos puntos sirve para disuadir la conducción agresiva. Los investigadores que ayudan a las entidades públicas en el cumplimiento de las normas lo realizan de dos maneras. La primera es mediante los puntos críticos, mediante el clustering de los datos históricos de accidentes. La segunda manera es en la aplicación de la ley basada en los datos, con el fin de aplicarlas en los puntos críticos para mejorar la seguridad pública.

El uso de “Maximum Covering and Patrol Routing Problem” (MCPRP) con un par de modificaciones generara mayor cobertura en los puntos críticos con un grupo fijo de personal policial, el programa de del MCPR es considerado un NP-Hard que recurre a las heurísticas para poder dar solución. De la formulación original del MCPRP se mantendrá la suposición de la disuasión no aumentara por la presencia simultánea de los múltiples efectivos policiales y los puntos críticos tienen la misma ubicación física (pero en diferente tiempo) serán patrullados por diferentes vehículos. Mediante este nuevo modelo se proporciona a cada policía un plan óptimo que se puede en un corto tiempo, también se permite que el agente policial pueda comenzar el patrullaje desde el estacionamiento de su unidad, una holgura de tiempo a causa de otros deberes, descansos planificados durante el patrullaje.

2.2.1. Modelamiento matemático

La definición planteada y los supuestos a mencionar por los autores son similares a los que postulan los Keskin, Li y Spiller en *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* en el 2012.

Para cada turno dado se asume que tiene N puntos críticos identificados, en donde cada punto de $i \in \mathcal{N} = \{1, \dots, N\}$ tiene la primera vez e_i y por último l_i para su efectiva cobertura de duración con $e_i < l_i$. Los puntos de ubicación ficticias 0 y $N + 1$ denotan la ubicación del efectivo policial al inicio y al final del turno respectivamente, considerando que el cambio de turno comienza en el momento 0 . El objetivo del Patrol Routing Problem es maximizar el efecto de disuasión encontrando la mejor ruta de patrullaje y el tiempo a estar en cada punto crítico para cada vehículo usado por el efectivo $K \in \mathcal{K}$. Adicional se muestra en la Tabla 2 parte de las notaciones y consideraciones.

Tabla 2 Notaciones y consideraciones

Parámetros del Problema	
V	Sets de puntos calientes y ubicación del efectivo policial $V = \mathcal{N} \cup \{0, N + 1\}$
\mathcal{E}	Sets de arcos, $\mathcal{E} = \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$
$\Delta^+(i)$	Sets de puntos críticos disponibles desde $i \in V$ dentro de la ventana de tiempo, $\Delta^+(i) = \{j \in V : (i, j) \in \mathcal{E}, e_i + t_{ij} \leq l_j\}$
$\Delta^-(i)$	Sets de punto críticos a partir de $i \in V$ es disponible, $\Delta^-(i) = \{j \in V : (i, j) \in \mathcal{E}, e_i + t_{ij} \leq l_i\}$
t_{ij}	El tiempo más corto entre $i \in V$ a $j \in V$
T	Fin del turno
Variables de decisión	
x_{ijk}	1, si el carro patrullero $K \in \mathcal{K}$ viaja desde el punto crítico i a j , $(i, j) \in \mathcal{E}$; 0 en otro caso.
$s_{ijk} \geq 0$	Inicio el patrullaje en el punto crítico $i \in V$ por un efectivo policial $K \in \mathcal{K}$
$y_{ijk} \geq 0$	Fin del patrullaje en el punto crítico $i \in V$ por un efectivo policial $K \in \mathcal{K}$
y_{ijk}	1, si el patrullero $K \in \mathcal{K}$ está en el punto crítico $i \in V$; 0 en otro caso.

Fuente: İbrahim Çapar, Burcu B. Keskin, Paul A. Rubin (2015)

A continuación, se detalla las consideraciones y restricciones del caso:

- 1) Cada grupo de efectivos policiales se puede tratar y resolver por separado
- 2) El modelo será empleado solo para un turno por día
- 3) El policía estatal inicia y finaliza su turno en el puesto de la policía (comisaria).
La duración es impuesta por los parámetros $e_0 = 0$ y $l_{N+1} = T$.
- 4) Los carros de los efectivos policiales ($K \in \mathcal{K}$) son idénticos.

- 5) El policía estatal puede llegar a un punto crítico i antes de la hora de inicio e_i , el efecto de la disuasión es calculada únicamente a partir de e_i , en otras palabras, solo después de que el punto crítico esta “ocupado”.
- 6) Tener más de un efectivo policial en un mismo punto al mismo tiempo genera el mismo efecto de disuasión que un solo efectivo.
- 7) La velocidad de transporte es constante y se fija en 96 km/hora (60 millas/hora) en el caso
- 8) Los carros de los efectivos están en servicio continuo durante el turno (La toma de combustible, almuerzo, etc. Se dan fuera del turno)

La formulación original del MCPRP elaborada por [Keskin et al.](#) Es:

$$\text{Maximizar } \sum_{i \in \mathcal{N}} \sum_{K \in \mathcal{K}} (f_{ik} - s_{ik}) \quad (\text{MCPRP})$$

Sujeto a:

$$f_{ik} + t_{ij} - s_{jk} \leq (1 - x_{ijk})M_{ij}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall (i, j) \in \mathcal{E} \quad (4)$$

$$e_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} \leq s_{ik}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in \mathcal{V} \quad (5)$$

$$l_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} \leq f_{ik}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in \mathcal{V} \quad (6)$$

$$s_{ik} \leq f_{ik}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in \mathcal{V} \quad (7)$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(0)} x_{0jk} = 1, \quad \forall K \in \mathcal{K} \quad (8)$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(N+1)} x_{i,(N+1),k} = 1, \quad \forall K \in \mathcal{K} \quad (9)$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(j)} x_{ijk} = \sum_{i \in \Delta^+(j)} x_{ijk}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall j \in \mathcal{N} \quad (10)$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} = y_{ik}, \quad \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in \mathcal{N} \quad (11)$$

$$y_{0,k} = y_{N+1,k} = 1, \quad \forall K \in \mathcal{K} \quad (12)$$

$$u_{ikg} + u_{igk} \leq y_{ik}, \quad \forall i \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (13)$$

$$u_{ikg} + u_{igk} \leq y_{ig}, \quad \forall i \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (14)$$

$$u_{ikg} + u_{igk} \leq y_{ik} + y_{ig} - 1, \quad \forall i \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (15)$$

$$f_{ik} - s_{ig} - M(1 - u_{ikg}) \leq 0, \quad \forall i \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (16)$$

$$f_{ig} - s_{ik} - M(1 - u_{igk}) \leq 0, \quad \forall i \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (17)$$

$$s_{ik}, f_{ik} \geq 0 \text{ y } x_{ijk}, y_{ik}, u_{ikg} \in [0, 1], \quad \forall i, j \in \mathcal{V} \text{ y } k, g \in \mathcal{K}, g > k \quad (18)$$

El objetivo del MCPRP es maximizar la cantidad de tiempo prestada por el servicio policial en un punto crítico dentro de una ventana de tiempo. La restricción (4) verifica la disponibilidad de una ruta. En otras palabras, si el patrullero visita k visita el punto crítico $j \in \mathcal{V}$ después de parar en el punto crítico $i \in \mathcal{V}$, seguidamente empieza el tiempo en el punto caliente j el cual debe ser mayor o igual que el tiempo en el que finaliza el punto crítico anterior i más el tiempo de traslado entre i y j . Las restricciones

(5) y (7) delimitan el tiempo de la patrulla en la ventana de tiempo en el punto crítico ($e_i \leq s_{ik} \leq f_{ik} \leq l_i$). Las restricciones (8) y (9) rigen a los vehículos de patrullaje a iniciar y finalizar el turno en el puesto de oficiales estatales, respectivamente. La restricción (10) verifica que cada carro de patrullaje k entre y salga del punto crítico i la misma cantidad de veces. Las restricciones (11) y (12) define y_{ik} . Las restricciones (13) y (17) define que, si simultáneamente un punto crítico es patrullado por varias patrullas, solo se ve el efecto de uno. Por último, la restricción (15) denota el dominio de las variables de decisión. Teniendo las siguientes suposiciones:

- Los tiempos de viaje t_{ij} entre distintas locaciones son estrictamente positivas y satisfacen la desigualdad triangular.
- Es posible que las patrullas visiten puntos no críticos.

Las suposiciones previas, en general satisfacen la realidad de los policías estatales. Si una patrulla no es usada (en otras palabras, no visita un punto crítico), se asume que policial estatal se desvía para otras responsabilidades. El modelo planteado asume que el carro de patrullaje es directamente colocado en punto crítico 0 al punto crítico $N+1$, los cuales son puntos ficticios.

Originalmente, (V, \mathcal{E}) fue un diagrama completo. Se redefinirá \mathcal{E} para eliminar puntos no factibles e improbables. Se tendrá $(i, j) \in \mathcal{E}$ si solo si cumple uno de los siguientes enunciados:

- $(i, j) = (0, N + 1)$: es una ventaja a usada por un vehículo inactivo en el puesto policial.
- $(i, j) = \{(0, j) : j \in \mathcal{N} \text{ y } t_{0j} \leq l_j\}$: el punto crítico j puede ser alcanzado antes del comienzo del turno previo al cierre de la ventana de tiempo.
- $(i, j) = \{(i, N + 1) : i \in \mathcal{N} \text{ y } e_i + t_{i, N+1} \leq T\}$: el punto crítico i puede ser patrullado en el tiempo de retorno al punto para el final de tuno.
- $(i, j) = \{i, j \in \mathcal{N}, i \neq j, l_i + t_{ij} \leq l_j\}$: después de que la ventana de tiempo del punto crítico i es cerrada, es posible llegar al punto crítico j antes de que cierre la ventana de tiempo.

Cuando todos los puntos calientes tienen la misma prioridad se tiene la siguiente proposición propuesta por [Keskin et al.](#):

Proposición 1: El vehículo dejara el punto crítico antes de la que la ventana de tiempo cierre únicamente si necesita retornar al puesto policial al final del turno. El final del tiempo de patrullaje f_{ik} del punto crítico i es:

$$f_{ik} = \begin{cases} \min\{l_i, T - t_{i,N+1}\}, & \text{si } i \text{ es el ultimo punto critico visitada en la ruta de } k; \\ l_i, & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

Se denominará transición al cambio de un carro de patrullaje a otro en un punto crítico en particular, cuando dos o más carros de patrullaje patrullan el punto crítico durante segmentos distintos de tiempo.

Sin la pérdida de la generalidad, se asume que en la solución S el carro K precede al carro g en el punto crítico i , en otras palabras:

$$e_i \leq s_{ik} \leq f_{ik} \leq s_{ig} \leq f_{ig} \leq l_i$$

Teniendo en cuenta que tanto k y g pueden estar en el punto crítico i en el mismo tiempo, a pesar de esto solo la presencia de uno de ellos contribuye a la función objetivo. Donde $(i - 1)$ el punto critico visitado por el carro g instantes previos al punto crítico i , y sea $(i + 1)$ el punto critico visitado por el carro g instantes posteriores del punto i . Así mismo, sea j el punto crítico visitado por el carro k instantes después del punto crítico i . Teniendo en cuenta que alguno o todos $j, (i - 1), (i + 1)$ pueden ser el puesto de patrulla. Con lo explicado previamente, la solución S' :

- Todos los carros a excepción de k y g siguen la misma ruta S' que en S . El carro k sigue la misma ruta que en S' como se realizó en S hasta llegar al punto crítico i . Quedándose en el punto crítico i desde el tiempo s_{ik} hasta f_{ig} , para después pasar al punto critico $(i + 1)$. A partir de es punto, el carro k sigue la ruta del carro g en S . Por otro lado, el carro g sigue la misma ruta S' en S incluyendo de igual forma el punto critico $(i - 1)$. Desde el punto crítico $(i - 1)$, el carro g sigue directamente al punto crítico j y sigue el recorrido del carro k en S .

Las rutas de k y g en la solución de S y S' están en el Grafico 8.

Teniendo en cuenta que la numeración de los carros resulta irrelevante y la ruta S fue factible, S' es propiamente factible. Un punto a considerar es que solo funcionara si $(0, N + 1) \in \mathcal{E}$, debido a que existe la posibilidad que el punto critico i sea la primera parada del carro g ($(i - 1) = 0$) y la ultima para del carro k ($j = N + 1$). La duración de la patrulla en el punto critico i cambia de $f_{ik} - s_{ik} + f_{ig} - s_{ig}$ a $f_{ig} - s_{ik}$; el siguiente cambio será $\Delta = s_{ig} - f_{ik} \geq 0$.

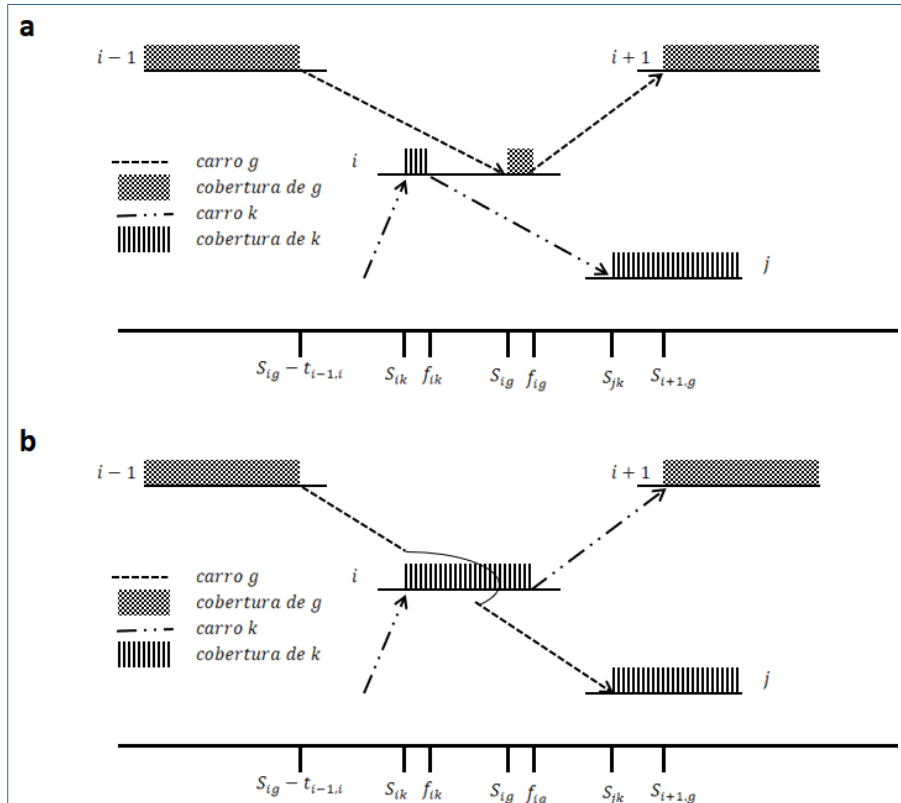


Gráfico 8 Las rutas de k y g en la solución S y S'

Fuente: İbrahim Çapar, Burcu B. Keskin, Paul A. Rubin (2015)

En la solución S, el carro g sale del punto crítico $(i - 1)$ llegando al punto crítico $(i + 1)$ no antes de $f_{ig} + t_{i,i+1}$. El carro k deja el punto crítico i en f_{ik} y llega al punto crítico j en $f_{ik} + t_{ij}$. En S' el carro k es libre para salir del punto crítico i en el tiempo f_{ig} y llegar al punto crítico $(i + 1)$ en $f_{ig} + t_{i,i+1}$, por ende, el tiempo restante de patrullaje de la ruta restante en S' es el mismo tiempo restante de la ruta S del carro g. Mientras en S' el carro g deja el punto crítico $(i + 1)$ en o antes de $s_{ig} - t_{i-1,i}$ y llegar al punto crítico j en $s_{ig} - t_{i-1,i} + t_{i-1,j}$. Dada la desigualdad triangular, $t_{i-1,j} \leq t_{i-1,i} + t_{ij}$, Keskin et al. Formulan la siguiente expresión:

$$S_{ig} - t_{i-1,i} + t_{i-1,j} \leq S_{ig} + t_{ij}$$

De esta manera, el cambio en el tiempo de patrullaje del punto crítico j en un escenario pesimista es de $(f_{ik} + t_{ij}) - (s_{ig} + t_{ij}) = -\Delta$. El tiempo de patrullaje para el resto de la ruta tomada por g en S' es igual que el tiempo del carro k en S. La variación en el tiempo de patrullaje entre S a S' en un escenario pesimista es de $\Delta - \Delta = 0$. Si $t_{i-1,j} < t_{i-1,i} + t_{ij}$ (la ruta más rápida de $(i - 1)$ a j no pasa a través de i) o si $f_{ik} + t_{ij} < e_j$ (el carro k llega antes al punto crítico j en S), el cambio en el tiempo

de patrullaje es positivo. El cambio de S a S' no añade nuevas restricciones y elimina la transición del carro k al carro g en el punto crítico i .

Proposición 2: La solución óptima existe sin transiciones.

Dada una solución óptima S que contiene q transiciones, se puede elaborar otra solución válida S' con el objetivo de poder evaluar al menos S (es decir, una solución óptima) que contenga $q-1$ transiciones. Al desarrollar q veces, se llegará a una solución óptima con 0 transiciones.

Pese a la **Proposición 1** formulada por [Keskin et al.](#), no se refleja en la formulación del MCPRP, en cambio es usado para el desarrollo Heurístico. Se propone la **Proposición 1** para afianzar la restricción (4) de MCPRP a:

$$t_{0i}x_{0ik} \leq s_{ik}, \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall (0, i) \in \mathcal{E} \quad (4a - \text{IPRP})$$

$$(l_i + t_{ij})x_{ijk} \leq s_{jk}, \forall K \in \mathcal{K}, \forall i, j \in \mathcal{N} \text{ y } (0, i) \in \mathcal{E} \quad (4b - \text{IPRP})$$

$$f_{ik} + t_{i, N+1}x_{i, N+1, k} \leq T, \forall K \in \mathcal{K} \text{ y } \forall (i, N+1) \in \mathcal{E} \quad (4c - \text{IPRP})$$

Partiendo de la **Proposición 2**, se reformulara las restricciones (5 - 6) de MCPRP de la siguiente manera:

$$e_i y_{ik} \leq s_{ik}, \forall k \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in V \quad (5 - \text{IPRP})$$

$$l_i y_{ik} \geq f_{ik}, \forall k \in \mathcal{K} \text{ y } \forall i \in V \quad (6 - \text{IPRP})$$

Además, se puede reemplazar las restricciones que se encuentren relacionadas con las visitar en los puntos críticos, (13) – (17) de MCPRP, con:

$$\sum_{K \in \mathcal{K}} y_{ik} \leq 1, \forall i \in V \quad (13 - \text{IPRP})$$

Los límites de las variables se muestran a continuación:

$$s_{ik}, f_{ik} \geq 0 \text{ y } x_{ijk}, y_{ik}, u_{ikg} \in [0, 1], \forall i, j \in V \text{ y } k \in \mathcal{K} \quad (18 - \text{IPRP})$$

Las restricciones (7) – (12) del MCPRP original se mantendrán iguales, de esta manera se presentara la formulacion completa del IPRP:

$$\text{Maximizar } \sum_{i \in \mathcal{N}} \sum_{K \in \mathcal{K}} (f_{ik} - s_{ik})$$

Sujeto a:

Restricción (4a – IPRP), (4b – IPRP), (4c – IPRP),

Restricción (5 – IPRP), (6 – IPRP),

Restricción (7) - (12),

Restricción (13 – IPRP),

Restricción (18 – IPRP).

En esta formulación, las restricciones (4a – IPRP), (4b – IPRP), (4c – IPRP) garantiza la viabilidad de la programación respecto a las restricciones del tiempo para cada carro patrullero $k \in \mathcal{K}$, si el carro k visita el punto crítico $j \in V$ después de pasar por el punto crítico $i \in V$. Las restricciones (5 – IPRP), (6 – IPRP) y (7) permiten verificar la validez de las restricciones con ventanas de tiempo. En el MCPRP la restricción (8) verifica que todos los carros de patrullaje lleguen al puesto policial al inicio del turno (o este inactivo en el puesto si $j = N + 1$), la restricción (10) se encarga de asegurar el retorno al puesto inicial al final del turno. Finalizando, la restricción (9) regula el flujo en cada punto crítico, en otras palabras, permite que cada carro de patrullaje k que visite el punto crítico i deberá dejarlo. Las restricciones (11) y (12) define y_{ik} , $\forall i \in \mathcal{N}$ y $\forall K \in \mathcal{K}$. La restricción (13 - IPRP) establece la estructura de visita en los puntos críticos.

2.2.2. Conclusiones

El modelo IPRP puede resolver problemas generados en la vida real, muestra de ello son las pruebas aleatorias en corto periodo de tiempo, se mostró que para 40 puntos críticos, el IPRP proporciono soluciones óptimas en un lapso de cinco minutos (en una máquina con 3.6 Ghz Intel Xeon Processor y 64Gb RAM). Al comparar este modelo con la formulación de [Keskin et al.](#) Se logro una mejora del 46.2% en las pruebas aleatorias.

En la realidad, la solución que proporciona el IPRP tendrá una mejor cobertura de tiempo en los puntos críticos. Por lo que se considerará el IPRP importante para las siguientes políticas:

- Permitir el inicio del recorrido de las patrullas desde distintos puntos.
- Retrasar el inicio del patrullaje por algunos policías estatales.
- Pausas durante el medio día para los agentes del estado.

Se cuantifico el impacto de los casos para la cobertura y se destacó la importancia de la distribución geográfica y espacial de los puntos críticos. La modelación de las generalidades se trabajó de manera separada.

2.3. Viviendo cerca de la violencia: Como la proximidad de los eventos de violencia influye en la percepción de la eficacia y confianza policial

Renee Zahnow, Lorraine Mazerolle, Rebecca Wickes, Jonathan Corcoran (2017)

La exposición a la violencia genera resultados negativos, que en consecuencia origina riesgos objetivos y riesgos percibidos en ser víctima de un delito. Pese a que se evidencia que la violencia ha disminuido en la mayoría de países avanzados en estos años. La ansiedad y la percepción de ella no ha disminuido, ya que los eventos de violencia en las comunidades incrementan el temor hacia el crimen y el cuestionamiento de los procedimientos de seguridad. La confianza en el sistema de seguridad (los policías) es fundamental para fomentar la cooperación e infundir su autoridad. La eficacia mostrada por el sistema de seguridad generará mayor confianza en la población cuando está percibida como un servicio eficaz y legítimo. Los factores de edad, género, estatus, experiencias con la delincuencia, victimización, lugar de residencias, etc. Influyen en la percepción de eficacia y la confianza depositada en el sistema de seguridad.

En el presente caso se realizó encuestas geográficas sobre delitos a 4000 residentes de 148 barrios de Brisbane (Australia), para determinar el factor de confianza policial asociado a cada persona según su proximidad geográfica a los eventos violentos recientes, midiendo su percepción de la policía, el contacto con ella, seguridad percibida, etc. Por otro lado, en este estudio se abarcará la correlación entre el crimen en el vecindario y la percepción de la policía para:

- 1) Explorar el vínculo entre la proximidad física a los eventos y la confianza en la policía.
- 2) Considerar o no el vínculo entre la proximidad de los eventos y la confianza con la que opera la policía en la confianza y la percepción en la efectividad de la policía.

Estudios previos muestran que la población que vive cerca o dentro de una zona con altos índices violencia presentan mayor temor y asocian esto a un déficit de atención policial. Se sugiere que la relación entre la proximidad a la violencia y la confianza en la policía se medirá por la percepción de la efectividad de la policía. Finalmente, los residentes que vivan cerca a eventos violentos recientes perciban mayor índice de criminalidad y desorden en su vecindario, atribuyendo esto a una vigilancia ineficaz y una menor confianza en la policía.

2.3.1. Situación Actual

La exposición a eventos de violencia se da de manera directa al presenciar o ser la víctima de este evento y de forma indirecta al escuchar sobre estos por terceros o en medios de comunicación. La constante exposición por los medios de comunicación las personas muestran mayor temor a ser víctimas, de igual forma cuando la zona donde viven tiene alto índice delictivo muestran mayor temor a ser víctima. La confianza de una persona en la policía se considera subproducto de la percepción de la efectividad percibida.

Se agruparán en dos modelos: Modelo Expresivo y Modelo Instrumental. El modelo expresivo indica que la población basará su evaluación de la policía sobre las condiciones físicas y sociales de su localidad, como el control social y como se mantiene el orden en la comunidad. El modelo instrumental se basa en la noción de la población sobre las funciones básicas de la policía como prevenir y gestionar el crimen para mejorar la seguridad, por lo que las actividades de la policía y su percepción de la eficacia sobre la policía será el reflejo de la confianza en ella.

Los ciudadanos al tener contacto directo con los efectivos policiales generan que los factores expresivos tengan mayor participación en el factor de confianza en los policías. Los ciudadanos valoran la calidad del trato, equidad, respeto y ser escuchado como parte de los factores Instrumentales, como hacer un “arresto” o “realizar su trabajo”. La policía tiene la posibilidad de influenciar en la opinión pública, mediante tramites, diálogos directos con la población. Sin embargo, cada año solo una pequeña fracción de la población tiene la oportunidad de tener contacto con ella, por lo que su percepción se basa en experiencias indirectas (factores contextuales).

La percepción de la delincuencia y del desorden en vecindarios constantemente se relacionan con el desempeño mostrado por la policía, las cuales figuran en evaluaciones públicas. Algunos estudios muestran una adecuada correlación entre la delincuencia en el vecindario y la confianza en la policía, otros estudios plantean que después de generar controles de victimización y sus condiciones en el vecindario las ratios de crimen actualizados no predicen la confianza en la policía.

Estudios demuestran la relación entre el nivel de lo vecindarios y su percepción de la policía, sus sustentos son inconsistentes, esto se relaciona con el uso de distritos o agrupaciones como unidades de análisis. Según reportes académicos indican que las percepciones del vecindario son influenciadas por su entorno, por la cercanía a ellas y su probabilidad de presenciar eventos delictivos. La exposición a la violencia

dentro de un vecindario varia a nivel individual y su desorden puede verse sesgado por reflejar condiciones cercanas al hogar del individuo y su espacio de conciencia

2.3.2. Conclusiones

Los habitantes que presentan menor seguridad en su comunidad son los que reportan menores niveles de bienestar mental, de manera similar las personas que muestran mayor confianza en la policía son aquellos que sienten menor temor al crimen y victimización. En el estudio sobre el efecto de residir cerca a eventos de violencia y su relación con la policía, se planteó que las personas que viven más cerca a eventos recientes de violencia muestran menor confianza en el sistema policial, ya que la exposición a estos eventos demuestra el poco control de los crímenes por parte de la policía. Pese a esto, en algunas localidades se aprecia que las personas que viven en un entorno de violencia muestran mayor confianza en la policía, ambas relaciones se midieron con la percepción de efectividad policial. Por lo tanto, se concluye que vivir cerca a estos eventos de violencia es una oportunidad para que los residentes puedan presenciar mayor efectividad por parte del servicio policial y mejorar su confianza en ella.

Las estrategias del aumento del personal para un mejor patrullaje peatonal demuestran un beneficio regular para la percepción de delitos, sentimientos de inseguridad, etc. La visualización del efectivo policial en la comunidad se percibe como símbolo de seguridad y aumenta la confianza en ella.

CAPÍTULO 3. Diagnostico

En el tercer capítulo se realizará el diagnóstico de la localidad elegida para proponer oportunidades de mejora en su sistema de patrullaje, para mejorar los indicadores de percepción de seguridad y confianza en el sistema de patrullaje proporcionada por la municipalidad elegida.

3.1. Generalidades del distrito de San Miguel

El 10 de mayo de 1920 el distrito de Magdalena de la provincia de Lima se divide para dar origen a los distritos de San Miguel, Magdalena de Mar y Magdalena Vieja. El distrito de San Miguel cuenta con un total de 129 107 habitantes al 2015 donde el 19.18%, 25.45%, 23%, 17.11 y 15.26 corresponde a los Infantes, Jóvenes, Adultos Jóvenes, Adultos y Adultos Mayores respectivamente (CODISEC, 2018)

3.1.1. Visión de la Municipalidad

“Hacer de San Miguel un distrito seguro, ordenado, saludable, moderno, competitivo, turístico y sostenible, con habitantes que gozan de calidad de vida y que disfrutan de los servicios a lo largo de su litoral, asegurando la convivencia pacífica de la población, en un marco de confianza, tranquilidad y paz social”

3.1.2. Misión de la Municipalidad

“Planear, organizar, diseñar, implementar, coordinar y controlar los planes, programas y proyectos de seguridad ciudadana a nivel local, con la participación activa de todos los actores institucionales y comunitarios que forman parte del Comité Distrital de Seguridad Ciudadana de San Miguel.”

3.1.3. Valores Institucionales

Dentro de los valores institucionales de la Municipalidad de San Miguel se encuentran los siguientes valores: Seguridad, Saludable, Ordenado y Moderno; con el fin de garantizar y mostrar los compromisos con la ciudadanía.

3.2. Macroentorno

Para abordar el caso de estudio se mostrará el contexto en el cual se encuentra la municipalidad a trabajar partiendo del entorno más grande (País) hasta el entorno en el que se encuentre el estudio.

3.2.1. Entorno País

Según un estudio elaborado por Barómetro de las Américas, muestra en el siguiente gráfico los problemas principales que presenta el Perú en los cuales se aprecia que, pese a que en el año 2014 al 2017 se presenta una reducción de la seguridad como problema, sigue siendo el mayor problema actual que afronta la sociedad.

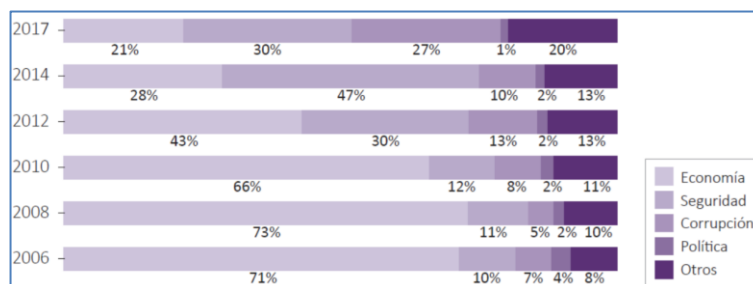


Gráfico 9 Problema más importante del país

Fuente: Barómetro de las Américas (2016-2017)

En el mismo estudio se muestra, que en Perú es el segundo con mayor índice de victimización, ubicándose por debajo de Venezuela, lo que muestra que el sistema de seguridad no es eficiente.

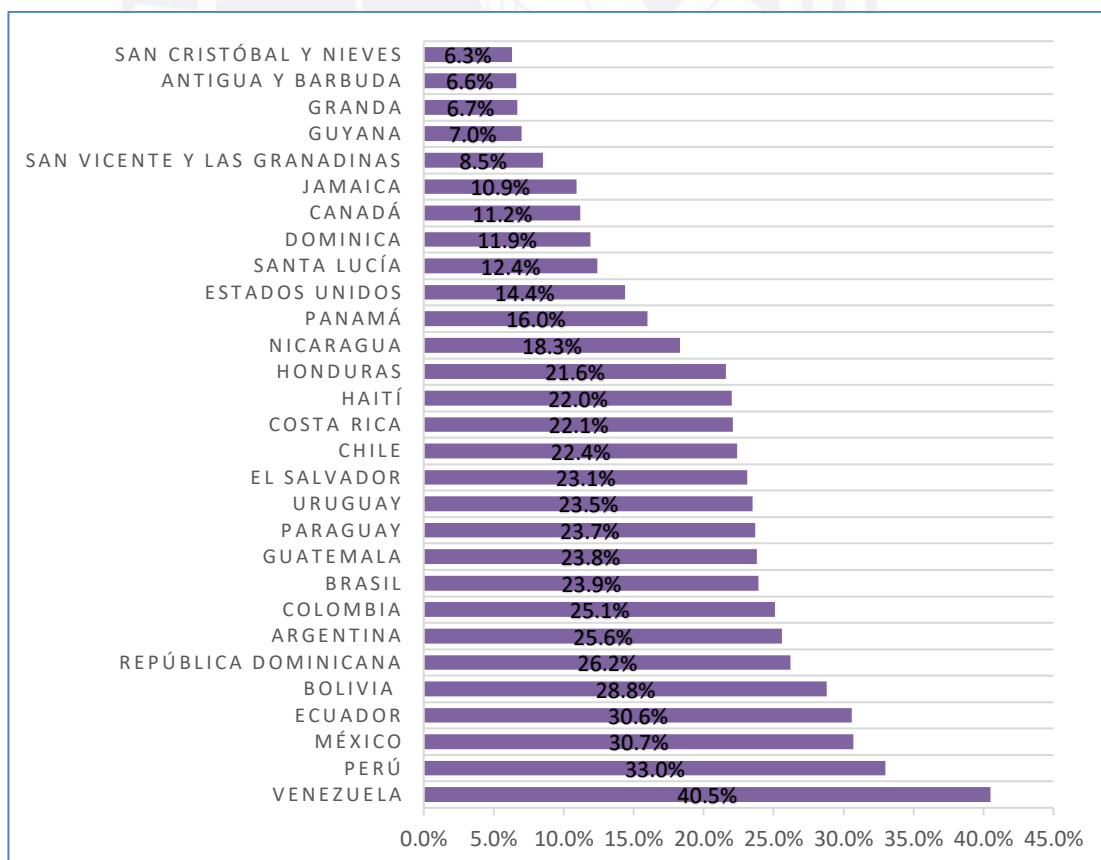


Gráfico 10 Victimización

Fuente: Barómetro de las Américas (2016-2017)

3.2.2. Entorno Departamento

Según un informe del Ministerio Público, el departamento de Lima presentó una tasa anual de robo (tasa por cada 100 000 habitantes) que oscila entre 12,9 a 157,4 la cual es considerada como una tasa baja, durante los años 2013 al 2016. Por otro lado, en el año 2017 se realizó una investigación detallada en donde se muestra que las zonas como Callao, Lima y Cañete presentan una mayor tasa de robos respecto a Ventanilla, Lima norte, Este y Sur.

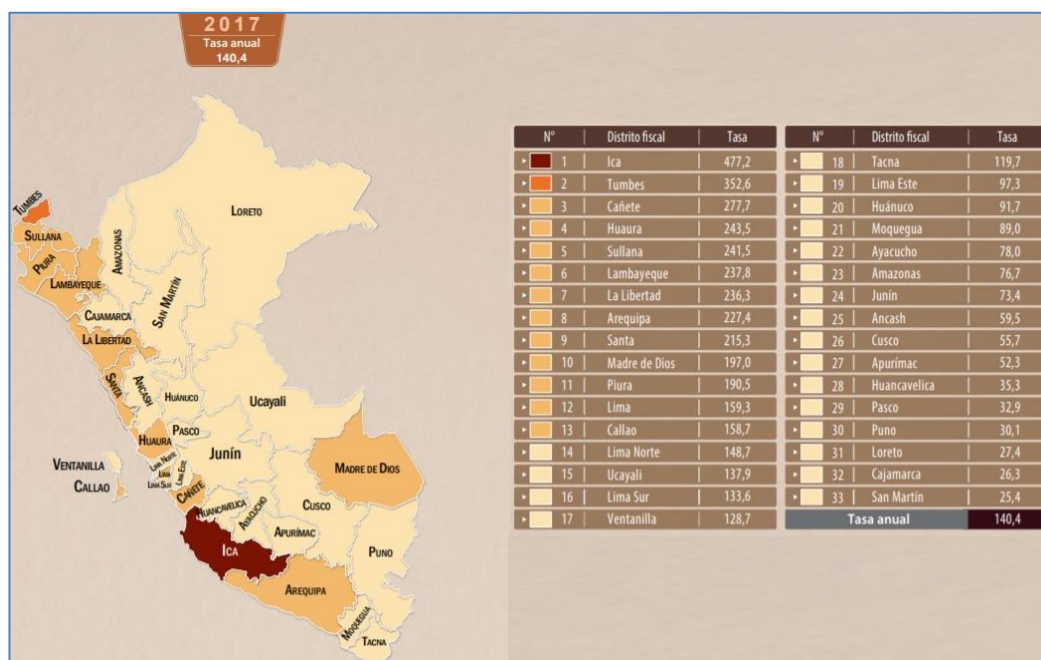


Gráfico 11 Robo imputados a mayores de edad

Fuente: Ministerio Público (2017)

3.3. Microentorno

El desarrollo del Microentorno se enfocará a la situación que la municipalidad afronta como parte de sus actividades de seguridad ciudadana.

3.3.1. Entorno de la municipalidad

En el transcurso del año 2017, en el distrito de San Miguel la mayor cantidad de llamadas de emergencias registradas que se presentan en la Tabla 3, se deben a la música o fiestas realizadas en el distrito con un 32.94%, seguido por los autos mal estacionados, consumidores de alcohol con un 20.9% y 14% respectivamente. Las siguientes 3 posiciones en el cuadro de llamadas de emergencias con un 12.13% representan problemas de seguridad ciudadana conformados por la perturbación vecinal, personas con actitud sospechosa y vehículos con actitud sospechosa, con lo cual queda evidenciado la necesidad de la población en solucionar estos

problemas ya que representa un porcentaje significativo de las llamadas de emergencias realizadas por los vecinos del distrito.

Tabla 3 Llamadas de emergencias – San Miguel (Periodo 2017)

SUB-TIPO DE CASO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	%
Ruidos por Música y/o Fiestas	1273	1353	1379	1022	603	636	611	689	574	760	614	794	10308	32.94%
Retiro de Autos Mal Estacionados	500	528	606	583	532	583	484	504	555	547	405	477	6304	20.15%
Retiro de Consumidores de Alcohol en vía pública	499	465	524	382	351	282	329	293	280	330	305	341	4381	14.00%
Perturbación Vecinal	182	136	158	61	68	82	72	71	86	59	33	94	1102	3.52%
Persona en actitud sospechosa	23	120	169	166	153	115	135	125	109	149	116	109	1489	4.76%
Vehículo en actitud sospechosa	112	82	110	106	142	102	105	116	75	97	89	69	1205	3.85%
Otros	531	614	609	524	493	478	609	603	483	539	468	553	6504	20.78%
Total de incidencias	3120	3298	3555	2844	2342	2278	2345	2401	2162	2481	2030	2437	31293	100%

Fuente: Municipalidad Distrital de San Miguel - Central de Comunicaciones del Serenazgo (2018)

Durante los meses del año 2018, se registraron 240 eventos de robo a transeúntes, que fue el más significativo con un 52.86%, en segundo lugar, con 106 eventos son los robos de vehículos con un 23.35%, con lo que se puede concluir que los robos en las avenidas o en el entorno público son las más significativos como se muestran en la Tabla 4, por lo que merecen una mayor atención.

Tabla 4 Delitos contra el patrimonio – San Miguel (Periodo 2018)

Tipologías	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	%
Robos y Hurto a Transeúntes	20	32	31	21	21	14	21	22	13	15	17	13	240	52.86%
Robos y Hurto de Autopartes	5	16	8	6	2	3	2	2	5	6	7	4	66	14.54%
Robos y Hurto de Domicilios	4	4	5	4	5	1	2	2	1	3	4	3	38	8.37%
Robos y Hurto de Vehículos	10	6	6	13	8	8	7	4	16	6	9	13	106	23.35%
Robos y Hurto de EE.CC.	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	4	0.88%
TOTAL D.C.P.	39	58	51	44	36	26	33	31	35	30	37	34	454	100.00%

Fuente: Municipalidad Distrital de San Miguel - Central de Comunicaciones del Serenazgo (2019)

Al realizar una comparación entre los años 2017 y 2018 se deja en evidencia que se viene incrementando los robos a los transeúntes, robos de autopartes y los robos de los vehículos, mientras que de manera satisfactoria viene disminuyendo los robos a domicilios y los robos a Establecimientos Comerciales (EE.CC.).

Tabla 5 Variación de delitos contra el patrimonio – San Miguel (Periodo 2017 -2018)

Tipologías	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
R. y H. a Transeúntes	233%	113%	182%	31%	17%	-7%	17%	57%	160%	36%	113%	0%	60%
R. y H. de Autopartes	-29%	78%	-20%	50%		50%	-71%	-67%	67%	100%	40%	33%	12%
R. y H. de Domicilios	100%	100%	0%	-20%	67%	-80%	0%	-50%	-83%	50%	-33%	-25%	-17%
R. y H. de Vehículos	100%	100%	-33%	160%	100%	167%	40%	-20%	300%	20%	50%	44%	68%
R. y H. de EE.CC.	-100%	-	-50%	-100%	-100%	-	-	-	-	-	-	-	-43%
TOTAL D.C.P.	77%	100%	38%	42%	33%	4%	3%	7%	94%	43%	48%	17%	40%

3.4. Diagnóstico de los robos en San Miguel

En el año 2018, se presentaron eventos de violencia e inseguridad en los siguientes puntos críticos que se muestran en la siguiente Tabla, en donde la coloración indica el rango de incidencias dadas en ese periodo. Como se observa se presentan una reducción de puntos críticos del primer al tercer cuatrimestre. Los colores amarillos, crema, rojo y negro representan niveles Bajos (4 a 5 incidencias), Medianos (6 a 9 incidencias), Altos (10 a 13 incidencias) y Muy Altos (14 a más incidencias).

Tabla 6 Cuadro de puntos críticos por cuatrimestre – San Miguel (Periodo 2018)

2018					
N°	Ubicación	Cuadra	1° Cuatrimestre	2° Cuatrimestre	3° Cuatrimestre
1	AV. ELMER FAUCETT	4	No fue Punto Critico	Baja	No fue Punto Critico
2	AV. TACNA	5	Baja	No fue Punto Critico	Baja
3	AV. LA MARINA	24	Alta	Baja	No fue Punto Critico
4	AV. ELMER FAUCETT	5	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico	Baja
5	AV. RAZURI	1	Baja	Mediana	No fue Punto Critico
6	MIGUEL DE UNAMUNO	1	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico	Mediana
7	AV. RIVA AGÜERO	4	Mediana	Baja	Baja
8	AV. VENEZUELA	36	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico	Baja
9	AV. BERLOLOTTO	4	Baja	No fue Punto Critico	Mediana
10	AV. LIBERTAD	27	No fue Punto Critico	Baja	No fue Punto Critico
11	AV. LOS PATRIOTAS	3	Baja	Baja	No fue Punto Critico
12	AV. PIO XII	5	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico	Baja
13	CALLE MANCO II	3	Baja	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico
14	CALLE MANUEL ESTACIO	2	No fue Punto Critico	Baja	No fue Punto Critico
15	JR. SUCRE	4	Baja	No fue Punto Critico	Baja
16	AV. LA MARINA	22	Mediana	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico
17	AV. LA MARINA	28	Baja	No fue Punto Critico	No fue Punto Critico
18	AV. UNIVERSITARIA	6	Baja	No fue Punto Critico	Baja

Fuente: Comisarías de Maranga, San Miguel y Centro de Control y Operaciones de Serenazgo.

Durante el año 2018 se presentó un mapa de delitos en donde se reconocen los puntos con mayores incidencias, asimismo se muestran los sectores en donde actúan las comisarías de San Miguel y Maranga. En donde la Comisaria de San Miguel tiene asignados los sectores 1, 2, 3, 4 y 5, y Maranga los sectores 6, 7, 8, 9 y 10. Se aprecia un agrupamiento de criminalidad alta entre los sectores 5, 8 y 9 (Avenida la marina y avenida Riva Agüero) lo que indicaría que estos sectores los que se deberían priorizar.

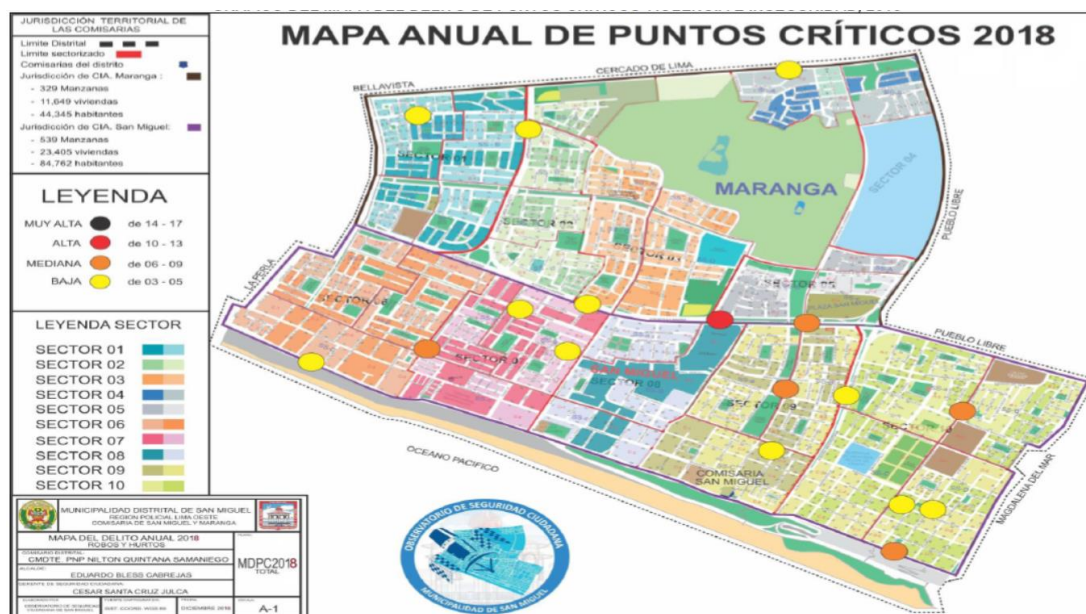


Gráfico 12 Mapa Anual de puntos críticos 2018

Fuente: Comisarías de Maranga, San Miguel y Centro de Control y Operaciones de Serenazgo (2019)

Dentro de cada uno de los sectores existen tipos de robos que son más frecuentes que otros, al igual que existen sectores que tienen más delitos de un tipo que el otro. Para efectos de esto se detallarán los tipos de robos que se dan en las vías públicas (es decir no se detallarán los robos a domicilios o Establecimientos Comerciales).

En la categoría de Robos a transeúntes, el sector que tiene mayor índice en esta categoría es el décimo seguido del primer sector.

Tabla 7 Robos a transeúntes por sectores – San Miguel (Periodo 2018)

SECTOR	En.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	%
1	1	5	2	4	4	3	2	5	0	3	4	1	34	14%
2	3	1	7	1	3	0	2	1	0	1	1	3	23	9%
3	2	1	1	1	3	3	0	4	2	1	1	1	20	8%
4	0	1	1	1	2	1	1	3	0	1	1	2	14	6%
5	2	2	0	3	1	1	1	2	4	4	2	2	24	10%
6	2	7	6	0	2	1	1	2	2	1	2	1	27	11%
7	2	4	1	2	0	2	4	0	2	1	0	0	18	7%
8	4	3	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	13	5%
9	2	3	1	2	0	3	2	1	0	2	0	1	17	7%
10	2	8	9	7	6	0	5	4	3	1	6	2	53	22%
Total	20	35	30	22	21	14	21	22	13	15	17	13	243	100%

Fuente: Municipalidad Distrital de San Miguel - Central de Comunicaciones del Serenazgo (2019)

En la categoría de Robos a vehículos, el sector que tiene mayor índice en esta categoría es el décimo seguido del sexto sector.

Tabla 8 Robos a Vehículos por sectores – San Miguel (Periodo 2018)

SECTOR	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1%
2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2%
3	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	4	4%
4	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	1	0	6	6%
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2%
6	1	1	1	1	2	3	2	1	3	1	2	2	20	19%
7	1	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	1	8	8%
8	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	3	7	7%
9	2	2	2	1	3	0	0	0	1	2	2	2	17	16%
10	6	3	2	7	0	5	2	1	4	2	3	4	39	37%
Total	10	6	6	13	8	8	7	4	16	6	9	13	106	100%

Fuente: Municipalidad Distrital de San Miguel - Central de Comunicaciones del Serenazgo (2019)

En la categoría de Robos a Autopartes, el sector que tiene mayor índice en esta categoría es el décimo seguido del noveno sector.

Tabla 9 Robos a Autopartes por sectores – San Miguel (Periodo 2018)

SECTOR	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2%
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2%
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3%
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3%
6	1	2	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	9	14%
7	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	7	11%
8	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6%
9	1	3	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	12	18%
10	3	7	3	1	2	1	1	2	2	3	2	1	28	42%
Total	5	16	8	6	2	3	2	2	5	6	7	4	66	100%

Fuente: Municipalidad Distrital de San Miguel - Central de Comunicaciones del Serenazgo (2019)

Dentro del proceso de robo, se tiene 3 entidades que participaran en el proceso del robo o asalto de un transeúnte que será la víctima como se detalla en el Grafico 13. Como se muestra en el Grafico 14, el proceso comienza cuando la potencial Víctima se acerca al punto crítico, el cual es un punto donde el Ladrón tratará de forcejar el botín que lleva la potencial víctima, en caso que el detecte la presencia del sistema de seguridad no procederá a realizar el robo y terminará con el proceso. En caso que el Ladrón no detecte presencia procederá a localizar la víctima y forcejar para poder salir del lugar.

El proceso continuará al enviar la señal que indique la entidad Ladrón haya terminado su participación e iniciar con la entidad Víctima, la cual contactará con el sistema de seguridad. La entidad Policía/ Sereno se encargará de registrar los datos y en paralelo se pondrá a patrullar la zona para poder encontrar al ladrón y registrará la denuncia para su posterior investigación.



Gráfico 13 Diagrama de Caso de Uso de un Robo/Asalto de una persona

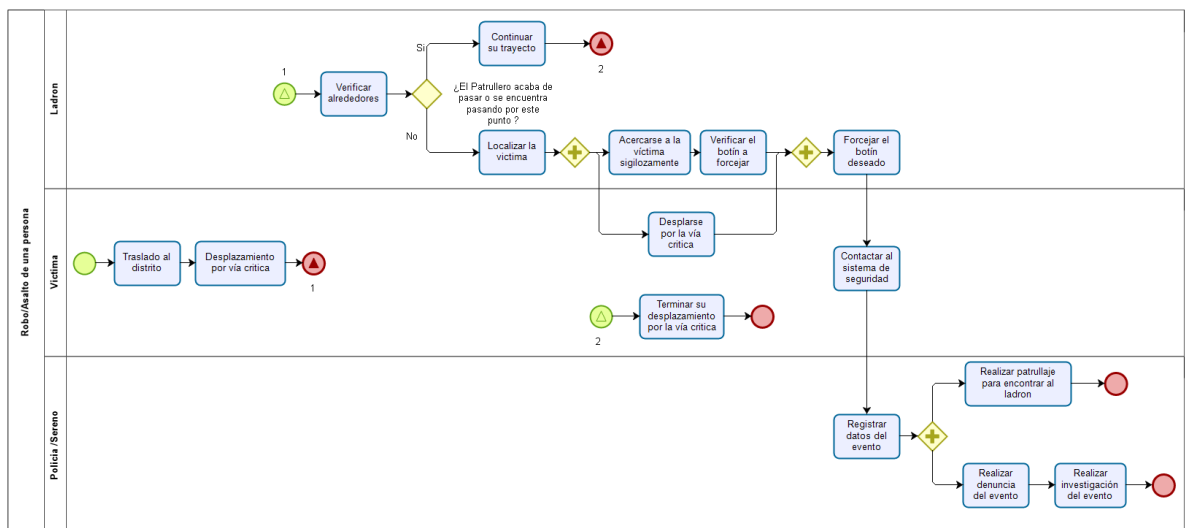


Gráfico 14 Business Process Management (BPM) de un Robo/Asalto de una persona

3.5. Recursos de seguridad en el distrito de San Miguel

Para poder brindar un servicio de seguridad ciudadana la municipalidad posee 21 bases de seguridad distribuidas por el distrito, las cuales tienen el objetivo que frente a una emergencia la base más cercana pueda actuar en el menor tiempo posible. El distrito de San Miguel cuenta con 48 camionetas, 11 automóviles, 45 motocicletas y 15 cuatrimotos. Dentro de los equipos tecnológicos se cuenta con 21 bases descentralizadas, 190 cámaras de videovigilancia, 284 alarmas vecinales y 160 radios portátiles. Dentro de los recursos humanos cuenta 473 personas de las cuales son 83 serenos a pie, 10 serenos caninos, 167 serenos CCO, 24 serenos motorizados, 82 choferes, 71 serenos D.I.E., 30 supervisores y 6 personas administrativas.

3.5.1. Alianzas estratégicas

La municipalidad de San Miguel, actualmente cuenta con el apoyo de miembros de la policía nacional del Escuadrón de Emergencia Motorizado “Los halcones” para el servicio de patrullaje en el distrito.

3.5.2. Características de los vehículos de patrullaje

La municipalidad dentro de su flota de camionetas está compuesta por los modelos Frontier de la marca Nissan y camionetas Hilux de la marca Toyota, la flota de motocicletas son de la marca Honda. En el caso de los vehículos solo se emplean actualmente las camionetas, según el informe del “PLAN LOCAL DE SEGURIDAD CIUDADANA Y CONVIVENCIA SOCIAL” del presente año detalla cantidades de automóviles, camionetas y motocicletas como lo descrito en el punto 3.5, pero según la página web del distrito solo se viene empleando las camionetas y no automóviles.

CAPÍTULO 4. Estudio del caso

En el cuarto capítulo se detallará los elementos del proceso a mejorar, para eso se definirá los recursos (entradas), productos (salidas), proveedores, cliente, actividades, objetivos, dueño del proceso, alcance, límites del proceso e indicadores.

4.1. Desarrollo e Interacción del proceso

Para el desarrollo del proceso se debe tener en cuenta las siguientes variables:

- Recursos (entradas): Policías, Motocicletas, Autos, Camionetas, Hoja de recorrido y comunicadores.
- Producto (salidas): Distrito patrullado y hoja de reporte de incidencias.
- Proveedores: Municipalidad de San Miguel
- Cliente: Distrito de San Miguel

Tabla 10 Matriz SIPOC del proceso de patrullaje en el Distrito de San Miguel

Supplier <i>(Proveedor)</i>	Input <i>(Entradas)</i>	Output <i>(Salidas)</i>	Customer <i>(Clientes)</i>
Municipalidad de San Miguel	<ul style="list-style-type: none">- Policías- Motocicletas- Autos- Camionetas- Hoja de recorrido- Comunicadores	<ul style="list-style-type: none">- Distrito Patrullado- hoja de reporte de incidencias	Distrito de San Miguel

4.2. Actividades del proceso

El proceso de patrullaje propuesto se desarrolla de la siguiente manera:

- 1) Registro del personal de turno:** Los policías que iniciaran el turno de patrullaje se registran en su sistema.
- 2) Entrega de la hoja de recorrido:** A cada grupo de policías se les asigna un recorrido, el cual puede ser mediante el uso de un motorizado o a pie.
- 3) Recepción de hoja de recorrido:** Tanto para los serenos a pie, motorizados y chofer recibirán la hoja con la ruta a seguir, para ello firmarán el cargo de recepción del documento.
- 4) Recepción de llaves:** Los serenos motorizados y chofer recibirán la llave del vehículo a emplear para el desarrollo del patrullaje, para lo cual también firmarán el cargo de recepción de las llaves.

- 5) **Verificación del combustible:** Los serenos motorizados y chofer comprobaban el estado del tanque de combustible de su unidad, con el fin de ver el próximo reabastecimiento de combustible.
 - 6) **Recojo de materiales e implementos:** Según el tipo de patrullaje a realizar se brindarán los implementos como llaves, cascos, chalecos, etc.
- Al término de la actividad 6) el efectivo comenzará su recorrido, al termino de este el efectivo volverá a la base central.
- 7) **Patrullaje (Sub proceso):** Cada Sereno comenzará su recorrido de patrullaje hasta el término de su turno.
 - 8) **Seguimiento de patrullaje (Sub proceso):** Los supervisores comenzaran su seguimiento a los serenos.
 - 9) **Entrega de materiales e implementos:** Al finalizar el patrullaje el oficial devolverá los materiales asignados (los brindados en 6)).
 - 10) **Entrega de llaves y estado del tanque de combustible:** Los serenos motorizados y choferes harán entrega de las llaves de los vehículos y el estado del vehículo como estado del tanque de combustible para que al siguiente turno se programe un abastecimiento de este.
 - 11) **Programación del recorrido del día siguiente:** Al finalizar el recorrido de los policías se consolidará toda la información recauda por su parte, así como las denuncias o llamadas registradas en ese lapso de tiempo, de esta manera al inicio del turno al día siguiente se pueda comenzar de inmediato sin pérdidas de tiempo.

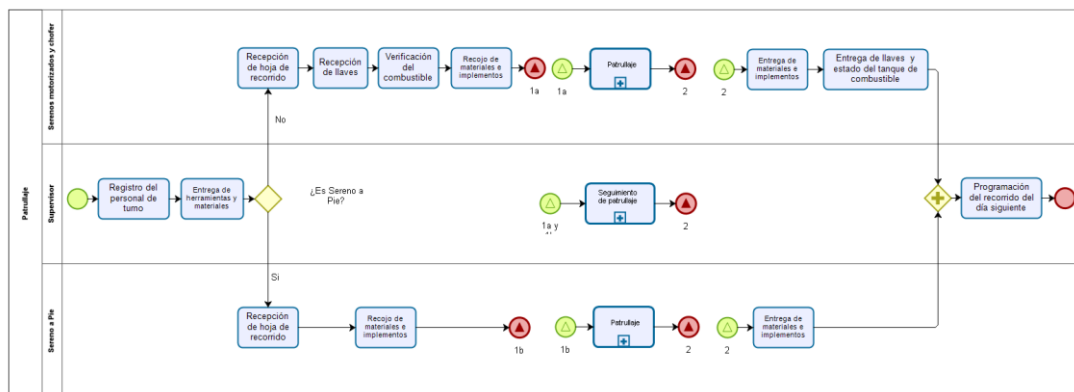


Gráfico 15 Proceso de programación de patrullaje

4.3. Complementos del proceso

Objetivo del proceso: planificar adecuadamente los roles de turno, considerando la cantidad de policías disponibles para el siguiente día.

Dueño del proceso: Gerente de Seguridad del distrito de san miguel

Alcance del proceso: El alcance de este proceso es únicamente la distribución de los policías para sus turnos de patrullaje y los implementos a brindar

Límites del proceso: El proceso inicia desde que el policía entra a la central, teniendo una pausa en cuanto los policías salen de las instalaciones para seguir el patrullaje y se reanuda cuando ingresan a la instalación para dejar los implementos, finaliza el proceso con la programación del próximo patrullaje.

Indicadores: Los indicadores propuestos para estos procesos son:

- 1) **Asistencia del personal:** Se tendrá en consideración las personas que se podrían ausentar para el turno de patrullaje programado.

$$\text{Eficacia de Asistencia (\%)} = \frac{\text{Personas confirmadas para el turno}}{\text{Personas programadas para el turno}}$$

- 2) **Retrasos en el tiempo de patrullaje:** La asistencia o la puntualidad de la policía es una de las variables que pueden dificultar este trabajo, ya que ellos tienen que estar minutos previos al inicio de su turno para que se le pueda darse el relevo.

- 3) **Resultados del patrullaje:** Se busca disminuir la cantidad de denuncias, quejas o eventos en contra del patrimonio, por lo que el patrullaje influye en la disminución de este. Por lo que se comparará la cantidad de denuncias realizadas con las esperadas.

$$\text{Eficiencia del patrullaje (\%)} = \frac{\text{Denuncias Esperadas}}{\text{Denuncias Realizadas}}$$

- 4) **Cumplimiento de ruta:** Este indicador es considerado debido a que diversos eventos como tráfico, incidencias, etc. Dificultaran el cumplimiento de la ruta, por lo que la que se considerara un margen de no cumplimiento del recorrido asignado.

$$\text{Eficacia del cumplimiento de ruta} = \frac{\text{Ruta cubierta}}{\text{Ruta asignada}}$$

Metas y Línea base de los Indicadores: La meta de cada indicador se detallará a continuación, así mismo la línea base son los objetivos mínimos para que el proceso no falle.

Tabla 11 Metas y Línea base de los Indicadores

Indicador	Meta	Línea base
Asistencia del Personal	98%	90%
Retrasos en el tiempo de patrullaje	5 (minutos)	10 (minutos)
Resultados del Patrullaje	100%	95%
Cumplimiento de la ruta	95%	80%

Validación y cumplimiento de los Indicadores: Cada indicador tendrá una frecuencia de medición y un encargado para la recolección y actualización de ellos, debido a la característica del proceso en el cargado de estos serán los supervisores.

- 1) Asistencia del personal:** El supervisor encargado verificará la cantidad asignada a cada sector para un horario en específico. Para el caso de las personas confirmadas el supervisor pasado 5 minutos del inicio del turno contabilizara las personas que llegaron a su turno de trabajo, de forma que este indicador sea trabajado para cada turno de la semana.
- 2) Retrasos en el tiempo de patrullaje:** El supervisor asignado en el turno vigente será el encargado de anotar o registrar la hora de entrada de los serenos del turno siguiente, ya que puede darse el caso que el supervisor asignado a un turno llegue tarde. De esta forma se mostrará la tasa de llegada o de retraso correspondiente a cada turno de trabajo.
- 3) Resultados de patrullaje:** Las denuncias esperadas se fijaran de acuerdo al horario debido al flujo de gente y a las denuncias de la semana previa de forma que el indicador sea actualizado según a los escenarios que afronte el distrito. Las denuncias realizadas serán aquellas que se registren durante el transcurso de la semana. Este indicador quedará a cargo del responsable de registrar las denuncias en la municipalidad.
- 4) Cumplimiento de la ruta:** Cada zona durante cada turno tendrá asignado un supervisor, el cual tiene como función monitorear cada sereno asignado a él, de forma que el tendrá la hoja de ruta de cada persona a su cargo y el durante su horario de trabajo verificará que cada sereno recorra los puntos críticos asignados.

4.4. Elaboración de las rutas a seguir

Para definir la ruta a seguir para los turnos de patrullaje se tomó en cuenta la división de los sectores definidas por la municipalidad, Parques y Denuncias realizadas.

4.4.1. Vías transitas según el Sector

La municipalidad de San Miguel para facilitar la logística y su trabajo dividió al distrito en 10 sectores, de los cuales cada uno de ellos posee vías de constante tránsito y que deben ser patrulladas. Estas vías se visualizarán en el Grafico 16, cada código corresponde a una Avenida que se detalla en la Tabla 12.



Gráfico 16 Mapa del Distrito de San Miguel con las vías concurridas según los sectores
 La información mostrada en el gráfico corresponde a las avenidas más transitadas en el distrito de San Miguel, además de los límites entre sectores y del del distrito. Esto se desarrolló con el fin de mostrar y detallar las avenidas a priorizar para la circulación del sistema de patrullaje.

Tabla 12 Códigos de las vías concurridas en San Miguel

Código	Avenida	Código	Avenida	Código	Avenida
SEC1_1	Avenida precursores	SECL_45	Límite de Sector 4 y 5	SEC8_1	Av. La Paz
SECL_12	Avenida Faucett	SECB_5a	Av. Universitaria	SEC8_2	Av. La libertad
SECB_1a	Av. Los Insurgentes	SEC5_2	Av. Riva Agüero	SECB_8a	Avenida Costanera
SECB_1b	Av. Venezuela	SEC5_1	Av. La Mar	SECL_89	Av. Brígida Silva de Ochoa
SECL_16	Avenida La Marina	SECL_59	Av. Universitaria	SEC9_1	Av. La Paz
SEC2_1	Avenida precursores	SECB_6a	Límite del sector 6	SEC9_2	Av. La libertad
SECB_2a	Av. Venezuela	SEC6_1	28 de julio	SEC9_3	Av. Lima
SECL_27	Avenida La Marina	SEC6_2	Santa Rosa	SEC9_4	Av. Riva Agüero
SECL_23	Límite de Sector 2 y 3	SEC6_3	Av. La Paz	SECB_9a	Avenida Costanera
SECB_3a	Av. Venezuela	SEC6_4	Av. La libertad	SECL_910	Av. Universitaria
SEC3_1	Avenida precursores	SEC6_5	Av. Los Insurgentes	SEC10_1	Av. Federico Gallese
SEC3_2	Av. Rafael Escardo	SEC6_6	Av. De los patriotas	SEC10_2	Av. Tacna
SECL_35	Límite de Sector 3 y 5	SECL_67	Límite de sector 6 y 7	SEC10_3	Av. Lima
SECL_38	Avenida La Marina	SEC7_1	Av. La Paz	SEC10_4	Jirón Independencia
SECL_34	Límite de Sector 3 y 4	SEC7_2	Av. La libertad	SECB_10a	Av. Bertolotto
SEC4_1	Av. Riva Agüero	SECB_7a	Avenida Costanera	SECB_10b	Límite del sector 10
SEB_4ª	Límite del sector 4	SECL_78	Av. Rafael Escardo		

4.4.2. Parques del distrito

Los parques del distrito son un factor importante patrullar, ya que en estos es donde el cuerpo de patrullaje puede interactuar y hacer que se incremente los indicadores de percepción de la seguridad. Además de que en estos lugares son donde se puede intervenir personas en estado de ebriedad, actividades sospechosas, etc.

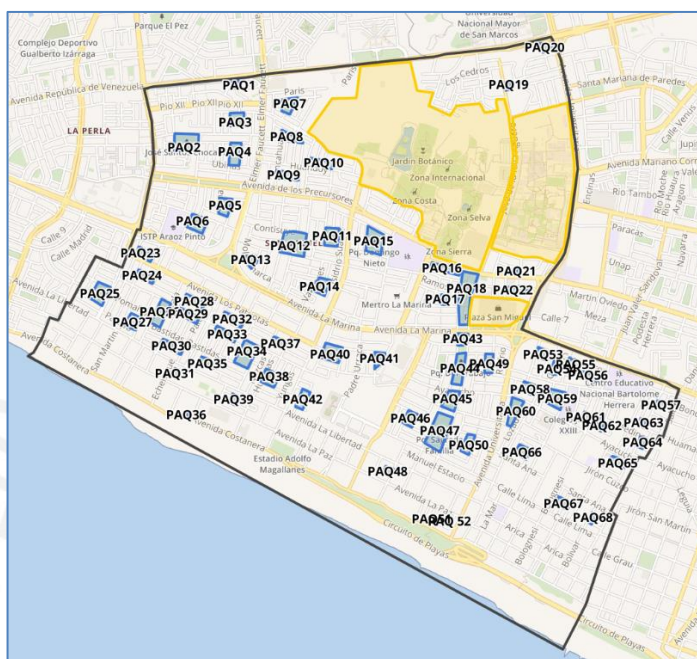


Gráfico 17 Mapa de los parques del distrito de San Miguel

En el Grafico se muestran los parques del distrito, y en la Tabla se visualizará el nombre de cada uno de ellos.

Tabla 13 Códigos de los Parques de San Miguel

Codigo	Parque	Sector	Codigo	Parque	Sector	Codigo	Parque	Sector
PAQ1	Parque Villalba	1	PAQ26	Parque Chicama Pucala	6	PAQ51	Parque Los Jazmines	9
PAQ2	Parque José Santos Chocano	1	PAQ27	Parque Brasil	6	PAQ52	Parque Las Palmeras	9
PAQ3	Parque Tradiciones de Ricardo Palma	1	PAQ28	Parque Virgen de Guadalupe	6	PAQ53	Parque El Campillo	10
PAQ4	Parque Santiago Acuña	1	PAQ29	Parque Paititi	6	PAQ54	Parque Bartolome Herrera	10
PAQ5	Parque Monitor Huascar	1	PAQ30	Parque Vilcahuara	6	PAQ55	Parque Pershing	10
PAQ6	Parque Jose Marti	1	PAQ31	Parque Inca Garcilaso de la Vega	6	PAQ56	Parque Junin	10
PAQ7	Parque Residencial Callao	2	PAQ32	Parque Ayacucho	7	PAQ57	Parque Mayor FAP	10
PAQ8	Parque Mariscal Cáceres	2	PAQ33	Parque Rosa Merino	7	PAQ58	Parque Santa Rosa	10
PAQ9	Parque Manuel Polo Jiménez	2	PAQ34	Parque Simon Bolivar	7	PAQ59	Parque Juan XVIII	10
PAQ10	Parque Santiaguito	3	PAQ35	Parque Miguel Grau	7	PAQ60	Parque de los Banqueros	10
PAQ11	Parque Ciudades Hermanas	3	PAQ36	Parque Virgen de la Inmaculada Concepción	7	PAQ61	Parque Santa Florencia	10
PAQ12	Parque Jose Abelardo Quiñonez	2	PAQ37	Parque Rafael Escardo	7	PAQ62	Parque Maria Reiche	10
PAQ13	Parque Machu Picchu	2	PAQ38	Parque 200 Millas	7	PAQ63	Parque La Amistad	10
PAQ14	Parque Paul Harris	3	PAQ39	Parque Túpac Amaru	7	PAQ64	Parque La Fraternidad	10
PAQ15	Parque Virgen de Fátima	3	PAQ40	Parque Cesar Vallejo	8	PAQ65	Parque Santa Eulalia	10
PAQ16	Parque Linli	5	PAQ41	Parque Tungasuca	8	PAQ66	Parque Paulo VI	10
PAQ17	Parque Amazonia	5	PAQ42	Parque Carabobo	8	PAQ67	Parque La Macarena	10
PAQ18	Parque Juan Pablo II	5	PAQ43	Parque Ecológico	9	PAQ68	Parque Udima	10
PAQ19	Parque El Viero	4	PAQ44	Parque Plaza del Trabajo	9			
PAQ20	Parque Rigel	4	PAQ45	Parque Las Rosas	9			
PAQ21	Parque La Cruz	5	PAQ46	Parque Israel	9			
PAQ22	Parque Cultural Plaza San Miguel	5	PAQ47	Parque La Sagrada Familia	9			
PAQ23	Parque Luisa Moreno	6	PAQ48	Parque Espinar	9			
PAQ24	Parque De la Medalla Milagrosa	6	PAQ49	Parque Luisa Dammert	9			
PAQ25	Parque Argentina	6	PAQ50	Parque Candamo de la Fuente	9			

CAPÍTULO 5. Propuesta de mejora

En el quinto capítulo se detallarán las acciones, el plan de elaboración de las mejoras a proponer y los datos con los cuales se trabajarán.

5.1. Consideraciones para el servicio de patrullaje

Para lograr un sistema efectivo de patrullaje se tendrá en cuenta diversos factores de éxito y consideraciones, las cuales se detallarán a continuación:

5.1.1. Turnos de patrullaje

Para la planificación de los recursos se definirá los turnos de patrullaje para el distrito de San Miguel, debido a que las necesidades varían de acuerdo a la hora. Es decir, de 1:00 am a 6:00 am el tránsito o movilización del distrito es menor a comparación de las 2:00 pm a 7:00 pm.

Tabla 14 Turnos de patrullaje

Turno	Intervalos
TRN1	00:00 - 04:00
TRN2	04:00 - 08:00
TRN3	08:00 - 12:00
TRN4	12:00 - 16:00
TRN5	16:00 - 20:00
TRN6	20:00 - 00:00

Cada turno tendrá una duración de 4 horas, para facilitar la rotación del cuerpo de patrullaje, debido a que cada persona labora 8 horas al día, de esta forma cada uno de ellos trabajará 2 turnos de manera completa.

5.1.2. Distribución de Sereno a Pie

Se cuenta con 83 serenos, los cuales deberán ser distribuidos en los 6 turnos definidos, las consideraciones a tomar para distribuir adecuadamente los serenos serán que en cada turno exista por lo menos 10 (uno por cada grupo de parque, definido en el punto 4.4.2). Los turnos TRN1, TRN2 y TRN3 se permitirá tener el mínimo de serenos. Para los demás turnos se tendrá un mayor número de serenos, debido a que serán los intervalos con mayor movimiento de personas.

Tabla 15 Serenos a pie propuestos

Turno	Sereno a Pie (cantidad mínima)
TRN1	10
TRN2	10
TRN3	10
TRN4	11
TRN5	11
TRN6	11

5.1.3. Distribución de Sereno Motorizado

Se cuenta con 24 serenos motorizados y 45 motocicletas, los cuales deberán ser distribuidos en los 6 turnos definidos y cada sereno en turno deberá tener una motocicleta.

Debido a que se tiene una carencia de serenos motorizados, se priorizará los 3 últimos turnos (TRN4, TRN5 y TRN6), en los demás turnos se exigirá que se tenga más de 5 serenos en trabajo.

Tabla 16 Serenos Motorizados propuestos

Turno	Sereno motorizado (cantidad mínima)
TRN1	6
TRN2	6
TRN3	6
TRN4	6
TRN5	6
TRN6	6

5.1.4. Distribución de Sereno Chofer

Se cuenta con 82 serenos choferes, de los cuales cada unidad (Camioneta o Automóviles) debe ser operada por 2 serenos en simultaneo (un chofer y copiloto) con el fin de que se turnen los roles cada cambio de turno (cada 4 horas).

La municipalidad actualmente cuenta con 48 camionetas y 11 automóviles.

El uso de los recursos logísticos (camionetas y automóviles) en los turnos TRN4, TRN5 y TRN6 se intensificará por factores como la concurrencia de vehículos de los ciudadanos, transportes públicos y espacios públicos.

Tabla 17 Serenos Choferes propuestos

Turno	Sereno Chofer (cantidad mínima)
TRN1	21
TRN2	21
TRN3	21
TRN4	24
TRN5	24
TRN6	24

5.1.5. Distribución de Sereno D.I.E

El sereno D.I.E. o de servicios de intervenciones especiales, son aquellos que pueden trabajar como serenos a pie o serenos choferes, ya que ellos cuentan con entrenamiento para atender diversos eventos que puedan suceder. Se cuenta con 71 serenos D.I.E. los cuales deberán estar presente 1 por cada sector en ambas

modalidades (a pie y chofer) con el fin de acudir de manera oportuna y pronta ante alguna emergencia.

Tabla 18 Serenos D.I.E. propuestos

Turno	Sereno D.I.E. a pie (cantidad mínima)	Sereno D.I.E. Chofer(cantidad mínima)
TRN1	10	8
TRN2	10	8
TRN3	10	8
TRN4	10	8
TRN5	10	8
TRN6	10	8

5.1.6. Distribución de Supervisores

Los Supervisores es el encargado de verificar y controlar el desarrollo de la actividad de patrullaje, de la misma forma es el encargado de hacer cumplir los manuales, procedimientos, coordinar con la Policía Nacional del Perú (PNP), etc.

Se cuenta con un total de 30 supervisores los cuales deberán ser asignados según la cantidad de serenos que se encuentren de turno, de tal manera que se tenga que por cada sereno se tenga 0.115 supervisores como mínimo.

Tabla 19 Supervisores propuestos

Turno	Supervisores
TRN1	5
TRN2	5
TRN3	5
TRN4	5
TRN5	5
TRN6	5

5.2. Construcción del modelo de asignación por turno

Para realizar la programación de ingresos de cada personal a su jornada de trabajo se construyó una serie de restricciones, de manera que se logre un balance de cada uno de estos recursos durante los 6 turnos de trabajo que se dan a lo largo de la semana.

5.2.1. Construcción de las variables de decisión

Se tendrá una variable X de dimensiones i, j y k . Donde la dimensión i indicara la categoría de la persona (sereno a pie, motorizado, chofer, D.I.E. a pie, D.I.E. chofer y supervisor), la dimensión j indicará el turno en el cual la persona inicia su labor y finalmente la dimensión k indicara el día de la semana que la persona inicia a laborar. Esta variable es del tipo *integer*, es decir tomara valores enteros.

$$X_{ijk} \quad (i = 1, \dots, 6; j = 1, \dots, 6; k = 1, \dots, 7)$$

De igual forma se tendrá una variable Y de dimensiones i, j y k . Donde la dimensión i indicara la categoría de la persona (sereno a pie, motorizado, chofer, D.I.E. a pie, D.I.E. chofer y supervisor), la dimensión j indicará el turno en el cual esta persona está laborando y finalmente la dimensión k indicara el día de la semana que la persona está a laborando. Esta variable es del tipo *integer*, es decir tomara valores enteros.

$$Y_{ijk} \quad (i = 1, \dots, 6; j = 1, \dots, 6; k = 1, \dots, 7)$$

Para poder contabilizar las personas que laboraran durante cada día de la semana se definió la variable X de dimensiones i y j . Donde la dimensión i indicara el día de la semana y la dimensión j indicará la categoría de la persona (sereno a pie, motorizado, chofer, D.I.E. a pie, D.I.E. chofer y supervisor),. Esta variable es del tipo *integer*, es decir tomara valores enteros.

$$X_{ij} \quad (i = 1, \dots, 7; j = 1, \dots, 6)$$

Finalmente, para poder contrastar la cantidad de personas a emplear se definió la variable X de dimensión i . Donde la dimensión i indicara la categoría de la persona (sereno a pie, motorizado, chofer, D.I.E. a pie, D.I.E. chofer y supervisor). Esta variable es del tipo *integer*, es decir tomara valores enteros.

$$X_i \quad (i = 1, \dots, 6)$$

Tabla 20 Resumen de las variables a utilizar

Variable	Descripción
X_{ijk}	Cantidad de personas que ingresan a laborar de categoría i , en el turno j el día k
Y_{ijk}	Cantidad de personas laborando de categoría i , en el turno j el día k
X_{ij}	Cantidad de personas de categoría j laborando el día i
X_i	Cantidad de personas de categoría i laborando

5.2.2. Función Objetivo

El presente modelo tiene como función maximizar la cantidad de personas que laboran los fines de semana sin descuidar los demás días. Es por ello que se presenta la siguiente Función Objetivo.

$$\sum_{j=1, \dots, 6} (2 * \sum_{i=5, \dots, 6} X_{ij} + \sum_{i=1, \dots, 4} X_{ij} + X_{7j})$$

5.2.3. Restricciones del modelo

En el presente modelo se consideró las siguientes restricciones con el fin de obtener resultados que contribuyan a tener una mejor asignación del personal y mejorar la percepción de seguridad en el distrito. Se tuvo en consideración los criterios de trabajo actuales de la municipalidad de San miguel, cada persona labora un turno de 8 horas consecutivos y tiene un día de descanso a la semana, los horarios de trabajo son rotativos.

Para controlar la cantidad de personas que trabajan durante un día de la semana, se construyó la siguiente restricción, donde el valor de i en la variable X_{ijk} se fijará, para determinar la cantidad de personas de esa categoría presentes durante un día de trabajo, de igual forma se fijará el valor de j en la variable X_{ij} . Para determinar la cantidad de personas presentes durante el día 1 se deberá realizar la sumatoria de todos los inicios de turno durante todos los días de la semana, a excepción de los 5 primeros turnos del día $(1 - 6)$ ya que a ellos les corresponde su día de descanso, de igual forma el turno 6 del día $(1 - 6)$ si se considerará debido a que las personas que inicien ese turno trabajaran durante el primer turno del día 1 . A continuación se mostrara la representación de la restricción para el primer día de la semana.

$$\sum_{j=1, \dots, 6} \sum_{K=1, \dots, 7} X_{ijk} - X_{i12} - X_{i22} - X_{i32} - X_{i42} - X_{i52} - X_{1j} \leq 0$$

$$\sum_{j=1, \dots, 6} \sum_{K=1, \dots, 7} X_{ijk} - X_{i12} - X_{i22} - X_{i32} - X_{i42} - X_{i52} - X_{1j} \geq 0$$

La cantidad de recursos usados para cada categoría serán determinados por la variable X_i . La obtención de este valor será mediante la sumatoria de las variables X_{ijk} de la misma categoría del personal a medir. A continuación, se mostrará la representación de la restricción para los serenos motorizados.

$$\sum_{j=1, \dots, 6} \sum_{K=1, \dots, 7} X_{2jk} - X_2 \leq 0$$

$$\sum_{j=1, \dots, 6} \sum_{K=1, \dots, 7} X_{2jk} - X_2 \geq 0$$

La cantidad de recursos usados para cada categoría en cada turno de trabajo durante la semana deberán ser mayor a la cantidad definida en el capítulo 5.1. del presente trabajo. De esta manera la cantidad de cada variable de X_{ijk} deberán superar el requerimiento mínimo esperado. Pará lograr este requerimiento para el turno j del día

k , se tendrá en cuenta que serán participes los turnos de trabajo j y $(j-1)$ y los días de trabajo k , $(k-1)$, $(k-2)$, $(k-3)$, $(k-4)$ y $(k-5)$ por la cobertura del trabajo de 8 horas continuas y el rango de trabajo de 6 días a la semana. A continuación, se mostrará la representación de la restricción para el turno 1 del día lunes del sereno chofer.

$$\sum_{k=1,\dots,7} X_{36k} - X_{361} + \sum_{k=1,\dots,7} X_{31k} - X_{312} \geq 20$$

La cantidad de personas presentes en un turno en un día de la semana de una categoría en específico serán contabilizados mediante la variable Y_{ijk} . Para obtener la cantidad de personas durante el turno j en el día k se contabilizará la cantidad de personas que ingresen durante los turnos de trabajo j y $(j-1)$ y los días de trabajo k , $(k-1)$, $(k-2)$, $(k-3)$, $(k-4)$ y $(k-5)$. A continuación, se mostrará la representación de la restricción para el turno 4 del día lunes del sereno chofer.

$$\sum_{k=1,\dots,7} X_{i3k} - X_{i32} + \sum_{k=1,\dots,7} X_{i4k} - X_{i42} - Y_{i41} \geq 0$$

$$\sum_{k=1,\dots,7} X_{i3k} - X_{i32} + \sum_{k=1,\dots,7} X_{i4k} - X_{i42} - Y_{i41} \leq 0$$

La cantidad de personas presentes en una misma categoría tendrán como limite la cantidad con la que cuenta la municipalidad de San Miguel. De esta manera todos los ingresos de turno durante todos los días de la semana de una misma categoría no podrán exceder la cantidad disponible. A continuación, se mostrará la representación de la restricción para los supervisores.

$$\sum_{j=1,\dots,6} \sum_{K=1,\dots,7} X_{6jk} \leq 30$$

Solo para las categorías de los Serenos D.I.E. a pie y Serenos D.I.E. chofer correspondientes a las categorías 4 y 5 respectivamente compartirán la restricción anterior, como se muestra a continuación.

$$\sum_{j=1,\dots,6} \sum_{K=1,\dots,7} X_{4jk} + \sum_{j=1,\dots,6} \sum_{K=1,\dots,7} X_{5jk} \leq 71$$

Para el caso de los supervisores se busca que su distribución sea proporcional a la cantidad de serenos presentes durante el turno de trabajo. De esta manera la variable Y_{6jk} dependerá de las variables Y_{1jk} , Y_{2jk} , Y_{3jk} , Y_{4jk} y Y_{5jk} . Para determinar la proporción a usar se consideró la suma de los recursos de los serenos disponibles,

que suman en total 260 personas, por lo tanto, se tomó la proporción por cada sereno disponible (30/260) teniendo un factor de 0.11538 (Supervisores/ Serenos). A continuación, se mostrará la representación de la restricción para la proporción de supervisores para el turno 2 del día jueves.

$$\left(\sum_{i=1, \dots, 6} Y_{i24} \right) * 0.115 - 1.115 * Y_{624} \leq 0$$

5.2.4. Corrida del modelo

Para ejecutar el modelo se empleó el software "IBM ILOG CPLEX", el cual brindo el siguiente resultado:

```
// solution (optimal) with objective 2430
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective 2.4300000000e+03
// MILP solution norm |x| (Total, Max) 5.84500e+03 8.30000e+01
// MILP solution error (Ax=b) (Total, Max) 2.66454e-15 8.88178e-16
// MILP x bound error (Total, Max) 0.00000e+00 0.00000e+00
// MILP x integrality error (Total, Max) 0.00000e+00 0.00000e+00
// MILP slack bound error (Total, Max) 0.00000e+00 0.00000e+00
//
```

Gráfico 18 Resultados del modelo matemático de asignación

Del cual se extrajo los valores asociados a cada variable para la construcción de horarios de trabajo.

XLU1 = 79;	XMA1 = 79;	XMI1 = 74;	XJU1 = 73;	XVI1 = 83;	XSA1 = 83;	XDO1 = 73;	XLU3 = 72;	XMA3 = 72;	XMI3 = 72;	XJU3 = 72;	XVI3 = 82;	XSA3 = 78;	XDO3 = 72;
XLU2 = 22;	XMA2 = 20;	XMI2 = 20;	XJU2 = 20;	XVI2 = 24;	XSA2 = 24;	XDO2 = 22;	XLU4 = 32;	XMA4 = 35;	XMI4 = 32;	XJU4 = 33;	XVI4 = 38;	XSA4 = 38;	XDO4 = 32;
XLU5 = 28;	XMA5 = 28;	XMI5 = 27;	XJU5 = 27;	XVI5 = 33;	XSA5 = 33;	XDO5 = 33;	XLU6 = 27;	XMA6 = 27;	XMI6 = 26;	XJU6 = 26;	XVI6 = 28;	XSA6 = 30;	XDO6 = 27;
X111 = 0;	X112 = 0;	X113 = 0;	X114 = 0;	X115 = 0;	X116 = 0;	X117 = 0;	Y111 = 44;	Y112 = 18;	Y113 = 45;	Y114 = 45;	Y115 = 45;	Y116 = 34;	Y117 = 45;
X121 = 10;	X122 = 0;	X123 = 0;	X124 = 6;	X125 = 6;	X126 = 0;	X127 = 0;	Y121 = 22;	Y122 = 22;	Y123 = 16;	Y124 = 16;	Y125 = 22;	Y126 = 22;	Y127 = 12;
X131 = 0;	X132 = 0;	X133 = 0;	X134 = 0;	X135 = 0;	X136 = 0;	X137 = 0;	Y131 = 22;	Y132 = 22;	Y133 = 16;	Y134 = 16;	Y135 = 22;	Y136 = 22;	Y137 = 12;
X141 = 0;	X142 = 4;	X143 = 4;	X144 = 3;	X145 = 4;	X146 = 0;	X147 = 0;	Y141 = 11;	Y142 = 11;	Y143 = 12;	Y144 = 11;	Y145 = 15;	Y146 = 15;	Y147 = 15;
X151 = 0;	X152 = 0;	X153 = 0;	X154 = 0;	X155 = 0;	X156 = 0;	X157 = 0;	Y151 = 11;	Y152 = 11;	Y153 = 12;	Y154 = 11;	Y155 = 15;	Y156 = 15;	Y157 = 15;
X161 = 2;	X162 = 28;	X163 = 1;	X164 = 1;	X165 = 1;	X166 = 12;	X167 = 1;	Y161 = 18;	Y162 = 45;	Y163 = 45;	Y164 = 45;	Y165 = 34;	Y166 = 45;	Y167 = 44;
X211 = 0;	X212 = 0;	X213 = 0;	X214 = 0;	X215 = 0;	X216 = 0;	X217 = 0;	Y211 = 7;	Y212 = 7;	Y213 = 6;	Y214 = 8;	Y215 = 6;	Y216 = 8;	Y217 = 6;
X221 = 2;	X222 = 0;	X223 = 2;	X224 = 2;	X225 = 2;	X226 = 0;	X227 = 0;	Y221 = 8;	Y222 = 6;	Y223 = 6;	Y224 = 6;	Y225 = 8;	Y226 = 8;	Y227 = 6;
X231 = 0;	X232 = 0;	X233 = 0;	X234 = 0;	X235 = 0;	X236 = 0;	X237 = 0;	Y231 = 8;	Y232 = 6;	Y233 = 6;	Y234 = 6;	Y235 = 8;	Y236 = 8;	Y237 = 6;
X241 = 0;	X242 = 2;	X243 = 2;	X244 = 2;	X245 = 2;	X246 = 0;	X247 = 0;	Y241 = 6;	Y242 = 6;	Y243 = 6;	Y244 = 6;	Y245 = 8;	Y246 = 8;	Y247 = 8;
X251 = 0;	X252 = 0;	X253 = 0;	X254 = 0;	X255 = 0;	X256 = 0;	X257 = 0;	Y251 = 6;	Y252 = 6;	Y253 = 6;	Y254 = 6;	Y255 = 8;	Y256 = 8;	Y257 = 8;
X261 = 1;	X262 = 1;	X263 = 2;	X264 = 0;	X265 = 2;	X266 = 0;	X267 = 2;	Y261 = 7;	Y262 = 6;	Y263 = 8;	Y264 = 6;	Y265 = 8;	Y266 = 6;	Y267 = 7;
X311 = 0;	X312 = 0;	X313 = 0;	X314 = 0;	X315 = 0;	X316 = 0;	X317 = 0;	Y311 = 24;	Y312 = 24;	Y313 = 24;	Y314 = 24;	Y315 = 24;	Y316 = 24;	Y317 = 24;
X321 = 4;	X322 = 4;	X323 = 4;	X324 = 4;	X325 = 4;	X326 = 0;	X327 = 4;	Y321 = 20;	Y322 = 20;	Y323 = 20;	Y324 = 20;	Y325 = 24;	Y326 = 20;	Y327 = 20;
X331 = 0;	X332 = 0;	X333 = 0;	X334 = 0;	X335 = 0;	X336 = 0;	X337 = 0;	Y331 = 20;	Y332 = 20;	Y333 = 20;	Y334 = 20;	Y335 = 24;	Y336 = 20;	Y337 = 20;
X341 = 6;	X342 = 6;	X343 = 6;	X344 = 6;	X345 = 6;	X346 = 0;	X347 = 0;	Y341 = 24;	Y342 = 24;	Y343 = 24;	Y344 = 24;	Y345 = 30;	Y346 = 30;	Y347 = 24;
X351 = 0;	X352 = 0;	X353 = 0;	X354 = 0;	X355 = 0;	X356 = 0;	X357 = 0;	Y351 = 24;	Y352 = 24;	Y353 = 24;	Y354 = 24;	Y355 = 30;	Y356 = 30;	Y357 = 24;
X361 = 4;	X362 = 4;	X363 = 4;	X364 = 4;	X365 = 4;	X366 = 4;	X367 = 4;	Y361 = 24;	Y362 = 24;	Y363 = 24;	Y364 = 24;	Y365 = 24;	Y366 = 24;	Y367 = 24;
X411 = 0;	X412 = 0;	X413 = 0;	X414 = 0;	X415 = 0;	X416 = 0;	X417 = 0;	Y411 = 10;	Y412 = 10;	Y413 = 12;	Y414 = 10;	Y415 = 10;	Y416 = 10;	Y417 = 10;
X421 = 3;	X422 = 3;	X423 = 1;	X424 = 3;	X425 = 3;	X426 = 0;	X427 = 0;	Y421 = 10;	Y422 = 12;	Y423 = 10;	Y424 = 10;	Y425 = 13;	Y426 = 13;	Y427 = 10;
X431 = 0;	X432 = 0;	X433 = 0;	X434 = 0;	X435 = 0;	X436 = 0;	X437 = 0;	Y431 = 10;	Y432 = 12;	Y433 = 10;	Y434 = 10;	Y435 = 13;	Y436 = 13;	Y437 = 10;
X441 = 3;	X442 = 3;	X443 = 2;	X444 = 3;	X445 = 2;	X446 = 0;	X447 = 0;	Y441 = 10;	Y442 = 11;	Y443 = 10;	Y444 = 11;	Y445 = 13;	Y446 = 13;	Y447 = 10;
X451 = 0;	X452 = 0;	X453 = 0;	X454 = 0;	X455 = 0;	X456 = 0;	X457 = 0;	Y451 = 10;	Y452 = 11;	Y453 = 10;	Y454 = 11;	Y455 = 13;	Y456 = 13;	Y457 = 10;
X461 = 2;	X462 = 2;	X463 = 0;	X464 = 2;	X465 = 2;	X466 = 2;	X467 = 2;	Y461 = 10;	Y462 = 12;	Y463 = 10;	Y464 = 10;	Y465 = 10;	Y466 = 10;	Y467 = 10;
X511 = 0;	X512 = 0;	X513 = 0;	X514 = 0;	X515 = 0;	X516 = 0;	X517 = 0;	Y511 = 10;	Y512 = 10;	Y513 = 8;	Y514 = 8;	Y515 = 0;	Y516 = 10;	Y517 = 10;
X521 = 0;	X522 = 3;	X523 = 2;	X524 = 3;	X525 = 3;	X526 = 0;	X527 = 0;	Y521 = 8;	Y522 = 9;	Y523 = 8;	Y524 = 8;	Y525 = 0;	Y526 = 11;	Y527 = 11;
X531 = 0;	X532 = 0;	X533 = 0;	X534 = 0;	X535 = 0;	X536 = 0;	X537 = 0;	Y531 = 8;	Y532 = 9;	Y533 = 8;	Y534 = 8;	Y535 = 0;	Y536 = 11;	Y537 = 11;
X541 = 0;	X542 = 2;	X543 = 3;	X544 = 3;	X545 = 3;	X546 = 0;	X547 = 0;	Y541 = 9;	Y542 = 8;	Y543 = 8;	Y544 = 8;	Y545 = 0;	Y546 = 11;	Y547 = 11;
X551 = 0;	X552 = 0;	X553 = 0;	X554 = 0;	X555 = 0;	X556 = 0;	X557 = 0;	Y551 = 9;	Y552 = 8;	Y553 = 8;	Y554 = 0;	Y555 = 0;	Y556 = 11;	Y557 = 11;
X561 = 1;	X562 = 1;	X563 = 3;	X564 = 3;	X565 = 1;	X566 = 1;	X567 = 1;	Y561 = 10;	Y562 = 8;	Y563 = 8;	Y564 = 10;	Y565 = 0;	Y566 = 10;	Y567 = 10;
X661 = 1;	X662 = 4;	X663 = 1;	X664 = 1;	X665 = 1;	X666 = 2;	X667 = 1;	Y611 = 11;	Y612 = 8;	Y613 = 11;	Y614 = 11;	Y615 = 10;	Y616 = 10;	Y617 = 11;
X611 = 0;	X612 = 0;	X613 = 0;	X614 = 0;	X615 = 0;	X616 = 1;	X617 = 0;	Y621 = 8;	Y622 = 8;	Y623 = 7;	Y624 = 7;	Y625 = 8;	Y626 = 9;	Y627 = 7;
X621 = 2;	X622 = 1;	X623 = 1;	X624 = 2;	X625 = 2;	X626 = 0;	X627 = 0;	Y631 = 8;	Y632 = 8;	Y633 = 7;	Y634 = 7;	Y635 = 8;	Y636 = 9;	Y637 = 7;
X631 = 0;	X632 = 0;	X633 = 0;	X634 = 0;	X635 = 0;	X636 = 1;	X637 = 0;	Y641 = 8;	Y642 = 7;	Y643 = 7;	Y644 = 7;	Y645 = 8;	Y646 = 9;	Y647 = 8;
X641 = 1;	X642 = 1;	X643 = 2;	X644 = 2;	X645 = 2;	X646 = 0;	X647 = 0;	Y651 = 7;	Y652 = 7;	Y653 = 7;	Y654 = 7;	Y655 = 9;	Y656 = 9;	Y657 = 8;
X651 = 0;	X652 = 1;	X653 = 0;	X654 = 0;	X655 = 0;	X656 = 0;	X657 = 0;	Y661 = 8;	Y662 = 11;	Y663 = 11;	Y664 = 11;	Y665 = 10;	Y666 = 11;	Y667 = 11;
X1 = 83;	X2 = 24;	X3 = 82;	X4 = 38;	X5 = 33;	X6 = 30;								

Gráfico 19 Valores de las variables del modelo

5.3. Cantidad de Serenos por día de la semana

La municipalidad de san miguel cuenta con serenos a pie, motorizados, chofer, D.I.E. y supervisores con las siguientes cantidades 83, 24, 82, 71, y 30 respectivamente. Los cuales según la programación efectuada se tiene la cantidad de cada uno de ellos que se encontrarán trabajando en cada día de la semana.

Tabla 21 Cantidad de serenos en cada día de la semana

	Sereno a Pie	Sereno motorizado	Sereno Chofer	Sereno D.I.E. a pie	Sereno D.I.E. Chofer	Supervisores
Lunes	79	22	72	32	38	27
Martes	79	20	72	35	28	27
Miércoles	74	20	72	32	27	26
Jueves	73	20	72	33	27	26
Viernes	83	24	82	38	33	28
Sábado	83	24	78	38	33	30
Domingo	73	22	72	32	33	27

Durante cada día se utilizará estos recursos los cuales, se puede apreciar que existen casos en los cuales todas estas personas estarán presentes durante un día (en diferentes turnos) como es el caso del día viernes y sábado para los serenos a pie. El mínimo porcentaje de presencia corresponde para el día miércoles para los D.I.E.

Tabla 22 Porcentaje de utilización de recursos de forma diaria

	Sereno a Pie	Sereno motorizado	Sereno Chofer	D.I.E.	Supervisores
Lunes	95.2%	91.7%	87.8%	98.6%	90.0%
Martes	95.2%	83.3%	87.8%	88.7%	90.0%
Miércoles	89.2%	83.3%	87.8%	83.1%	86.7%
Jueves	88.0%	83.3%	87.8%	84.5%	86.7%
Viernes	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	93.3%
Sábado	100.0%	100.0%	95.1%	100.0%	100.0%
Domingo	88.0%	91.7%	87.8%	91.5%	90.0%

5.3.1. Distribución y cantidad de Sereno a Pie a emplear

La municipalidad cuenta con 83 serenos a pie, los cuales serán incorporados como se muestra en la Tabla 23. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el presente capítulo.

Tabla 23 Distribución de inicio de turno de los Serenos a Pie

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0	0	0	0	0	0	0
TRN2	10	0	4	6	6	0	0
TRN3	0	0	0	0	0	0	0
TRN4	0	4	4	3	4	0	0
TRN5	0	0	0	0	0	0	0
TRN6	2	28	1	1	1	12	1

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se logrará tener las siguientes cantidades de serenos a pie en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días martes, miércoles, jueves y sábado se tiene la mayor concentración de serenos a pie en el turno 6 (de 20:00 horas a 00:00 horas) al igual que los días miércoles, jueves, viernes y domingo en el turno 1 (de 00:00 horas a 4:00 horas), los cuales corresponden a escenarios con mayor concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, los días lunes, martes y jueves de 12:00 del mediodía al 8:00 pm son aquellos días con menor cantidad de serenos a pie.

Tabla 24 Cantidad de Serenos a Pie por turno

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	44	18	45	45	45	34	45
TRN2	22	22	16	16	22	22	12
TRN3	22	22	16	16	22	22	12
TRN4	11	11	12	11	15	15	15
TRN5	11	11	12	11	15	15	15
TRN6	18	45	45	45	34	45	44

5.3.2. Distribución y cantidad de Sereno Motorizado a emplear

La municipalidad cuenta con 24 serenos motorizados, los cuales serán incorporados como se muestra en la Tabla 25. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el presente capítulo.

Tabla 25 Distribución de inicio de turno de los Serenos motorizados

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0	0	0	0	0	0	0
TRN2	2	0	2	2	2	0	0
TRN3	0	0	0	0	0	0	0
TRN4	0	2	2	2	2	0	0
TRN5	0	0	0	0	0	0	0
TRN6	1	1	2	0	2	0	2

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se lograra tener las siguientes cantidades de serenos a motorizados en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días viernes y sábado se tiene la mayor concentración de serenos a motorizados durante casi todo el día con excepción de los turnos 1 y 6 respectivamente, estos días corresponden a escenarios con mayor concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, durante los días lunes, martes, miércoles y jueves durante el turno 4 y 5 (de 12:00 horas a 20:00 horas) se presenta una tendencia de solo 6 serenos motorizados.

Tabla 26 Cantidad de Serenos a Motorizados por turno

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	7	7	6	8	6	8	6
TRN2	8	6	6	6	8	8	6
TRN3	8	6	6	6	8	8	6
TRN4	6	6	6	6	8	8	8
TRN5	6	6	6	6	8	8	8
TRN6	7	6	8	6	8	6	7

5.3.3. Distribución y cantidad de Sereno Chofer a emplear

La municipalidad cuenta con 82 serenos chofer, los cuales serán incorporados como se muestra en la Tabla 27. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el presente anterior.

Tabla 27 Distribución de inicio de turno de los Serenos chofer

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0	0	0	0	0	0	0
TRN2	4	4	4	4	4	0	4
TRN3	0	0	0	0	0	0	0
TRN4	6	6	6	6	6	0	0
TRN5	0	0	0	0	0	0	0
TRN6	4	4	4	4	4	4	4

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se lograra tener las siguientes cantidades de serenos chofer en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días viernes y sábado se tiene la mayor concentración de serenos a chofer en el turno 4 y 5 (de 12:00 del mediodía a 20:00 horas) estos escenarios son aquellos con mediana concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, durante los días lunes, martes, miércoles, jueves, sábado y domingo en el turno 2 y 3 (de 4:00 horas a 12:00 del mediodía) se presenta una tendencia de solo 20 serenos choferes.

Tabla 28 Cantidad de Serenos a Chofer por turno

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	24	24	24	24	24	24	24
TRN2	20	20	20	20	24	20	20
TRN3	20	20	20	20	24	20	20
TRN4	24	24	24	24	30	30	24
TRN5	24	24	24	24	30	30	24
TRN6	24	24	24	24	24	24	24

5.3.4. Distribución y cantidad de Sereno D.I.E. a pie

La municipalidad cuenta con 71 serenos D.I.E., los cuales 38 serán serenos a pie que serán incorporados como se muestra en la Tabla 29. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el capítulo anterior.

Tabla 29 Distribución de inicio de turno de los Serenos D.I.E. a pie

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0	0	0	0	0	0	0
TRN2	3	3	1	3	3	0	0
TRN3	0	0	0	0	0	0	0
TRN4	3	3	2	3	2	0	0
TRN5	0	0	0	0	0	0	0
TRN6	2	2	0	2	2	2	2

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se lograra tener las siguientes cantidades de serenos D.I.E. a pie en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días viernes y sábado se tiene la mayor concentración de serenos a D.I.E. a pie entre el turno 2 y 5 (de 4:00 horas a 20:00 horas) estos escenarios son aquellos con mediana concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, durante la semana se presenta turnos con la mínima cantidad de

serenos D.I.E. solicitados, como el día domingo y lunes durante todo el día con solo 10 serenos en cada turno.

Tabla 30 Cantidad de Serenos D.I.E. a pie

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	10	10	12	10	10	10	10
TRN2	10	12	10	10	13	13	10
TRN3	10	12	10	10	13	13	10
TRN4	10	11	10	11	13	13	10
TRN5	10	11	10	11	13	13	10
TRN6	10	12	10	10	10	10	10

5.3.5. Distribución y cantidad de Sereno D.I.E. chofer

La municipalidad cuenta con 71 serenos D.I.E., los cuales 33 serán serenos chofer que serán incorporados como se muestra en la Tabla 31. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el capítulo anterior.

Tabla 31 Distribución de inicio de turno de los Serenos D.I.E. Chofer

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0	0	0	0	0	0	0
TRN2	0	3	2	3	3	0	0
TRN3	0	0	0	0	0	0	0
TRN4	0	2	3	3	3	0	0
TRN5	0	0	0	0	0	0	0
TRN6	1	1	3	3	1	1	1

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se lograra tener las siguientes cantidades de serenos D.I.E. chofer en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días jueves, viernes y sábado se tiene la mayor concentración de serenos a D.I.E. chofer entre el turno 2 y 5 (de 4:00 horas a 20:00 horas) estos escenarios son aquellos con mediana concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, durante los días miércoles y jueves del turno 1 al 5 (de 00:00 horas a las 20:00 horas) se presenta una tendencia de solo 8 serenos D.I.E. chofer.

Tabla 32 Cantidad de Serenos D.I.E. Chofer

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	10	10	8	8	10	10	10
TRN2	8	9	8	8	11	11	11
TRN3	8	9	8	8	11	11	11
TRN4	9	8	8	8	11	11	11
TRN5	9	8	8	8	11	11	11
TRN6	10	8	8	10	10	10	10

5.3.6. Distribución y cantidad de Supervisores

La municipalidad cuenta con 30 supervisores, los cuales serán incorporados como se muestra en la Tabla 33. De forma que, al incorporarse de manera estratégica, los turnos de trabajo puedan contar por lo menos con la mínima cantidad requerida detallada en el presente capítulo.

Tabla 33 Distribución de inicio de turno de los Supervisores

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	1	4	1	1	1	2	1
TRN2	0	0	0	0	0	1	0
TRN3	2	1	1	2	2	0	0
TRN4	0	0	0	0	0	1	0
TRN5	1	1	2	2	2	0	0
TRN6	0	1	0	0	0	0	0

Según las incorporaciones que se dan durante los turnos diarios se lograra tener las siguientes cantidades de supervisores en los diversos turnos de trabajo. Como se puede apreciar durante los días martes, miércoles, jueves, sábado y domingo se tiene la mayor concentración de supervisores en el turno 6 (de 20:00 horas a 00:00 horas) y en el turno 1 los días lunes, miércoles, jueves y domingo (de 00:00 horas a 4:00 horas) en estos escenarios son aquellos con mediana concurrencia de personas y de movilidades. Por otro lado, durante los días lunes, martes, miércoles y jueves del turno 5 (de 16:00 horas a las 20:00 horas) se presenta una tendencia de solo 7 supervisores.

Tabla 34 Cantidad de Serenos D.I.E. Chofer

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	11	8	11	11	10	10	11
TRN2	8	8	7	7	8	9	7
TRN3	8	8	7	7	8	9	7
TRN4	8	7	7	7	8	9	8
TRN5	7	7	7	7	9	9	8
TRN6	8	11	11	11	10	11	11

5.4. Cantidad de Recursos a disponer

Para generar las distribuciones en los sectores de San Miguel, se agruparán a los serenos por el tipo de función de manera teniendo las siguientes categorías según su función:

5.4.1. Cantidad de Serenos a Pie

En la categoría de Serenos a Pie está conformado por los 83 Serenos a Pie y por 38 (de los 71) Serenos D.I.E. En la Tabla 35 se podrá ver la distribución de esta categoría por cada día de la semana. Las incorporaciones de cada uno de ellos se mantendrán según lo mostrado en las Tabla 23 y 29 respectivamente.

Tabla 35 Cantidad de Serenos a pie

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	54	28	57	55	55	44	55
TRN2	32	34	26	26	35	35	22
TRN3	32	34	26	26	35	35	22
TRN4	21	22	22	22	28	28	25
TRN5	21	22	22	22	28	28	25
TRN6	28	57	55	55	44	55	54

5.4.2. Cantidad de Serenos Motorizados

En la categoría de Serenos Motorizados únicamente cuenta con los 24 Serenos Motorizados previamente. En la Tabla 36 se podrá ver la distribución de esta categoría por cada día de la semana. Las incorporaciones de esta categoría se mantendrán según lo mostrado en la Tabla 25.

Tabla 36 Cantidad de Serenos motorizados

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	7	7	6	8	6	8	6
TRN2	8	6	6	6	8	8	6
TRN3	8	6	6	6	8	8	6
TRN4	6	6	6	6	8	8	8
TRN5	6	6	6	6	8	8	8
TRN6	7	6	8	6	8	6	7

5.4.3. Cantidad de Serenos Chofer

En la categoría de Serenos Chofer está conformado por los 82 Serenos Chofer y por 33 (de los 71) Serenos D.I.E. En la Tabla 37 se podrá ver la distribución de esta categoría por cada día de la semana. Las incorporaciones de cada uno de ellos se mantendrán según lo mostrado en las Tabla 27 y 31 respectivamente.

Tabla 37 Cantidad de Serenos Chofer

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	34	34	32	32	34	34	34
TRN2	28	29	28	28	35	31	31
TRN3	28	29	28	28	35	31	31
TRN4	33	32	32	32	41	41	35
TRN5	33	32	32	32	41	41	35
TRN6	34	32	32	34	34	34	34

5.4.4. Cantidad de Supervisores

En esta categoría se cuenta con 30 Supervisores, los cuales fueron distribuidos según el factor de 0.115 descrito en el punto 5.2.3. que corresponde a la proporción entre supervisor/ sereno. En la Tabla 38 se podrá ver la distribución de esta categoría por cada día de la semana. Las incorporaciones de esta categoría se mantendrán según lo mostrado en la Tabla 33.

Tabla 38 Cantidad de Supervisores

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	11	8	11	11	10	10	11
TRN2	8	8	7	7	8	9	7
TRN3	8	8	7	7	8	9	7
TRN4	8	7	7	7	8	9	8
TRN5	7	7	7	7	9	9	8
TRN6	8	11	11	11	10	11	11

Como se aprecia en las tablas superiores, se ve que la proporción $0.115 = \frac{\text{Supervisor}}{\text{Sereno}}$, existe una holgura entre 0.9 a 1 supervisor lo cual podría representar problemas durante los turnos 1, 2, 3 y 4 del día viernes.

Tabla 39 Cantidad holguras y excedentes

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.9	0.1	0.1
TRN2	0.2	0.1	0.1	0.1	-1.0	0.5	0.2
TRN3	0.2	0.1	0.1	0.1	-1.0	0.5	0.2
TRN4	1.1	0.1	0.1	0.1	-0.9	0.1	0.2
TRN5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
TRN6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Para el caso de los serenos chofer, se trabajarán en grupo de 2, un chofer y un copiloto, los cuales cada 4 horas invertirán los roles. En la Tabla 40 se muestra la cantidad de vehículos a usar con una estructura de 2 personas por cada uno de ellos, siguiendo la distribución de personal por cada horario de trabajo según la Tabla 37.

Tabla 40 Cantidad vehículos a emplear

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	17.0	17.0	16.0	16.0	17.0	17.0	17.0
TRN2	14.0	14.5	14.0	14.0	17.5	15.5	15.5
TRN3	14.0	14.5	14.0	14.0	17.5	15.5	15.5
TRN4	16.5	16.0	16.0	16.0	20.5	20.5	17.5
TRN5	16.5	16.0	16.0	16.0	20.5	20.5	17.5
TRN6	17.0	16.0	16.0	17.0	17.0	17.0	17.0

En caso que un turno tenga una cantidad impar de recursos (como es el caso del día martes en el segundo y tercer turno con 29 serenos choferes) se considerará

únicamente en esos casos que el chofer pueda laborar solo, pero para ello se solicitará que el chofer sea un D.I.E. y esa unidad de servicio laborará en una zona donde exista por lo menos una unidad de la misma categoría que pueda ayudarlo en caso de agotamiento físico del chofer. Es decir, si el chofer está en la Zona 1, en esa zona deberá estar laborando en el mismo turno otra unidad además de esta y de esta forma maximizar la cantidad de recursos que cuenta la municipalidad. En la Tabla 41 se encuentran la cantidad de vehículos a emplear en cada turno durante cada día de la semana, cada unidad tendrá asignada un grupo considerando el ajuste descrito previamente.

Tabla 41 Cantidad vehículos a emplear

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	17	17	16	16	17	17	17
TRN2	14	15	14	14	18	16	16
TRN3	14	15	14	14	18	16	16
TRN4	17	16	16	16	21	21	18
TRN5	17	16	16	16	21	21	18
TRN6	17	16	16	17	17	17	17

5.5. Distribución de los recursos en las zonas

Para realizar la distribución de cada tipo de recurso se considerará diversos factores, los cuales se detallarán según la categoría de los serenos.

5.5.1. Distribución de los serenos a pie

Para los serenos a pie se tendrán dos pasos para su distribución en los 10 sectores del distrito de San Miguel. El primer paso será cubrir la necesidad presente en cada sector, asignando como mínimo un sereno. En el segundo paso, se asignarán los múltiplos, en caso de tener una cantidad menor a 10 serenos se usará el orden de prioridades con la finalidad de dar prioridad a los sectores con mayor cantidad de parques. La tabla de prioridades se muestra a continuación.

Tabla 42 Tabla de prioridades de serenos a pie

Sector	Cantidad de parques	Prioridad
Sector 10	16	1
Sector 9	10	2
Sector 6	9	3
Sector 7	8	4
Sector 1	6	5
Sector 2	5	6
Sector 5	5	7
Sector 3	4	8
Sector 8	3	9
Sector 4	2	10

5.5.2. Distribución de los serenos a motorizados

Para los serenos a motorizados, se compartirán entre 2 sectores como máximo, en donde se tendrá como prioridad la cercanía entre los sectores.

Para los casos en los cuales se cuenten con más de 5 serenos motorizados se le asignará un sereno motorizado adicional a la pareja que tenga mayor cantidad parques en conjunto. A continuación, se mostrará la tabla de sectores, las parejas correspondientes y la cantidad de parques en conjunto que posee, en caso del empate en la cantidad de parques se consideró la distancia entre ellos.

Tabla 43 Tabla de prioridades de motorizados

Sectores cercanos	Cantidad de parques contenidos	Prioridad
Sector 9 – Sector 10	26	1
Sector 1 – Sector 6	15	2
Sector 2 – Sector 7	13	3
Sector 4 – Sector 5	7	4
Sector 3 – Sector 8	7	5

5.5.3. Distribución de los serenos chofer

Para los serenos a chofer se tendrán dos pasos para su distribución en los 10 sectores del distrito de San Miguel. El primer paso cubrirá la necesidad presente en cada sector, asignando como mínimo un sereno chofer. En el segundo paso, se compartirán entre 2 sectores como máximo, en donde se tiene como prioridades la cercanía entre los sectores y para los casos en los cuales se cuenten con más de 5 serenos choferes se le asignara un sereno chofer adicional a la pareja que tenga mayor cantidad parques en conjunto. Para esto se usará la misma tabla de prioridad de los serenos motorizados.

5.5.4. Distribución de los Supervisores

Para los supervisores, se compartirán entre 2 sectores como máximo, en donde se tendrá como prioridad la cercanía entre los sectores. Para esto se usará la misma tabla de prioridad de los serenos motorizados.

5.6. Distribución según el turno y el sector

Según los criterios establecidos se distribuyó los recursos, teniendo en cuenta que en algunos casos se pueden compartir recursos entre sectores, para esos casos se utilizó la siguiente notación “X – C” que se interpreta como “X-1” unidades propias de sector y una unidad compartida. La posibilidad de poder compartir unidades es beneficioso, debido a que ante emergencias se podrá contar con mayor resguardo y ayuda.

En la Tabla 44 se muestra la distribución de los Serenos a pie y motorizados, en la cual se observa que la cantidad de Serenos a pie oscila entre 2 y 6 recursos por sector, día y turno. Por otro lado, todos los sectores contarán con por lo menos 1 Sereno motorizado durante todos los turnos y días de trabajo, además de que en algunas oportunidades podrán contar con una unidad compartida con otro sector vecino.

Tabla 44 Distribución de los recursos según sector – Sereno a Pie y Sereno Motorizado

Día	Turno	Serenos a Pie										Serenos motorizados										
		S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	
Lunes	TRN1	5	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1	
	TRN2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN6	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
Martes	TRN1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1	
	TRN2	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
	TRN6	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	
Miércoles	TRN1	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
Jueves	TRN1	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
Viernes	TRN1	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN2	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN5	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN6	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
Sábado	TRN1	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN2	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN5	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1	1	
Domingo	TRN1	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1		
	TRN4	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN5	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1	
	TRN6	5	5	5	5	5	6	6	5	6	6	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1	

En la Tabla 45 se muestra la distribución de los Serenos Chofer y Supervisores, en la cual se observa que la cantidad de Serenos Chofer y Supervisores oscila entre 1 y 2 recursos por sector, día y turno. Por otro lado, en algunas oportunidades podrán contar con una unidad compartida con otro sector vecino.

Tabla 45 Distribución de los recursos según sector – Sereno Chofer y Supervisor

Día	Turno	Sereno chofer										Supervisores									
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10
Lunes	TRN1	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
	TRN2	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN4	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN5	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN6	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
Martes	TRN1	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN2	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN4	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN5	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN6	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
Miércoles	TRN1	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
	TRN2	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN4	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN5	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN6	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
Jueves	TRN1	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
	TRN2	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	1	2-C	2-C	2-C	2-C	1	2-C	2-C	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN4	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN5	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN6	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
Viernes	TRN1	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TRN2	2	2	2-C	2-C	2-C	2	2	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN3	2	2	2-C	2-C	2-C	2	2	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	3-C	3-C	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	3-C	3-C	1	1	1-C	1	1	1	1	1-C	1	1
	TRN6	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
Sábado	TRN1	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TRN2	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1-C	1	1	1	1	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1	1-C	1	1	1	1	1-C	1	1
	TRN4	2	2	2	2	2	2	2	2	3-C	3-C	1	1	1-C	1	1	1	1	1-C	1	1
	TRN5	2	2	2	2	2	2	2	2	3-C	3-C	1	1	1-C	1	1	1	1	1-C	1	1
	TRN6	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
Domingo	TRN1	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C
	TRN2	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN3	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2	1	1-C	1-C	1-C	1-C	1	1-C	1-C	1	1
	TRN4	2	2	2-C	2-C	2-C	2	2	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN5	2	2	2-C	2-C	2-C	2	2	2-C	2	2	1	1	1-C	1-C	1-C	1	1	1-C	1	1
	TRN6	2	2-C	2-C	2-C	2-C	2	2-C	2-C	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2-C	2-C

5.6.1. Distribución y percepción de los recursos

Dentro de la distribución por sectores realizada, se observa que la cantidad por día es variada, por lo que la percepción recibida por parte de los ciudadanos variará o se tendrá un referente de ello. Por ello, se ve la necesidad de ver cuántos de ellos se podrá percibir durante cada diaria, para eso se definiría el siguiente indicador:

$$\% \text{ de la categoría percibido} = \frac{\text{Personal de la categoría promedio en un día de la semana}}{\text{Total de personas da categoría disponibles}}$$

Dentro de los serenos a pie que recorrerán las calles, parques, etc. Del distrito en estudio, vemos que tiene valores alrededor de 3.5 serenos en promedio por cada sector en cada día de la semana, y que mayor presencia en promedio se tendrá los

días viernes y sábado, en donde se llega a tener un valor del 31% de percepción de los recursos.

Tabla 46 Unidades promedio de los Serenos a Pie

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_10	Total	% Percibido
Lunes	3.0	3.0	3.0	2.8	3.0	3.2	3.2	2.8	3.5	3.8	31.3	25.9%
Martes	3.2	3.2	3.0	2.8	3.2	3.5	3.5	2.8	3.8	3.8	32.8	27.1%
Miércoles	3.7	3.5	3.0	3.0	3.2	3.7	3.7	3.0	4.0	4.0	34.7	28.7%
Jueves	3.7	3.3	3.0	3.0	3.0	3.7	3.7	3.0	4.0	4.0	34.3	28.4%
Viernes	4.0	3.5	3.5	3.2	3.5	4.2	4.2	3.2	4.2	4.2	37.5	31.0%
Sábado	4.0	3.5	3.5	3.2	3.5	4.2	4.2	3.2	4.2	4.2	37.5	31.0%
Domingo	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.7	3.7	3.0	4.0	4.0	33.8	28.0%

Dentro de los serenos a motorizados que recorrerán las calles, parques, etc. Del distrito en estudio, vemos que tiene valores alrededor de 0.7 serenos motorizado en promedio por cada sector en cada día de la semana, lo que indicaría que en más de un sector se tendría un sereno motorizado compartido. La mayor presencia en promedio se tendrá los días viernes y sábado, en donde se llega a tener un valor del 31.9% de percepción de los recursos.

Tabla 47 Unidades promedio de los Serenos Motorizados

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_10	Total	% Percibido
Lunes	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	1.0	1.0	7.0	29.2%
Martes	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	1.0	1.0	6.2	25.7%
Miércoles	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	1.0	1.0	6.3	26.4%
Jueves	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	1.0	1.0	6.3	26.4%
Viernes	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.9	0.9	0.5	1.0	1.0	7.7	31.9%
Sábado	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.9	0.9	0.5	1.0	1.0	7.7	31.9%
Domingo	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	1.0	1.0	6.8	28.5%

Dentro de los serenos chofer que recorrerán las calles, parques, etc. Del distrito en estudio, vemos que tiene valores alrededor de 1.7 serenos chofer en promedio por cada sector en cada día de la semana, lo que indicaría que en más de un sector se tendría un sereno chofer compartido. La mayor presencia en promedio se tendrá el día el viernes seguido del día sábado, en donde se tiene los valores de 32.5% y 31.3% respectivamente de percepción de los recursos.

Tabla 48 Unidades promedio de los Serenos Chofer

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_10	Total	% Percibido
Lunes	1.8	1.5	1.3	1.5	1.5	1.8	1.5	1.3	1.8	1.8	16.0	27.8%
Martes	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.8	1.8	15.8	27.5%
Miércoles	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.8	1.8	15.3	26.7%
Jueves	1.6	1.5	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.3	1.8	1.8	15.5	27.0%
Viernes	2.0	1.8	1.7	1.7	1.7	2.0	1.8	1.7	2.2	2.2	18.7	32.5%
Sábado	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	2.2	2.2	18.0	31.3%
Domingo	1.8	1.7	1.5	1.5	1.5	1.8	1.7	1.5	2.0	2.0	17.0	29.6%

Dentro de los supervisores que supervisarán y corroborarán las funciones de los serenos del distrito en estudio, vemos que tiene valores alrededor de 0.9 supervisores en promedio por cada sector en cada día de la semana, lo que indicaría que se tiene al menos un supervisor por cada sector. La mayor presencia en promedio se tendrá el día el sábado seguido del día viernes, en donde se tiene los valores de 31.7% y 29.4% respectivamente de percepción de los recursos.

Tabla 49 Unidades promedio de los Supervisores

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_10	Total	% Percibido
Lunes	1.0	0.9	0.6	0.6	0.6	1.0	0.9	0.6	1.1	1.1	8.3	27.8%
Martes	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	1.0	0.8	0.6	1.1	1.1	8.2	27.2%
Miércoles	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	1.2	1.2	8.3	27.8%
Jueves	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	1.2	1.2	8.3	27.8%
Viernes	1.0	1.0	0.7	0.8	0.8	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	8.8	29.4%
Sábado	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	1.1	1.1	9.5	31.7%
Domingo	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	1.2	1.2	8.7	28.9%

5.6.2. Distribución y visualización de los serenos en los sectores

El cuerpo de patrullaje de la municipalidad tendrá distintas cantidades a lo largo de los turnos debido a las demandas de la programación, sin embargo, se mostrará las cantidades promedio que se logrará visualizar a lo largo de cada día, con el fin de resguardar la seguridad del distrito y mejorar la percepción de la seguridad.

El día lunes se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3 serenos a pie en cada sector, 0.7 serenos motorizados lo que significará que algunos sectores compartirán motorizados, 1.6 serenos choferes y 0.8 supervisores.

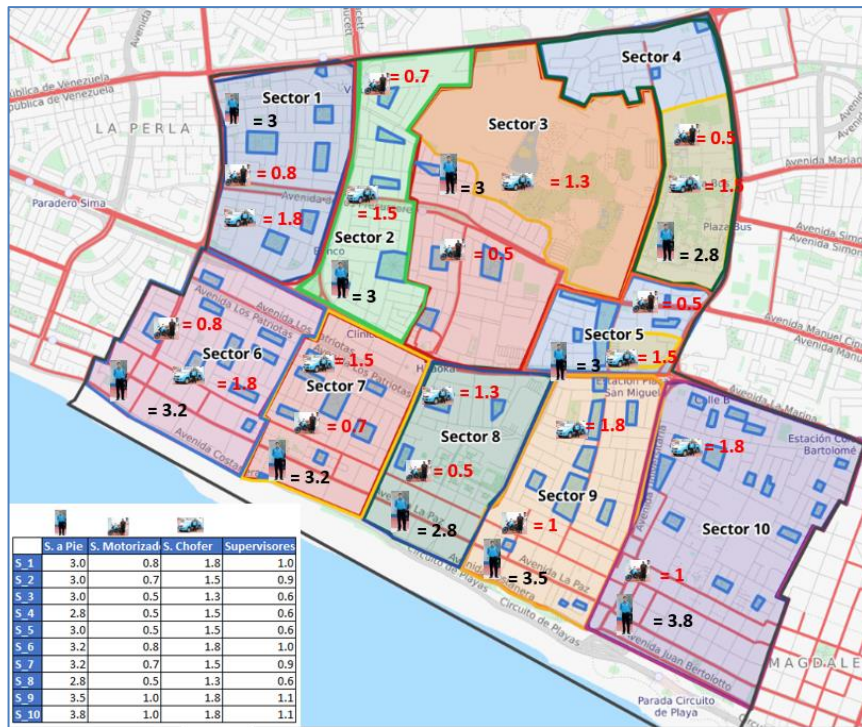


Gráfico 20 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Lunes

El día martes se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.3 serenos a pie en cada sector, 0.6 serenos motorizados lo que significará que casi en todos los sectores se compartirán motorizados, 1.6 serenos choferes y 0.8 supervisores.

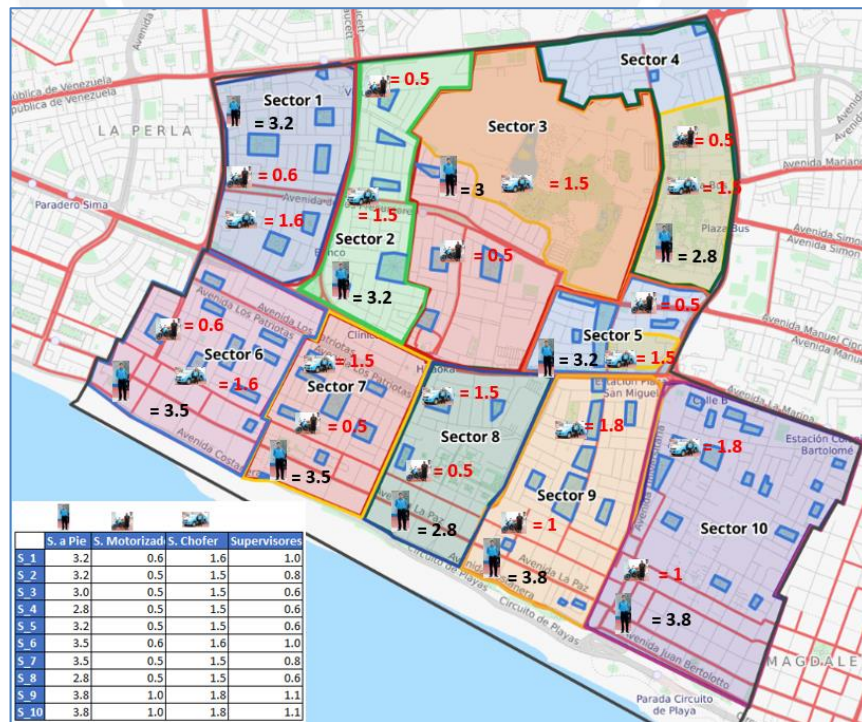


Gráfico 21 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Martes

El día miércoles se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.5 serenos a pie en cada sector, 0.6 serenos motorizados lo que significará que casi en todos los sectores se compartirán motorizados, 1.5 serenos choferes y 0.8 supervisores.

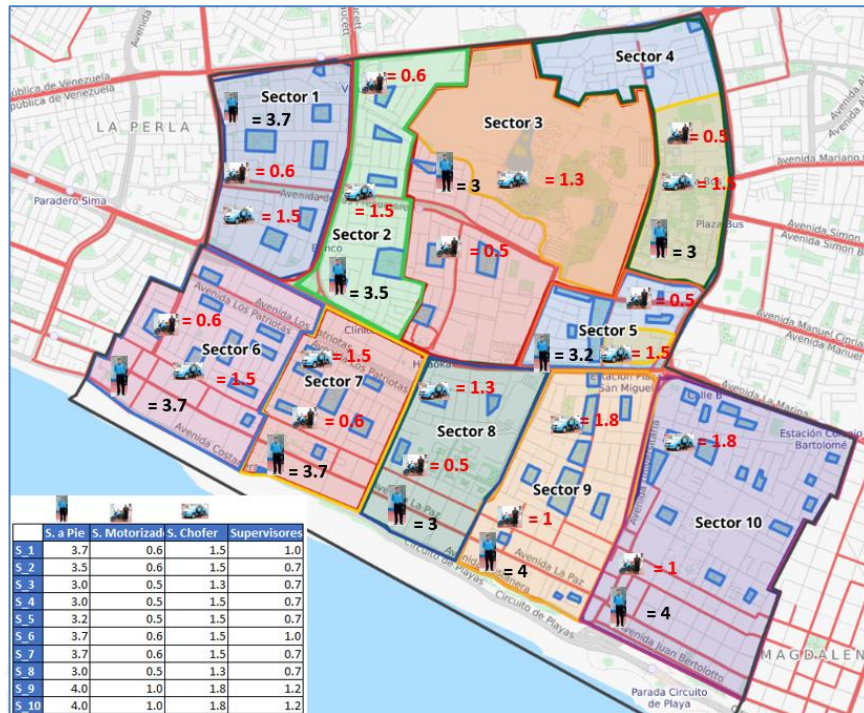


Gráfico 22 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Miércoles

El día jueves se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.4 serenos a pie en cada sector, 0.6 serenos motorizados lo que significará que casi en todos los sectores se compartirán motorizados, 1.6 serenos choferes y 0.8 supervisores.

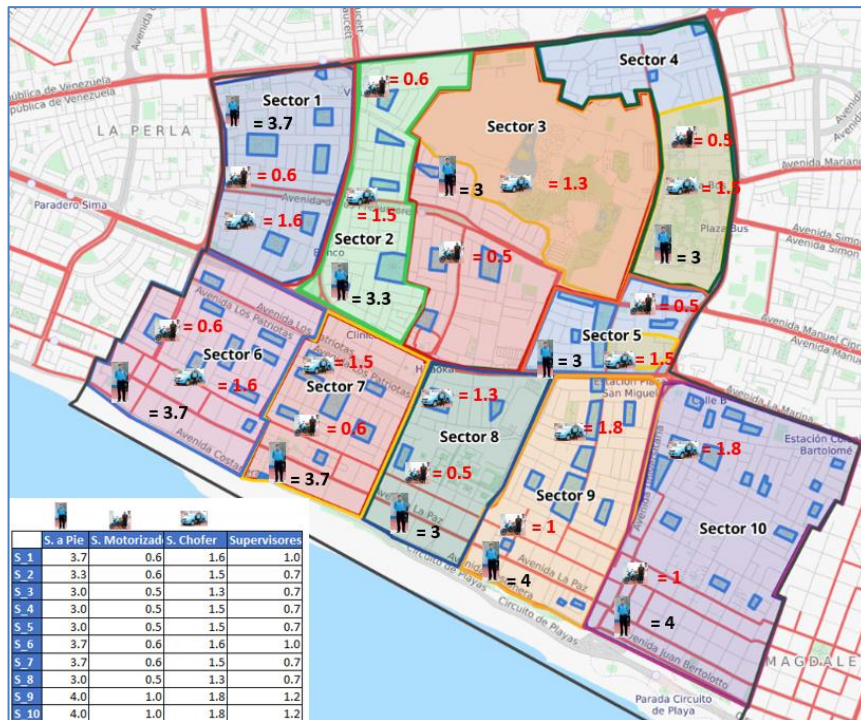


Gráfico 23 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Jueves
 El día viernes se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.8 serenos a pie en cada sector, 0.8 serenos motorizados lo que significará que algunos sectores compartirán motorizados, 1.9 serenos choferes y 0.9 supervisores.

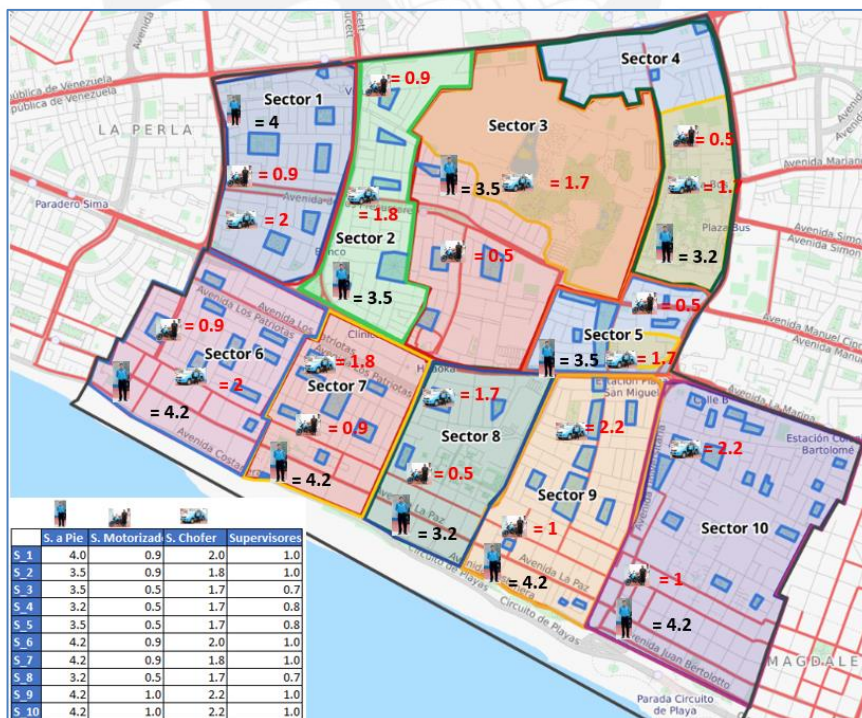


Gráfico 24 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Viernes

El día sábado se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.8 serenos a pie en cada sector, 0.8 serenos motorizados lo que significará que algunos sectores compartirán motorizados, 1.8 serenos choferes y 1 supervisor.

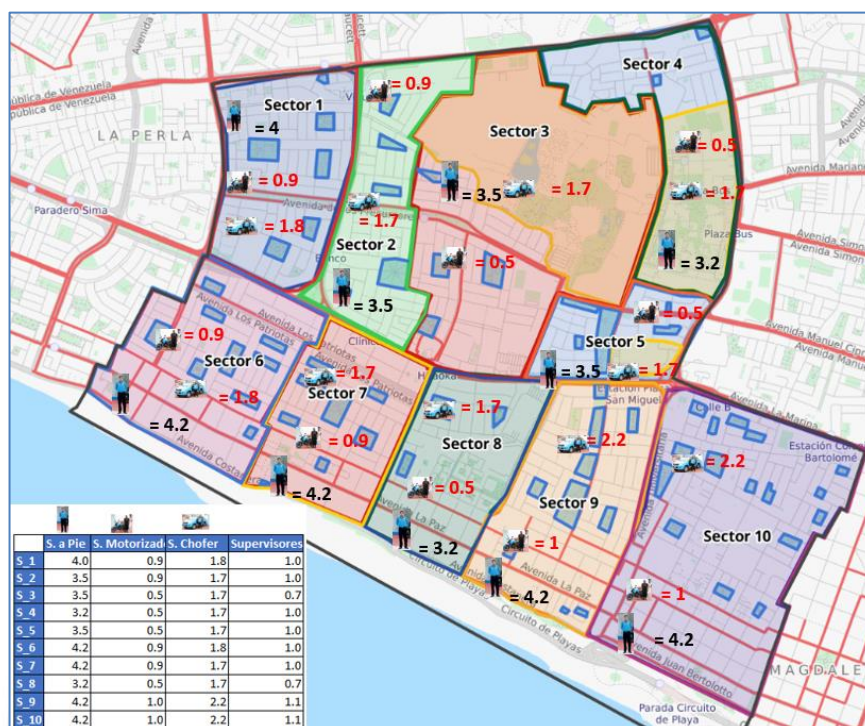


Gráfico 25 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Sábado

El día domingo se contará con la siguiente configuración, donde se tendrá en promedio 3.4 serenos a pie en cada sector, 0.7 serenos motorizados lo que significará que algunos sectores compartirán motorizados, 1.7 serenos choferes y 0.9 supervisores.

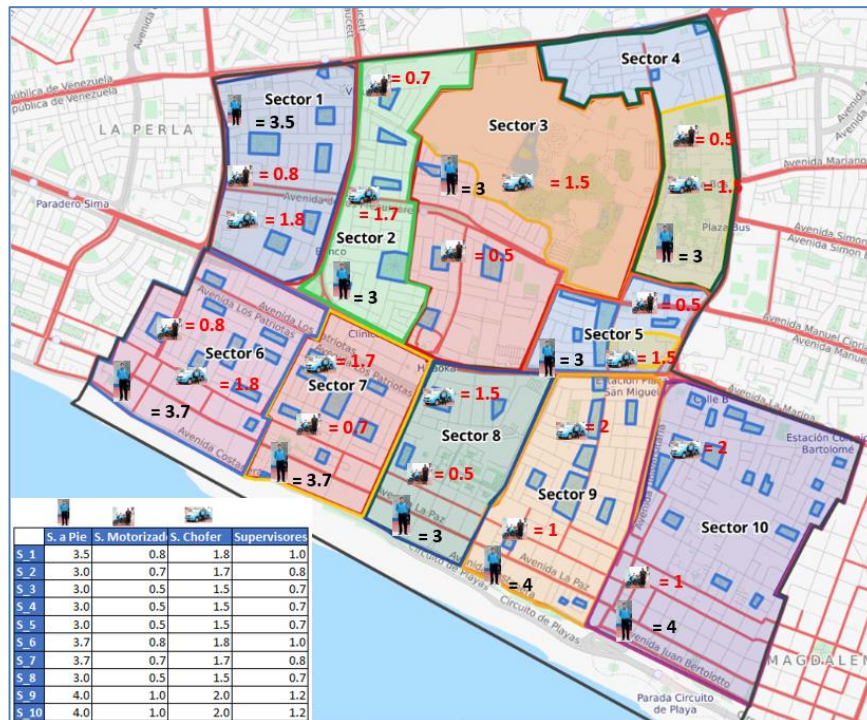


Gráfico 26 Mapa sectorizado con la cantidad promedio del personal de turno - Domingo

La variación en la cantidad de cada día se da de la siguiente manera, lo que evidencia que en durante el día viernes se incrementa la cantidad de personal en todas las categorías y se mantiene casi en todas este nivel en el día sábado a excepción de los serenos chofer y supervisores los cuales sufren un decremento y un incremento respectivamente, estos niveles de servicios en estos dos días son satisfactorios debido a que son los días con mayor concurrencia de personas y permitirán interactuar con ellos y mejorar la percepción de seguridad.

Tabla 50 Variación de las cantidades promedio del personal a lo largo de la semana

Categoría	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
S. a Pie	-7.4%	4.8%	5.6%	-1.0%	9.2%	0.0%	-9.8%
S. Motorizado	2.4%	-11.9%	2.7%	0.0%	21.1%	0.0%	-10.9%
S. Chofer	-5.9%	-1.0%	-3.2%	1.1%	20.4%	-3.6%	-5.6%
Supervisor	-3.8%	-2.0%	2.0%	0.0%	6.0%	7.5%	-8.8%

5.7. Diseño de recorrido para los serenos

Para realizar el diseño de ruta de cada tipo de recurso se considerará diversos factores, los cuales se detallarán según la categoría de los serenos.

5.7.1. Diseño de ruta de los serenos a pie

Dentro del diseño de ruta de los serenos a pie, se tendrá como datos de entrada las distancias entre los parques de cada sector, como se detallará a continuación:

Sector 1:

En este sector se contará con la presencia de 6 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 51 Tabla de distancias del Sector 1

Código	PAQ1	PAQ2	PAQ3	PAQ4	PAQ5	PAQ6
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	M	950	500	850	1200	1300
	C2	M	650	450	650	600
		C3	M	450	950	1000
			C4	M	700	700
				C5	M	210
					C6	M

Sector 2:

En este sector se contará con la presencia de 5 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 52 Tabla de distancias del Sector 2

Código	PAQ7	PAQ8	PAQ9	PAQ12	PAQ13
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5
C1	M	550	850	1500	1500
	C2	M	300	1000	1100
		C3	M	650	900
			C4	M	650
				C5	M

Sector 3:

En este sector se contará con la presencia de 4 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 53 Tabla de distancias del Sector 3

Código	PAQ10	PAQ11	PAQ14	PAQ15
Correlativo	C1	C2	C3	C4
C1	M	800	1100	850
	C2	M	500	450
		C3	M	550
			C4	M

Sector 4:

En este sector se contará con la presencia de 2 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 54 Tabla de distancias del Sector 4

Código	PAQ19	PAQ20
Correlativo	C1	C2
C1	M	450
C2	M	

Sector 5:

En este sector se contará con la presencia de 5 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 55 Tabla de distancias del Sector 5

Código	PAQ16	PAQ17	PAQ18	PAQ21	PAQ22
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5
C1	M	400	300	500	550
C2		M	160	650	750
C3			M	550	650
C4				M	230
C5					M

Sector 6:

En este sector se contará con la presencia de 9 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 56 Tabla de distancias del Sector 6

Código	PAQ23	PAQ24	PAQ25	PAQ26	PAQ27	PAQ28	PAQ29	PAQ30	PAQ31
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	M	200	450	700	800	450	600	850	1200
C2		M	400	350	400	550	550	350	1000
C3			M	500	450	800	750	800	900
C4				M	170	450	400	300	600
C5					M	600	600	450	600
C6						M	150	400	700
C7							M	400	600
C8								M	300
C9									M

Sector 7:

En este sector se contará con la presencia de 8 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 57 Tabla de distancias del Sector 7

Código	PAQ32	PAQ33	PAQ34	PAQ35	PAQ36	PAQ37	PAQ38	PAQ39
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	M	280	500	500	1100	450	800	750
	C2	M	350	240	950	500	650	600
		C3	M	400	750	290	450	300
			C4	M	700	700	750	550
				C5	M	1000	750	400
					C6	M	450	600
						C7	M	350
							C8	M

Sector 8:

En este sector se contará con la presencia de 3 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 58 Tabla de distancias del Sector 8

Código	PAQ40	PAQ41	PAQ42
Correlativo	C1	C2	C3
C1	M	450	550
	C2	M	900
		C3	M

Sector 9:

En este sector se contará con la presencia de 10 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 59 Tabla de distancias del Sector 9

Código	PAQ43	PAQ44	PAQ45	PAQ46	PAQ47	PAQ48	PAQ49	PAQ50	PAQ51	PAQ52
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	M	200	350	850	650	1200	300	850	1400	1400
	C2	M	260	700	600	1000	350	800	1300	1400
		C3	M	500	300	850	350	550	1100	1100
			C4	M	600	750	900	800	1300	1400
				C5	M	650	600	270	750	750
					C6	M	1200	850	550	600
						C7	M	550	1300	1300
							C8	M	700	600
								C9	M	140
									C10	M

Sector 10:

En este sector se contará con la presencia de 16 parques, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 60 Tabla de distancias del Sector 10

Código	PAQ 53	PAQ 54	PAQ 55	PAQ 56	PAQ 57	PAQ 58	PAQ 59	PAQ 60	PAQ 61	PAQ 62	PAQ 63	PAQ 64	PAQ 65	PAQ 66	PAQ 67	PAQ 68
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1	M	300	450	600	1200	450	500	550	800	1000	1300	1300	1200	1000	1500	1700
	C2	M	300	450	1100	350	350	650	650	800	1100	1100	1000	950	1300	1500
		C3	M	120	900	550	350	800	500	650	1000	900	950	900	1200	1400
			C4	M	800	600	400	850	350	500	850	750	800	1000	1100	1300
				C5	M	1200	950	1300	750	550	170	350	650	1400	1200	1200
					C6	M	350	170	650	700	1100	1000	850	550	1100	1300
						C7	M	450	500	550	950	900	700	600	1000	1100
							C8	M	650	750	1100	1100	850	550	1100	1300
								C9	M	230	660	550	450	800	750	900
									C10	M	400	350	500	850	800	1000
										C11	M	180	500	1300	1000	1000
											C12	M	300	1200	1000	850
												C13	M	900	650	650
													C14	M	750	1000
														C15	M	350
															C16	M

Una vez definida las distancias y la numeración dentro de cada sector se planteará los recorridos dentro de cada sistema. Para cada sector se considerará que el punto de partida será el punto 1 (C1).

5.7.2. Diseño de ruta de los serenos a motorizados y choferes

Para el diseño de la ruta de estas unidades móviles se considerará además de los parques las avenidas críticas de cada una de ellas, para efectos del modelo matemático se tomará el punto medio de estas, como se muestra seguidamente:

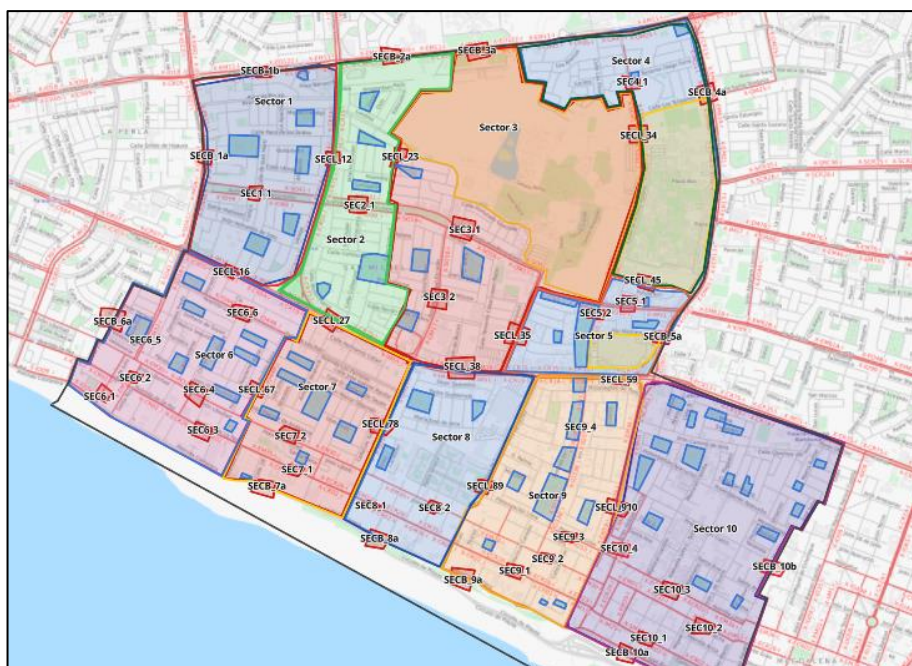


Gráfico 27 Mapa sectorizado parques y avenidas críticas

Como se muestra en el gráfico previo, se utilizarán avenidas concurridas y críticas, para lo cual de ellas se tomarán puntos en particular con el fin de obtener distancias y proponer la ruta adecuada para estos tipos de serenos.

Tabla 61 Tabla de puntos críticos

Código	Localización	Código	Localización
SEC1_1	Av. de los Precursores 998, San Miguel	SEC6_3	Av. la Paz 2350, Cercado de Lima
SECL_12	Av. Elmer Faucett 363, San Miguel	SEC6_4	Av. la Libertad 2436, San Miguel
SECB_1a	Av. los Insurgentes 838, Cercado de Lima	SEC6_5	Av. los Insurgentes 295, San Miguel
SECB_1b	Av. República de Venezuela 6017, San Miguel	SEC6_6	Av. de los Patriotas 590, San Miguel
SECL_16	Av. de la Marina 3525, San Miguel	SECL_67	Av. Andrés Bázuri 228, Cercado de Lima
SEC2_1	Av. de los Precursores 678, Cercado de Lima	SEC7_1	Av. la Paz 1790, Cercado de Lima
SECB_2a	Av. República de Venezuela 2500, San Miguel	SEC7_2	Av. la Libertad 2034, San Miguel
SECL_27	Av. de la Marina 3039, San Miguel	SECB_7a	Av. Costanera 2146, Cercado de Lima
SECL_23	Calle Chinchaysuyo 440, San Miguel	SECL_78	Av. Rafael Escardó 277, San Miguel
SECB_3a	Av. República de Venezuela 48, San Miguel	SEC8_1	Av. la Paz 1429, Cercado de Lima
SEC3_1	Av. de los Precursores 294, Cercado de Lima	SEC8_2	Av. la Libertad 1095, San Miguel
SEC3_2	Escardo 711, San Miguel	SECB_8a	Av. Costanera 1232, San Miguel
SECL_35	Av. Parque de las Leyendas 305, San Miguel	SECL_89	Av. Brígida Silva de Ochoa 134, San Miguel
SECL_38	Av. de la Marina 2550, San Miguel	SEC9_1	Av. la Paz 546, Cercado de Lima
SECL_34	Av. José de la Riva Agüero 43371, Cercado de Lima	SEC9_2	Av. la Libertad 430, San Miguel
SEC4_1	Av. José de la Riva Agüero 2169, San Miguel	SEC9_3	Av. Lima 1140, Cercado de Lima
SEB_4a	Av. Universitaria 2025, San Miguel	SEC9_4	Parque Plaza del Trabajo
SECL_45	Urubamba 237, San Miguel	SECB_9a	Av. Costanera 730, Cercado de Lima
SECB_5a	Calle Mantaro 3250, Pueblo Libre	SECL_910	Av. Universitaria 580, Cercado de Lima
SEC5_2	Av. José de la Riva Agüero 740, Cercado de Lima	SEC10_1	Federico Gallese 682, Cercado de Lima
SEC5_1	Av. La Mar 2360, Cercado de Lima	SEC10_2	Av. Tacna 383, San Miguel
SECL_59	Av. de la Marina 176, Cercado de Lima	SEC10_3	Av. Lima 635, San Miguel
SECB_6a	Av. La Libertad, Av. la Libertad 2998, San Miguel	SEC10_4	Independencia 504, San Miguel
SEC6_1	28 de Julio 120, San Miguel	SECB_10a	Av. Bertolotto 676, San Miguel
SEC6_2	Sta. Rosa 296, Cercado de Lima	SECB_10b	Jirón San Martín 780-B, San Miguel

Sector 1:

En este sector se contará con la presencia de 6 parques y 5 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 62 Tabla de distancias del Sector 1 de parques y avenidas

Código	PAQ1	PAQ2	PAQ3	PAQ4	PAQ5	PAQ6	SEC1_1	SECL_12	SECB_1a	SECB_1b	SECL_16
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	M	950	500	850	1200	1300	1200	600	1400	250	1700
	C2	M	650	450	650	600	300	700	230	1000	1000
		C3	M	450	950	1000	1000	400	850	1000	1500
			C4	M	700	700	400	450	650	1100	1200
				C5	M	210	450	700	1000	1500	550
					C6	M	250	850	750	1500	350
						C7	M	800	500	1300	950
							C8	M	1100	850	1100
								C9	M	800	800
									C10	M	1600
										C11	M

Sector 2:

En este sector se contará con la presencia de 5 parques y 5 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 63 Tabla de distancias del Sector 2 de parques y avenidas

Código	PAQ7	PAQ8	PAQ9	PAQ12	PAQ13	SECL_12	SECB_2a	SECL_27	SECL_23	SEC2_1
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	M	550	850	1500	1500	750	650	1600	350	750
	C2	M	300	1000	1100	350	800	1300	290	400
		C3	M	650	900	400	1100	1200	300	230
			C4	M	650	1000	1700	550	700	550
				C5	M	850	1600	300	1200	800
					C6	M	900	1200	600	450
						C7	M	1900	950	1100
							C8	M	1700	1200
								C9	M	450
									C10	M

Sector 3:

En este sector se contará con la presencia de 4 parques y 7 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 64 Tabla de distancias del Sector 3 de parques y avenidas

Código	PAQ10	PAQ11	PAQ14	PAQ15	SECL_23	SECB_3a	SEC3_1	SEC3_2	SECL_35	SECL_38	SECL_34
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	M	800	1100	850	190	1600	600	1000	1500	1600	2500
	C2	M	500	450	700	2100	450	400	900	1000	2200
		C3	M	550	1100	2700	800	260	950	650	2200
			C4	M	1000	2300	450	280	650	750	1900
				C5	M	1400	800	1100	1600	1700	2700
					C6	M	2100	2300	2900	2900	1600
						C7	M	500	850	1200	1900
							C8	M	700	700	2000
								C9	M	450	1600
									C10	M	1600
										C11	M

Sector 4:

En este sector se contará con la presencia de 2 parques y 4 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 65 Tabla de distancias del Sector 4 de parques y avenidas

Código	PAQ19	PAQ20	SECL_34	SEC4_1	SEB_4a	SECL_45
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	M	450	350	120	600	1300
	C2	M	800	500	350	1700
		C3	M	450	550	1000
			C4	M	800	1400
				C5	M	1500
					C6	M

Sector 5:

En este sector se contará con la presencia de 5 parques y 6 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 66 Tabla de distancias del Sector 5 de parques y avenidas

Código	PAQ16	PAQ17	PAQ18	PAQ21	PAQ22	SECL_35	SECL_45	SECB_5a	SEC5_2	SEC5_1	SECL_59
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	M	400	300	500	550	400	550	800	280	350	750
	C2	M	160	650	750	350	800	850	500	600	500
		C3	M	550	650	700	650	800	350	450	450
			C4	M	230	850	210	500	300	110	800
				C5	M	1000	450	240	400	500	600
					C6	M	1000	1400	700	750	1100
						C7	M	600	400	280	900
							C8	M	650	750	350
								C9	M	210	500
									C10	M	650
										C11	M

Sector 6:

En este sector se contará con la presencia de 9 parques y 9 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 67 Tabla de distancias del Sector 6 de parques y avenidas

Código	PAQ23	PAQ24	PAQ25	PAQ26	PAQ27	PAQ28	PAQ29	PAQ30	PAQ31	SECL_16	SECB_6a	SEC6_1	SEC6_2	SEC6_3	SEC6_4	SEC6_5	SEC6_6	SECL_67
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
C1	M	200	450	700	800	450	600	850	1200	350	750	1000	700	1200	1000	350	300	900
	C2	M	400	350	400	550	550	350	1000	550	850	900	600	1000	750	260	500	800
		C3	M	500	450	800	750	800	900	800	450	500	250	850	600	350	800	1100
			C4	M	170	450	400	300	600	700	850	900	550	550	300	500	400	700
				C5	M	600	600	450	600	850	650	700	350	500	260	500	550	750
					C6	M	150	400	700	500	1200	850	850	650	650	140	400	
						C7	M	400	600	650	1200	1200	950	800	700	650	290	270
							C8	M	300	700	850	900	550	550	300	500	400	700
								C9	M	1400	1100	850	750	140	350	1100	1100	750
									C10	M	1100	1200	950	1200	1000	600	400	1000
										C11	M	500	270	850	600	550	1100	1100
											C12	M	400	800	750	700	1300	1200
												C13	M	600	400	400	950	900
													C14	M	600	1000	1000	850
														C15	M	750	700	650
															C16	M	650	950
																C17	M	550
																	C18	M

Sector 7:

En este sector se contará con la presencia de 8 parques y 6 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 68 Tabla de distancias del Sector 7 de parques y avenidas

Código	PAQ32	PAQ33	PAQ34	PAQ35	PAQ36	PAQ37	PAQ38	PAQ39	SECL_27	SECL_67	SEC7_1	SEC7_2	SECB_7a	SECL_78
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
C1	M	280	500	500	1100	450	800	750	400	500	1100	900	1300	800
	C2	M	350	240	950	500	650	600	650	450	850	600	1000	650
		C3	M	400	750	290	450	300	650	500	600	500	1100	450
			C4	M	700	700	750	550	900	300	800	350	1000	850
				C5	M	1000	750	400	1800	1400	350	850	2300	1600
					C6	M	450	600	600	800	1100	1000	1400	350
						C7	M	350	1000	850	650	500	1200	350
							C8	M	900	600	350	230	900	600
								C9	M	750	1300	1100	1600	800
									C10	M	1400	350	1100	1200
										C11	M	550	600	750
											C12	M	700	850
												C13	M	1400
													C14	M

Sector 8:

En este sector se contará con la presencia de 3 parques y 6 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 69 Tabla de distancias del Sector 8 de parques y avenidas

Código	PAQ40	PAQ41	PAQ42	SECL_38	SECL_78	SEC8_1	SEC8_2	SECB_8a	SECL_89
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	M	450	550	1000	300	900	1100	1200	850
	C2	M	900	550	700	1200	1200	1500	900
		C3	M	1300	450	400	750	850	1000
			C4	M	750	1200	1600	1700	1500
				C5	M	500	700	850	1100
					C6	M	500	350	900
						C7	M	300	400
							C8	M	700
								C9	M

Sector 9:

En este sector se contará con la presencia de 10 parques y 7 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 70 Tabla de distancias del Sector 9 de parques y avenidas

Código	PAQ43	PAQ44	PAQ45	PAQ46	PAQ47	PAQ48	PAQ49	PAQ50	PAQ51	PAQ52	SECL_59	SECL_89	SEC9_1	SEC9_2	SEC9_3	SECB_9a	SECL_910
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
C1	M	200	350	850	650	1200	300	850	1400	1400	650	1000	1200	1000	950	1800	850
	C2	M	260	700	600	1000	350	800	1300	1400	500	1000	1000	1400	900	1600	1300
		C3	M	500	300	850	350	550	1100	1100	750	650	900	1200	600	1500	1200
			C4	M	600	750	900	800	1300	1400	1200	300	1100	1000	1300	1000	800
				C5	M	650	600	270	750	750	1100	1000	550	400	290	1300	850
					C6	M	1200	850	550	600	1500	500	240	400	600	750	1100
						C7	M	550	1300	1300	1000	1000	1300	1200	1100	2000	800
							C8	M	700	600	1600	1200	750	600	260	1400	400
								C9	M	140	1900	1400	350	500	850	750	1400
									C10	M	1900	1500	400	550	950	800	1200
										C11	M	1500	1500	1700	1400	1800	900
											C12	M	750	750	1300	1000	1500
												C13	M	290	800	700	1100
													C14	M	350	1000	900
														C15	M	1500	550
															C16	M	1500
																C17	M

Sector 10:

En este sector se contará con la presencia de 16 parques y 7 puntos críticos en el sector, los cuales se renombrarán de manera interna con una numeración correlativa con el fin de tener un mejor control de ellos y seguimiento de ellos.

Tabla 71 Tabla de distancias del Sector 10 de parques y avenidas

Código	PAQ63	PAQ64	PAQ65	PAQ66	PAQ67	PAQ68	PAQ69	PAQ60	PAQ61	PAQ62	PAQ63	PAQ64	PAQ65	PAQ66	PAQ67	PAQ68	SECL_910	SEC10_1	SEC10_2	SEC10_3	SEC10_4	SECB_10a	SECB_10b
Correlativo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23
C1	M	300	450	600	1200	450	500	550	800	1000	1300	1300	1200	1000	1500	1700	850	1900	1900	1600	1200	2100	1600
	C2	M	300	450	1100	350	350	650	650	800	1100	1100	1000	950	1300	1500	1200	1800	1700	1400	1500	2000	1500
		C3	M	120	900	550	350	800	500	650	1000	900	950	900	1200	1400	1400	1600	1700	1400	1600	1700	1400
			C4	M	800	600	400	850	350	500	850	750	800	1000	1100	1300	1300	1500	1400	1100	1500	1700	1200
				C5	M	1200	950	1300	750	550	170	350	650	1400	1200	1200	1700	1800	1400	1500	1800	1900	1100
					C6	M	350	170	650	700	1100	1000	850	550	1100	1300	450	1300	1400	1300	650	1600	1200
						C7	M	450	500	550	950	900	700	600	1000	1100	950	1300	1400	900	1100	1300	1300
							C8	M	650	750	1100	1100	850	550	1100	1300	300	1300	1400	1100	700	1500	1200
								C9	M	230	660	550	450	800	750	900	1000	1100	1100	750	1100	1500	800
									C10	M	400	350	500	850	800	1000	1000	1200	1100	800	1200	1700	850
										C11	M	180	500	1300	1000	1000	1600	1700	1300	1300	1700	1800	750
											C12	M	300	1200	1000	850	1400	1500	1100	1200	1500	1600	600
												C13	M	900	650	650	1200	1200	750	850	1300	1300	350
													C14	M	750	1000	450	1000	1100	700	300	1100	1000
														C15	M	350	1200	650	550	300	900	1000	650
															C16	M	1600	1100	600	700	1500	1200	350
																C17	M	1000	1100	900	350	1300	1300
																	C18	M	500	400	650	350	1200
																		C19	M	500	750	850	650
																			C20	M	650	800	750
																				C21	M	1300	1500
																					C22	M	1200
																						C23	M

5.8. Recorrido según categoría y sector

5.8.1. Recorrido de los Serenos a Pie

Para los Serenos a Pie se tendrá 10 recorridos correspondientes a cada sector del distrito, los cuales se detallarán a continuación.

Sector 1:

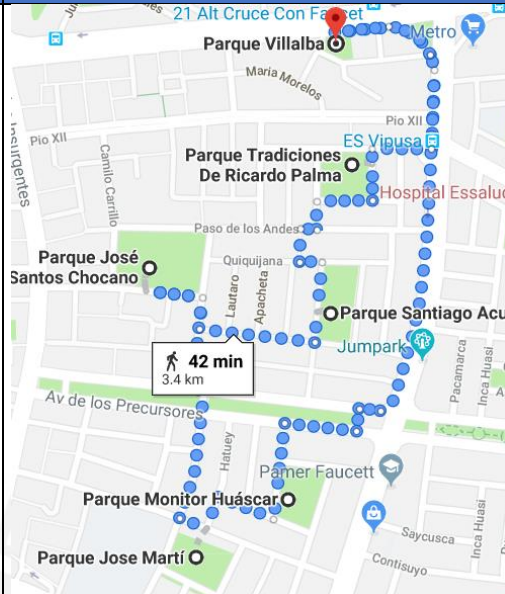
En este sector donde se posee 6 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C2 \rightarrow C6 \rightarrow C5 \rightarrow C1$$

$$PAQ1 \rightarrow PAQ3 \rightarrow PAQ4 \rightarrow PAQ2 \rightarrow PAQ6 \rightarrow PAQ5 \rightarrow PAQ1$$

Lo que en promedio corresponderá a 42 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 72 Secuencia para el Sereno a pie del sector 1

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[3]" 1 2 1 501 502 1> <"itvs[4]" 2 3 2 952 953 1> <"itvs[2]" 3 1 3 1403 1404 1> <"itvs[6]" 4 5 4 2004 2005 1> <"itvs[5]" 5 4 5 2215 2216 1> <"itvs[7]" 6 6 6 3416 3417 1>;</pre>	

Sector 2:

En este sector donde se posee 5 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C5 \rightarrow C1$$

$$PAQ7 \rightarrow PAQ8 \rightarrow PAQ9 \rightarrow PAQ12 \rightarrow PAQ13 \rightarrow PAQ7$$

Lo que en promedio corresponderá a 44 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 73 Secuencia para el Sereno a pie del sector 2

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 551 552 1> <"itvs[3]" 2 2 2 852 853 1> <"itvs[4]" 3 3 3 1503 1504 1> <"itvs[5]" 4 4 4 2154 2155 1> <"itvs[6]" 5 5 5 3655 3656 1>;</pre>	

Sector 3:

En este sector donde se posee 4 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C1$$

$$PAQ10 \rightarrow PAQ11 \rightarrow PAQ14 \rightarrow PAQ15 \rightarrow PAQ10$$

Lo que en promedio corresponderá a 36 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 74 Secuencia para el Sereno a pie del sector 3

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 801 802 1> <"itvs[3]" 2 2 2 1302 1303 1> <"itvs[4]" 3 3 3 1853 1854 1> <"itvs[5]" 4 4 4 2704 2705 1>;</pre>	

Sector 4:

En este sector donde se posee 2 parques, por lo que no se vio la necesidad de emplear el algoritmo y se tendrá la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C1$$

$$PAQ19 \rightarrow PAQ20 \rightarrow PAQ19$$

Lo que en promedio corresponderá a 15 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.



Gráfico 28 Secuencia para el Sereno a pie del sector 4

Sector 5:

En este sector donde se posee 5 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C3 \rightarrow C2 \rightarrow C4 \rightarrow C5 \rightarrow C1$$

$$PAQ16 \rightarrow PAQ18 \rightarrow PAQ17 \rightarrow PAQ21 \rightarrow PAQ22 \rightarrow PAQ16$$

Lo que en promedio corresponderá a 24 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 75 Secuencia para el Sereno a pie del sector 5

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[3]" 1 2 1 301 302 1> <"itvs[2]" 2 1 2 462 463 1> <"itvs[4]" 3 3 3 1113 1114 1> <"itvs[5]" 4 4 4 1344 1345 1> <"itvs[6]" 5 5 5 1895 1896 1>};</pre>	

Sector 6:

En este sector donde se posee 9 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C5 \rightarrow C4 \rightarrow C8 \rightarrow C9 \rightarrow C7 \rightarrow C6 \rightarrow C1$$

$$PAQ23 \rightarrow PAQ24 \rightarrow PAQ25 \rightarrow PAQ27 \rightarrow PAQ26 \rightarrow PAQ30 \rightarrow PAQ31 \rightarrow PAQ29 \rightarrow PAQ28 \rightarrow PAQ23$$

Lo que en promedio corresponderá a 37 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 76 Secuencia para el Sereno a pie del sector 6

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 201 202 1> <"itvs[3]" 2 2 2 602 603 1> <"itvs[5]" 3 4 3 1053 1054 1> <"itvs[4]" 4 3 4 1224 1225 1> <"itvs[8]" 5 7 5 1525 1526 1> <"itvs[9]" 6 8 6 1826 1827 1> <"itvs[7]" 7 6 7 2427 2428 1> <"itvs[6]" 8 5 8 2578 2579 1> <"itvs[10]" 9 9 9 3029 3030 1>};</pre>	

Sector 7:

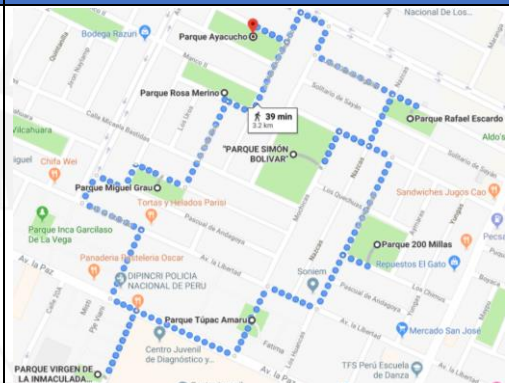
En este sector donde se posee 8 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C4 \rightarrow C5 \rightarrow C8 \rightarrow C7 \rightarrow C3 \rightarrow C6 \rightarrow C1$$

$$PAQ32 \rightarrow PAQ33 \rightarrow PAQ35 \rightarrow PAQ36 \rightarrow PAQ39 \rightarrow PAQ38 \rightarrow PAQ34 \rightarrow PAQ37 \rightarrow PAQ32$$

Lo que en promedio corresponderá a 39 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 77 Secuencia para el Sereno a pie del sector 7

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 281 282 1> <"itvs[4]" 2 3 2 522 523 1> <"itvs[5]" 3 4 3 1223 1224 1> <"itvs[8]" 4 7 4 1624 1625 1> <"itvs[7]" 5 6 5 1975 1976 1> <"itvs[3]" 6 2 6 2426 2427 1> <"itvs[6]" 7 5 7 2717 2718 1> <"itvs[9]" 8 8 8 3168 3169 1>;</pre>	

Sector 8:

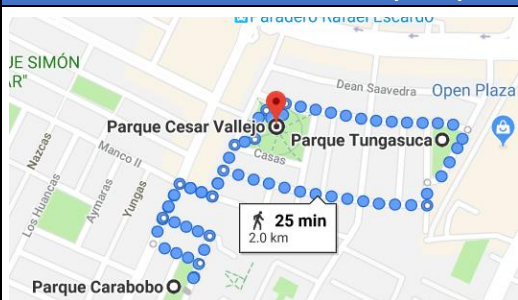
En este sector donde se posee 3 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C1$$

$$PAQ40 \rightarrow PAQ41 \rightarrow PAQ42 \rightarrow PAQ40$$

Lo que en promedio corresponderá a 25 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 78 Secuencia para el Sereno a pie del sector 8

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 451 452 1> <"itvs[3]" 2 2 2 1352 1353 1> <"itvs[4]" 3 3 3 1903 1904 1>;</pre>	

Sector 9:

En este sector donde se posee 10 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C4 \rightarrow C6 \rightarrow C9 \rightarrow C10 \rightarrow C8 \rightarrow C5 \rightarrow C3 \rightarrow C7 \rightarrow C1$

$PAQ43 \rightarrow PAQ44 \rightarrow PAQ46 \rightarrow PAQ48 \rightarrow PAQ51 \rightarrow PAQ52 \rightarrow PAQ50 \rightarrow PAQ47$
 $\rightarrow PAQ45 \rightarrow PAQ49 \rightarrow PAQ43$

Lo que en promedio corresponderá a 53 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 79 Secuencia para el Sereno a pie del sector 9

Secuencia del Sereno a Pie (Algoritmo)	Secuencia del Sereno a Pie (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 201 202 1> <"itvs[4]" 2 3 2 902 903 1> <"itvs[6]" 3 5 3 1653 1654 1> <"itvs[9]" 4 8 4 2204 2205 1> <"itvs[10]" 5 9 5 2345 2346 1> <"itvs[8]" 6 7 6 2946 2947 1> <"itvs[5]" 7 4 7 3217 3218 1> <"itvs[3]" 8 2 8 3518 3519 1> <"itvs[7]" 9 6 9 3869 3870 1> <"itvs[11]" 10 10 10 4170 4171 1>};</pre>	

Sector 10:

En este sector donde se posee 16 parques, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C9 \rightarrow C10 \rightarrow C5 \rightarrow C11 \rightarrow C12 \rightarrow C13 \rightarrow C16 \rightarrow C15 \rightarrow C14$
 $\rightarrow C8 \rightarrow C6 \rightarrow C7 \rightarrow C1$

$PAQ53 \rightarrow PAQ54 \rightarrow PAQ55 \rightarrow PAQ56 \rightarrow PAQ61 \rightarrow PAQ62 \rightarrow PAQ57 \rightarrow PAQ63$
 $\rightarrow PAQ64 \rightarrow PAQ65 \rightarrow PAQ68 \rightarrow PAQ67 \rightarrow PAQ66 \rightarrow PAQ60 \rightarrow PAQ58$
 $\rightarrow PAQ59 \rightarrow PAQ53$

Lo que en promedio corresponderá a 72 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno a pie.

Tabla 81 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 1

Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Ruta)
<pre>seq = {"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[10]" 1 9 1 251 252 1> <"itvs[9]" 2 8 2 1052 1053 1> <"itvs[2]" 3 1 3 1283 1284 1> <"itvs[7]" 4 6 4 1584 1585 1> <"itvs[6]" 5 5 5 1835 1836 1> <"itvs[11]" 6 10 6 2186 2187 1> <"itvs[5]" 7 4 7 2737 2738 1> <"itvs[4]" 8 3 8 3438 3439 1> <"itvs[8]" 9 7 9 3889 3890 1> <"itvs[3]" 10 2 10 4290 4291 1> <"itvs[12]" 11 11 11 4791 4792 1>};</pre>	

Sector 2:

En este sector donde se posee 5 parques y 5 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C9 \rightarrow C3 \rightarrow C10 \rightarrow C4 \rightarrow C8 \rightarrow C5 \rightarrow C6 \rightarrow C2 \rightarrow C7 \rightarrow C1$

$PAQ7 \rightarrow SECL_{23} \rightarrow PAQ9 \rightarrow SEC2_1 \rightarrow PAQ12 \rightarrow SECL_{27} \rightarrow PAQ13 \rightarrow SECL_{12}$
 $\rightarrow PAQ8 \rightarrow SECB_{2a} \rightarrow PAQ7$

Lo que en promedio corresponderá a 42 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 82 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 2

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[9]" 1 8 1 351 352 1> <"itvs[3]" 2 2 2 652 653 1> <"itvs[10]" 3 9 3 883 884 1> <"itvs[4]" 4 3 4 1434 1435 1> <"itvs[8]" 5 7 5 1985 1986 1> <"itvs[5]" 6 4 6 2286 2287 1> <"itvs[6]" 7 5 7 3137 3138 1> <"itvs[2]" 8 1 8 3488 3489 1> <"itvs[7]" 9 6 9 4289 4290 1> <"itvs[11]" 10 10 10 4940 4941 1>};</pre>	

Sector 3:

En este sector donde se posee 4 parques y 7 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C5 \rightarrow C6 \rightarrow C11 \rightarrow C9 \rightarrow C10 \rightarrow C3 \rightarrow C8 \rightarrow C4 \rightarrow C2 \rightarrow C7 \rightarrow C1$

$PAQ10 \rightarrow SECL_{23} \rightarrow SECB_{3a} \rightarrow SECL_{34} \rightarrow SECL_{35} \rightarrow SECL_{38} \rightarrow PAQ14$
 $\rightarrow SEC3_2 \rightarrow PAQ15 \rightarrow PAQ11 \rightarrow SEC3_1 \rightarrow PAQ10$

Lo que en promedio corresponderá a 34 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 83 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 3

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[5]" 1 4 1 191 192 1> <"itvs[6]" 2 5 2 1592 1593 1> <"itvs[11]" 3 10 3 3193 3194 1> <"itvs[9]" 4 8 4 4794 4795 1> <"itvs[10]" 5 9 5 5245 5246 1> <"itvs[3]" 6 2 6 5896 5897 1> <"itvs[8]" 7 7 7 6157 6158 1> <"itvs[4]" 8 3 8 6438 6439 1> <"itvs[2]" 9 1 9 6889 6890 1> <"itvs[7]" 10 6 10 7340 7341 1> <"itvs[12]" 11 11 11 7941 7942 1>};</pre>	

Sector 4:

En este sector donde se posee 2 parques y 4 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$$C1 \rightarrow C6 \rightarrow C3 \rightarrow C5 \rightarrow C2 \rightarrow C4 \rightarrow C1$$

$$PAQ19 \rightarrow SECL_{45} \rightarrow SECL_{34} \rightarrow SEB_{4a} \rightarrow PAQ20 \rightarrow SEC4_1 \rightarrow PAQ10$$

Lo que en promedio corresponderá a 12 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 84 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 4

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[6]" 1 5 1 1301 1302 1> <"itvs[3]" 2 2 2 2302 2303 1> <"itvs[5]" 3 4 3 2853 2854 1> <"itvs[2]" 4 1 4 3204 3205 1> <"itvs[4]" 5 3 5 3705 3706 1> <"itvs[7]" 6 6 6 3826 3827 1>;</pre>	

Sector 5:

En este sector donde se posee 5 parques y 6 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C9 \rightarrow C10 \rightarrow C7 \rightarrow C4 \rightarrow C5 \rightarrow C8 \rightarrow C11 \rightarrow C3 \rightarrow C2 \rightarrow C6 \rightarrow C1$

$PAQ16 \rightarrow SEC5_2 \rightarrow SEC5_1 \rightarrow SECL_45 \rightarrow PAQ21 \rightarrow PAQ22 \rightarrow SECB_5a \rightarrow SECL_59$
 $\rightarrow PAQ18 \rightarrow PAQ17 \rightarrow SECL_35 \rightarrow PAQ16$

Lo que en promedio corresponderá a 20 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 85 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 5

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[9]" 1 8 1 281 282 1> <"itvs[10]" 2 9 2 492 493 1> <"itvs[7]" 3 6 3 773 774 1> <"itvs[4]" 4 3 4 984 985 1> <"itvs[5]" 5 4 5 1215 1216 1> <"itvs[8]" 6 7 6 1456 1457 1> <"itvs[11]" 7 10 7 1807 1808 1> <"itvs[3]" 8 2 8 2258 2259 1> <"itvs[2]" 9 1 9 2419 2420 1> <"itvs[6]" 10 5 10 2770 2771 1> <"itvs[12]" 11 11 11 3171 3172 1>;</pre>	

Sector 6:

En este sector donde se posee 9 parques y 9 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C16 \rightarrow C3 \rightarrow C13 \rightarrow C11 \rightarrow C12 \rightarrow C14 \rightarrow C9 \rightarrow C8 \rightarrow C4 \rightarrow C5 \rightarrow C15$
 $\rightarrow C18 \rightarrow C7 \rightarrow C6 \rightarrow C17 \rightarrow C10 \rightarrow C1$

$PAQ23 \rightarrow PAQ24 \rightarrow SEC6_5 \rightarrow PAQ25 \rightarrow SEC6_2 \rightarrow SECB_6a \rightarrow SEC6_1 \rightarrow SEC6_3$
 $\rightarrow PAQ31 \rightarrow PAQ30 \rightarrow PAQ26 \rightarrow PAQ27 \rightarrow SEC6_4 \rightarrow SECL_67$
 $\rightarrow PAQ29 \rightarrow PAQ28 \rightarrow SEC6_6 \rightarrow SECL_16 \rightarrow PAQ23$

Lo que en promedio corresponderá a 20 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 86 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 6

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 201 202 1> <"itvs[16]" 2 15 2 462 463 1> <"itvs[3]" 3 2 3 813 814 1> <"itvs[13]" 4 12 4 1064 1065 1> <"itvs[11]" 5 10 5 1335 1336 1> <"itvs[12]" 6 11 6 1836 1837 1> <"itvs[14]" 7 13 7 2637 2638 1> <"itvs[9]" 8 8 8 2778 2779 1> <"itvs[8]" 9 7 9 3079 3080 1> <"itvs[4]" 10 3 10 3380 3381 1> <"itvs[5]" 11 4 11 3551 3552 1> <"itvs[15]" 12 14 12 3812 3813 1> <"itvs[18]" 13 17 13 4463 4464 1> <"itvs[7]" 14 6 14 4734 4735 1> <"itvs[6]" 15 5 15 4885 4886 1> <"itvs[17]" 16 16 16 5026 5027 1> <"itvs[10]" 17 9 17 5427 5428 1> <"itvs[19]" 18 18 18 5778 5779 1>};</pre>	

Sector 7:

En este sector donde se posee 8 parques y 6 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C4 \rightarrow C10 \rightarrow C12 \rightarrow C13 \rightarrow C11 \rightarrow C5 \rightarrow C8 \rightarrow C7 \rightarrow C14 \rightarrow C6 \rightarrow C3 \rightarrow C9 \rightarrow C1$

$PAQ32 \rightarrow PAQ33 \rightarrow PAQ35 \rightarrow SECL_67 \rightarrow SEC7_2 \rightarrow SECB_7a \rightarrow SEC7_1 \rightarrow PAQ36 \rightarrow PAQ39$
 $\rightarrow PAQ38 \rightarrow SECL_78 \rightarrow PAQ37 \rightarrow PAQ34 \rightarrow SECL_27 \rightarrow PAQ32$

Lo que en promedio corresponderá a 35 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 87 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 7

Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 > <"itvs[2]" 1 1 1 281 282 1 > <"itvs[4]" 2 3 2 522 523 1 > <"itvs[10]" 3 9 3 823 824 1 > <"itvs[12]" 4 11 4 1174 1175 1 > <"itvs[13]" 5 12 5 1875 1876 1 > <"itvs[11]" 6 10 6 2476 2477 1 > <"itvs[5]" 7 4 7 2827 2828 1 > <"itvs[8]" 8 7 8 3228 3229 1 > <"itvs[7]" 9 6 9 3579 3580 1 > <"itvs[14]" 10 13 10 3930 3931 1 > <"itvs[6]" 11 5 11 4281 4282 1 > <"itvs[3]" 12 2 12 4572 4573 1 > <"itvs[9]" 13 8 13 5223 5224 1 > <"itvs[15]" 14 14 14 5624 5625 1 >};</pre>	

Sector 8:

En este sector donde se posee 3 parques y 6 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C5 \rightarrow C4 \rightarrow C2 \rightarrow C9 \rightarrow C7 \rightarrow C8 \rightarrow C6 \rightarrow C3 \rightarrow C1$

$PAQ40 \rightarrow SECL_{78} \rightarrow SECL_{38} \rightarrow PAQ41 \rightarrow SECL_{89} \rightarrow SEC8_2 \rightarrow SECB_{8a}$
 $\rightarrow SEC8_1 \rightarrow PAQ42 \rightarrow PAQ40$

Lo que en promedio corresponderá a 36 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 88 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 8

Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Chofers (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 > <"itvs[5]" 1 4 1 301 302 1 > <"itvs[4]" 2 3 2 1052 1053 1 > <"itvs[2]" 3 1 3 1603 1604 1 > <"itvs[9]" 4 8 4 2504 2505 1 > <"itvs[7]" 5 6 5 2905 2906 1 > <"itvs[8]" 6 7 6 3206 3207 1 > <"itvs[6]" 7 5 7 3557 3558 1 > <"itvs[3]" 8 2 8 3958 3959 1 > <"itvs[10]" 9 9 9 4509 4510 1 >};</pre>	

Sector 9:

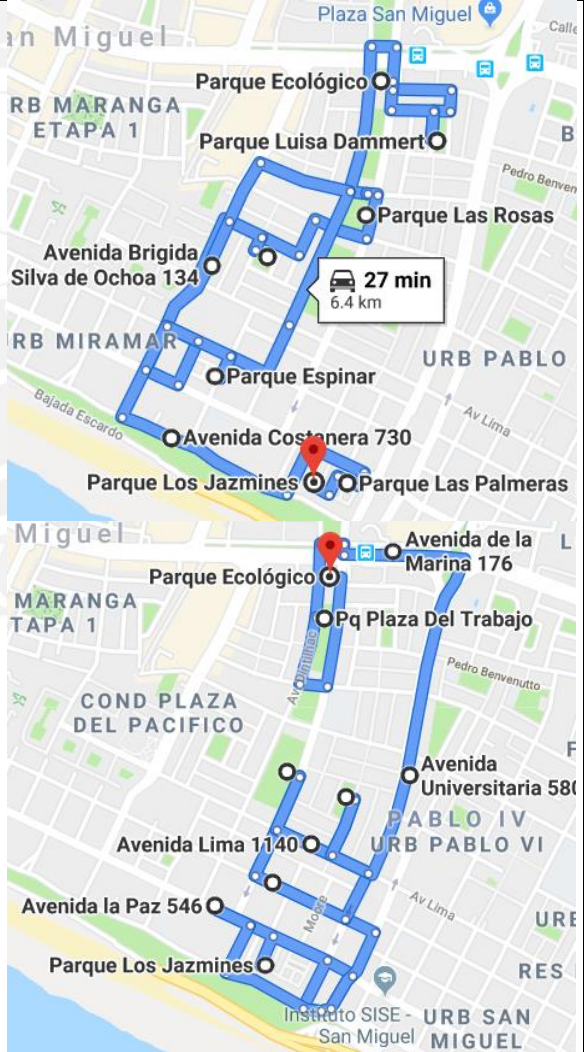
En este sector donde se posee 10 parques y 7 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

$C1 \rightarrow C7 \rightarrow C3 \rightarrow C4 \rightarrow C12 \rightarrow C6 \rightarrow C16 \rightarrow C10 \rightarrow C9 \rightarrow C13 \rightarrow C14 \rightarrow C15 \rightarrow C5$
 $\rightarrow C8 \rightarrow C17 \rightarrow C11 \rightarrow C2 \rightarrow C1$

$PAQ43 \rightarrow PAQ49 \rightarrow PAQ45 \rightarrow PAQ46 \rightarrow SECL_{89} \rightarrow PAQ48 \rightarrow SECB_{9a} \rightarrow PAQ52$
 $\rightarrow PAQ51 \rightarrow SEC9_1 \rightarrow SEC9_2 \rightarrow SEC9_3 \rightarrow PAQ47 \rightarrow PAQ50$
 $\rightarrow SECL_{910} \rightarrow SECL_{59} \rightarrow PAQ44 \rightarrow PAQ43$

Lo que en promedio corresponderá a 54 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 89 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 9

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[7]" 1 6 1 301 302 1> <"itvs[3]" 2 2 2 652 653 1> <"itvs[4]" 3 3 3 1153 1154 1> <"itvs[12]" 4 11 4 1454 1455 1> <"itvs[6]" 5 5 5 1955 1956 1> <"itvs[16]" 6 15 6 2706 2707 1> <"itvs[10]" 7 9 7 3507 3508 1> <"itvs[9]" 8 8 8 3648 3649 1> <"itvs[13]" 9 12 9 3999 4000 1> <"itvs[14]" 10 13 10 4290 4291 1> <"itvs[15]" 11 14 11 4641 4642 1> <"itvs[5]" 12 4 12 4932 4933 1> <"itvs[8]" 13 7 13 5203 5204 1> <"itvs[17]" 14 16 14 5604 5605 1> <"itvs[11]" 15 10 15 6505 6506 1> <"itvs[2]" 16 1 16 7006 7007 1> <"itvs[18]" 17 17 17 7207 7208 1>};</pre>	

Sector 10:

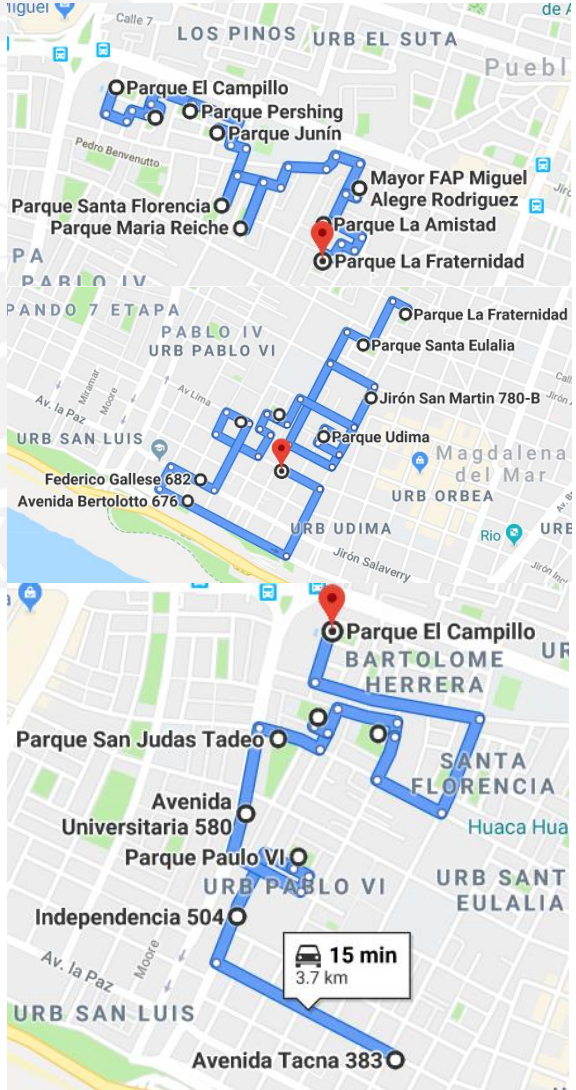
En este sector donde se posee 16 parques y 7 avenidas a recorrer como mínimo, los cuales al desarrollar el algoritmo se obtuvo la siguiente secuencia:

C1 → C2 → C3 → C4 → C9 → C10 → C5 → C11 → C12 → C13 → C23 → C16 → C15 → C20
 → C18 → C22 → C19 → C21 → C14 → C17 → C8 → C6 → C7 → C1

PAQ53 → PAQ54 → PAQ55 → PAQ56 → PAQ61 → PAQ62 → PAQ57 → PAQ63 → PAQ64
 → PAQ65 → SECB_10b → PAQ68 → PAQ67 → SEC10_3 → SEC10_1
 → SECB_10a → SEC10_2 → SEC10_4 → PAQ66 → SECL_910 → PAQ60
 → PAQ58 → PAQ59 → PAQ53

Lo que en promedio corresponderá a 52 minutos de recorrido, lo cual está dentro de las horas asignadas a cada sereno motorizado o chofer.

Tabla 90 Secuencia para los Serenos motorizados y choferes del sector 10

Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Algoritmo)	Secuencia de los Serenos Motorizados y Choferes (Ruta)
<pre>seq = {<"itvs[1]" 0 0 0 0 1 1> <"itvs[2]" 1 1 1 301 302 1> <"itvs[3]" 2 2 2 602 603 1> <"itvs[4]" 3 3 3 723 724 1> <"itvs[9]" 4 8 4 1074 1075 1> <"itvs[10]" 5 9 5 1305 1306 1> <"itvs[5]" 6 4 6 1856 1857 1> <"itvs[11]" 7 10 7 2027 2028 1> <"itvs[12]" 8 11 8 2208 2209 1> <"itvs[13]" 9 12 9 2509 2510 1> <"itvs[23]" 10 22 10 2860 2861 1> <"itvs[16]" 11 15 11 3211 3212 1> <"itvs[15]" 12 14 12 3562 3563 1> <"itvs[20]" 13 19 13 3863 3864 1> <"itvs[18]" 14 17 14 4264 4265 1> <"itvs[22]" 15 21 15 4615 4616 1> <"itvs[19]" 16 18 16 5466 5467 1> <"itvs[21]" 17 20 17 6217 6218 1> <"itvs[14]" 18 13 18 6518 6519 1> <"itvs[17]" 19 16 19 6969 6970 1> <"itvs[8]" 20 7 20 7270 7271 1> <"itvs[6]" 21 5 21 7441 7442 1> <"itvs[7]" 22 6 22 7792 7793 1> <"itvs[24]" 23 23 23 8293 8294 1>};</pre>	

En la Tabla 91 se tendrá el resumen de los nodos por cada sector y el tiempo promedio asociado por cada uno de ellos según la Categoría.

Tabla 91 Cantidad de nodos y tiempo promedio de recorrido

Serenos a Pie			Serenos Motorizado y Chofer		
Sector	Cantidad de nodos	Tiempo promedio (min)	Sector	Cantidad de nodos	Tiempo promedio (min)
1	6	42	1	11	36
2	5	44	2	10	42
3	4	36	3	11	34
4	2	15	4	6	12
5	5	24	5	11	20
6	9	37	6	18	20
7	8	39	7	14	35
8	3	25	8	9	36
9	10	53	9	17	54
10	16	72	10	23	52

5.9. Esquema de formulación y actualización de la propuesta

La presente propuesta de mejora, depende de diversos factores como la cantidad de serenos y sus categorías, cantidad de recursos logísticos y puntos a patrullar. Dentro de estos factores, se deberá tener en cuenta los ingresos del personal nuevo o del personal retirado, entre otros factores. Es por ello que se debe fijar fechas de actualización del modelo, sea a inicio o fin de mes (según las políticas establecidas), para efectos del caso se presenta a continuación el esquema de los pasos a seguir.

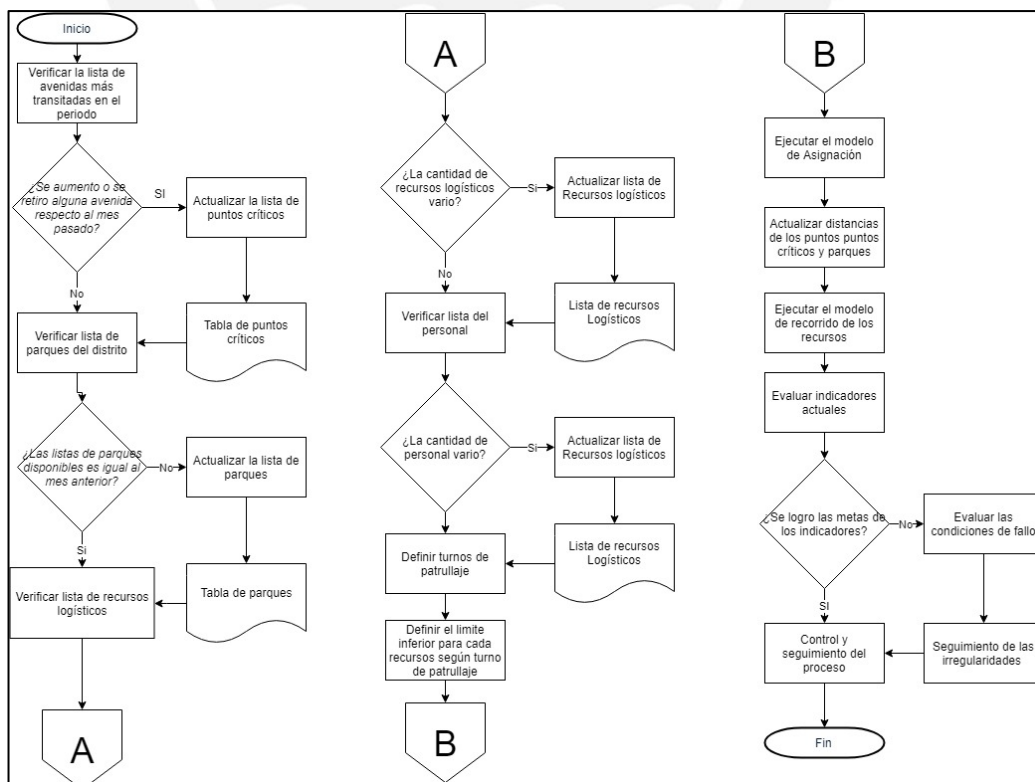


Gráfico 29 Esquema de la propuesta de mejora

CAPÍTULO 6. Análisis de resultados

En el presente capítulo se realizará el análisis de los resultados obtenidos

6.1. Variaciones en la asignación del personal

Con la distribución realizada en la propuesta de mejora se evidencia variaciones de un día respecto a otro, lo cual favorecerá a la percepción de seguridad ya que los incrementos en gran parte se dan en los días jueves y viernes.

De esta manera, se mejorará el objetivo de la percepción de la seguridad, ya que al tener mayor cantidad de recursos los fines de semana generará mayor sensación o mayor visibilidad del cuerpo de serenos en el distrito, además de tener la posibilidad de interactuar con mayor intensidad con los ciudadanos del distrito de San Miguel.

En la Tabla 92 se visualiza los incrementos de los serenos a pie, en el cual se aprecia que se tiene un incremento general a nivel del día viernes, pero el mayor incremento se da el día martes en el ultimo turno. Por otro lado, durante el día domingo se da la mayor cantidad de decrementos en la cantidad de serenos a Pie.

Tabla 92 Incrementos de los serenos a Pie durante la semana

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	-2%	-48%	104%	-4%	0%	-20%	25%
TRN2	45%	6%	-24%	0%	35%	0%	-37%
TRN3	45%	6%	-24%	0%	35%	0%	-37%
TRN4	-16%	5%	0%	0%	27%	0%	-11%
TRN5	-16%	5%	0%	0%	27%	0%	-11%
TRN6	-48%	104%	-4%	0%	-20%	25%	-2%

En la Tabla 93 se visualiza los incrementos de los serenos motorizados, en el cual se aprecia que se tiene un incremento general a nivel del día viernes en un 33% respecto al día jueves. Por otro lado, durante el día domingo se da la mayor cantidad de decrementos en la cantidad de serenos motorizados.

Tabla 93 Incrementos de los serenos motorizados durante la semana

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	17%	0%	-14%	33%	-25%	33%	-25%
TRN2	33%	-25%	0%	0%	33%	0%	-25%
TRN3	33%	-25%	0%	0%	33%	0%	-25%
TRN4	-25%	0%	0%	0%	33%	0%	0%
TRN5	-25%	0%	0%	0%	33%	0%	0%
TRN6	0%	-14%	33%	-25%	33%	-25%	17%

En la Tabla 94 se visualiza los incrementos de los serenos chofer, en el cual se aprecia que se tiene un incremento general a nivel del día viernes. Por otro lado, durante el día lunes se da la mayor cantidad de decrementos en la cantidad de serenos chofer. Sin embargo, este recurso no presenta gran margen de variación en comparación con los serenos a pie o motorizados.

Tabla 94 Incrementos de los serenos chofer durante la semana

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	0%	0%	-6%	0%	6%	0%	0%
TRN2	-13%	7%	-7%	0%	29%	-11%	0%
TRN3	-13%	7%	-7%	0%	29%	-11%	0%
TRN4	-6%	-6%	0%	0%	31%	0%	-14%
TRN5	-6%	-6%	0%	0%	31%	0%	-14%
TRN6	0%	-6%	0%	6%	0%	0%	0%

Por otro lado, el crimen organizado se verá afectado de gran forma, ya que los estudios de frecuencia o las rutinas que se emplearan por parte del cuerpo de serenos no seguirán un patrón constante durante la semana, debido a los incrementos o la reducción del personal durante la semana se optaran por rutinas de acuerdo a la cantidad del personal.

6.2. Utilización de recursos del personal

6.2.1. Utilización de motocicletas por parte de Serenos motorizados

Actualmente la municipalidad cuenta con 45 motocicletas, las cuales poseen el siguiente porcentaje de utilización con la asignación elaborada en la propuesta de mejora:

Tabla 95 Utilización de los recursos para los serenos motorizados

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	15.6%	15.6%	13.3%	17.8%	13.3%	17.8%	13.3%
TRN2	17.8%	13.3%	13.3%	13.3%	17.8%	17.8%	13.3%
TRN3	17.8%	13.3%	13.3%	13.3%	17.8%	17.8%	13.3%
TRN4	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%	17.8%	17.8%	17.8%
TRN5	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%	17.8%	17.8%	17.8%
TRN6	15.6%	13.3%	17.8%	13.3%	17.8%	13.3%	15.6%

Los serenos motorizados en el mejor escenario llegan a un 17.8% de utilización de sus recursos, lo cual da opción a poder interactuar o colaborar junto con los efectivos policiales para mejorar la utilización de este recurso.

6.2.2. Utilización de motocicletas por parte de Serenos chofer

Actualmente la municipalidad cuenta con 48 camionetas y 11 automóviles. Para el uso de estas unidades, se estableció que deben compartir una unidad de transporte entre dos personas (a excepción de los serenos D.I.E. bajo ciertas consideraciones) por medidas de seguridad (cansancio).

Según la construcción del modelo se logra como máximo una utilización del 35.6% de las unidades de 4 ruedas, lo cual representa más de la mitad de los vehículos sin ser empleados, por lo que al igual que los serenos motorizados se propondría interactuar con los efectivos policiales para mejorar la seguridad y su percepción de ella en el distrito. Ver la Tabla 96 para mayor detalle.

Tabla 96 Utilización de los recursos para los serenos choferes – Real

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	28.8%	28.8%	27.1%	27.1%	28.8%	28.8%	28.8%
TRN2	23.7%	25.4%	23.7%	23.7%	30.5%	27.1%	27.1%
TRN3	23.7%	25.4%	23.7%	23.7%	30.5%	27.1%	27.1%
TRN4	28.8%	27.1%	27.1%	27.1%	35.6%	35.6%	30.5%
TRN5	28.8%	27.1%	27.1%	27.1%	35.6%	35.6%	30.5%
TRN6	28.8%	27.1%	27.1%	28.8%	28.8%	28.8%	28.8%

CAPÍTULO 7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

- El distrito de San Miguel se encuentra dividido en 10 sectores para facilitar su atención y resguardo. Por lo que cada uno de ellos merece una adecuada asignación de recursos de forma que cubran las necesidades de este como parques y avenidas.
- La municipalidad cuenta con 83 Serenos a Pie, 84 choferes, 71 Serenos D.I.E. y 24 motorizados. Por otro lado, cuenta con 45 motocicletas, 48 camionetas y 11 automóviles, por lo que la utilidad de recursos logísticos en motocicletas y vehículos de 4 ruedas no superan el 17.8% y 35.6% respectivamente, debido a que los serenos solo trabajan 8 horas al día y 5 días a la semana.
- En el trabajo de investigación se elaboró diversos indicadores los cuales ayudarán en la planificación y regulación del proceso, de forma que al analizar las desviaciones se podrán implementar controles preventivos como las nuevas contrataciones del personal o los puntos de partidas para el patrullaje.
- Para la propuesta de mejora se vio la necesidad de acotar los turnos de trabajo de 8 horas a 4 horas con la finalidad de mejorar la priorización de las necesidades como tránsito, movilización, etc.
- El modelo matemático elaborado tiene como objetivo principal una adecuada distribución de los recursos con la finalidad de maximizar la cantidad de cada recurso durante toda la semana teniendo en cuenta el turno de patrullaje y el día. Para lo cual se propuso las siguientes restricciones como: la cantidad de personas durante un día de trabajo, cantidad de personas según cada categoría, la cantidad de recursos mínima según el turno, día y tipo de recurso, límite de cada categoría, entre otras restricciones específicas de cada recurso como la proporción de supervisores o la distribución de los Serenos D.I.E...
- Los recursos como es el caso de los Serenos Choferes laboraran en parejas, es decir por cada unidad de transporte deberán estar 2 choferes, con la finalidad de cada 4 horas se inviertan los papeles, es decir que uno pase de piloto a copiloto y viceversa. Para maximizar la utilización de los recursos logísticos se propuso que los Serenos de mayor rendimiento y experiencia, que este caso son los D.I.E. chofer, ellos podrán laborar sin necesidad de un compañero en caso la cantidad de serenos chofer en ese turno sea impar. Con esto se logro una percepción que oscila desde 26.7% a 32.5%.

- La asignación de los recursos a cada Sector permitió establecer rutas de patrullaje propias para cada sector y el tipo de Sereno. Para el caso de los Serenos a Pie se tiene rutas desde 2 a 16 nodos con una duración promedio de 15 a 72 minutos, lo cual está dentro de la duración del turno de trabajo de 4 horas. Por otro lado, los Serenos Motorizados y Chofer tendrás rutas de 6 a 23 nodos con una duración de 12 a 54 minutos, lo cual está dentro de la duración del turno de trabajo. La duración planteada para ambos tipos de recursos podría incrementarse en caso del trafico o eventos que se puedan dar durante el turno de patrullaje.
- La distribución planteada permite incrementos durante los días críticos de forma que se pueda tener una mayor relación con los ciudadanos además de mejorar la percepción de seguridad. Por ejemplo, los incrementos del viernes respecto del jueves son de 35%, 33% y 31% para los serenos a pie, motorizados y chofer respectivamente en los turnos más concurrido que son el turno 4 y 5.

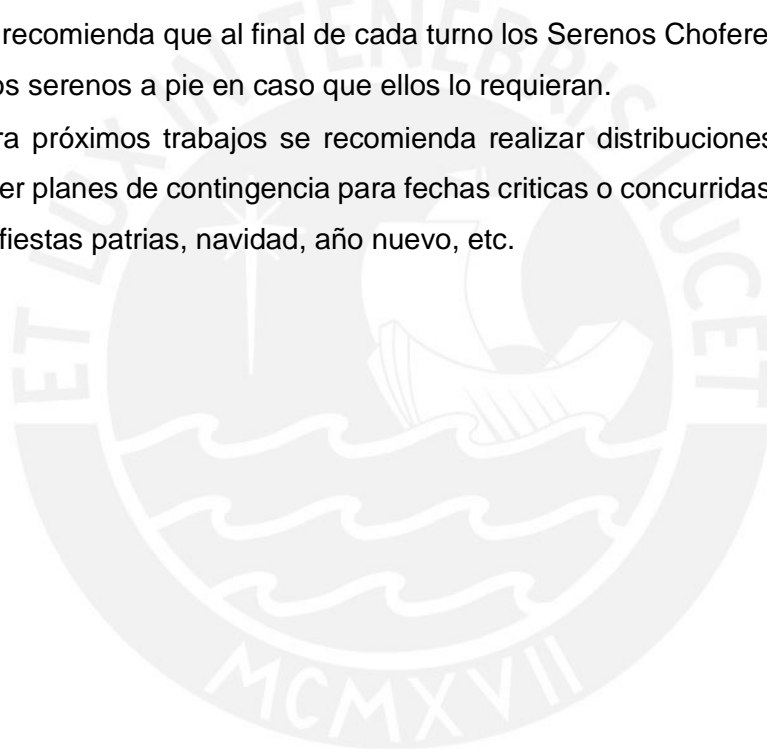
7.2. Recomendaciones

- El trabajo de investigación realizado puede ser empleado como base para futuros trabajos sociales como el sistema de seguridad o el sistema de limpieza enfocados a la mejora del proceso, no solo a la mejora de asignación de recursos o distribución de ellos, si no al planteamiento de la mejora del proceso desde la gestión, implementación de indicadores, estandarización del proceso y control de proceso.
- Actualmente con los criterios de asignación realizada los serenos choferes llegan a un 35.6% como máxima utilización de los vehículos de 4 ruedas, por lo que recomendaría trabajar con los efectivos policiales, de forma que en cada unidad se tenga un Sereno y un efectivo policial, lo cual también esta experiencia seria enriquecedor para entender la forma en la cual opera la policía. Al realizar esta unión se tendría una utilización que oscila 47.5% a 69.5% lo cual en promedio está en una utilización del 55.7% de los recursos.

Tabla 97 Utilización de los recursos para los serenos choferes – Ideal

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TRN1	57.6%	57.6%	54.2%	54.2%	57.6%	57.6%	57.6%
TRN2	47.5%	49.2%	47.5%	47.5%	59.3%	52.5%	52.5%
TRN3	47.5%	49.2%	47.5%	47.5%	59.3%	52.5%	52.5%
TRN4	55.9%	54.2%	54.2%	54.2%	69.5%	69.5%	59.3%
TRN5	55.9%	54.2%	54.2%	54.2%	69.5%	69.5%	59.3%
TRN6	57.6%	54.2%	54.2%	57.6%	57.6%	57.6%	57.6%

- Se recomienda hacer un seguimiento diario a los indicadores del proceso hasta que el proceso se estabilice, es decir que las variaciones de un día respecto a otro no sean mayores a 5%. Una vez que se estabilice el proceso la frecuencia de análisis podrá ser semanal o mensual.
- El presente modelo puede ser mejorado al incluir restricciones propias de cada sector, como es el caso que en el Sector 1 prima los robos a transeúntes, en el Sector 10 prima los robos a Vehículos, etc. De esta forma se podría mejorar la presión del modelo.
- Se recomienda como parte del diseño de recorrido usar los tiempos entre los nodos para los diversos horarios de trabajo, de forma que se tenga una mejor estimación de los tiempos de recorrido para cada sector y horario de trabajo.
- Se recomienda que al final de cada turno los Serenos Choferes puedan recoger a los serenos a pie en caso que ellos lo requieran.
- Para próximos trabajos se recomienda realizar distribuciones, asignaciones o tener planes de contingencia para fechas críticas o concurridas, como es el caso de fiestas patrias, navidad, año nuevo, etc.



Bibliografía

- Aguado, A., & Jiménez, J. (2013). *Optimización de rutas de transporte*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de https://eprints.ucm.es/23027/1/Memoria_OptimizacionRutasTransporte.pdf
- Andrews, E. (2016). *History*. Obtenido de 6 saqueos infames de Roma: <https://mx.tuhistory.com/noticias/6-saqueos-infames-de-roma>
- Badillo Grajales, R. (s.f.). *ricardo badillo grajales*. Obtenido de ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO DE PATRULLAJE: <https://ricardobadillograjales.blog/organizacion-del-servicio-de-patrullaje/>
- Barómetro de las Américas. (2018). *Cultura política de la democracia en Perú*. Lima.
- Bazaraa, M., Jarvis, J., & Sherali, H. (2004). *PROGRAMACIÓN LINEAL Y FLUJO EN REDES*. México D. F.: LIMUSA.
- Benítez Sánchez, I., & Díez Ruano, J. (2005). *Técnicas de Agrupamiento para el Análisis de Datos Cuantitativos y Cualitativos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ignacio_Benitez/publication/239526131_Tecnicas_de_Agrupamiento_para_el_Analisis_de_Datos_Cuantitativos_y_Cualitativos/links/00b7d51c15cca2cb1f000000/Tecnicas-de-Agrupamiento-para-el-Analisis-de-Datos-Cuantitativos-y-Cu
- Çapar, İ., Keskin, B., & Rubin, P. (2015). *An improved formulation for the maximum coverage patrol routing problem*. Science Direct.
- Cheng, C., & Long, W. (2017). *Improving police services: Evidence from the French quarter task force*. Science Direct.
- Clarke, G., & Wright, J. (1964). SCHEDULING OF VEHICLES FROM A CENTRAL DEPOT TO A NUMBER OF DELIVERY POINTS. En *Operations Research* (Vol. 12, págs. 568-581).
- Comité Distrital de Seguridad Ciudadana de San Miguel. (2018). *Plan Local de Seguridad Ciudadana y Convivencia Social*. Lima.
- Díez Ruano, J. (2003). *Técnicas de agrupamiento para identificación y control por modelos locales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fiscalía de la Nación. (2018). *Mapas del Delito 2013 - 2017*. Lima.
- Garre, M., Cuadrado, J., & Sicilia, M. (2007). *Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software*. Madrid: Universidad de Alcalá. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/GarreAdis05.pdf>
- Gillett, B., & Miller, L. (1971). *A Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatch Problem*.

- Hillier, F., & Lieberman, G. (2015). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES* (10 ed.). (P. E. V., Ed.) Mexico D.F., Mexico: McGRAW-HILL.
- Ignizio, J., Wyskida, R., & Wilhelm, M. (1972). *A Rationale for Heuristic Program Selectio and Evaluation*. Alabama: University of Alabama. Obtenido de <http://www.cashflow88.com/decisiones/heuristica.pdf>
- Laporte, G. (1991). The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*, 345-358.
- Larrañaga, P., Inza, I., & Moujahid, A. (2012). *Tema 14. Clustering*. Lejona: Universidad del País Vasco–Euskal Herriko Unibertsitatea. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t14clustering.pdf>
- Little, J., Murty, K., Sweeney, D., & Karel, C. (1963). *AN ALGORITHM FOR THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM*. Massachusetts Institute of Technology.
- Marín, A., & Branch, J. (2008). Aplicación de dos nuevos algoritmos para agrupar resultados de búsquedas de sistemas de catálogos públicos en línea (OPAC). *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 47-65.
- Miller, C., Tucker, A., & Zemlin, R. (1960). *Integer Programming Formulation of Traveling Salesman Problems*.
- Morillo, D., Moreno, L., & Díaz, J. (Enero-Junio de 2014). Metodologías Analíticas y Heurísticas para la Solución del Problema de Programación de Tareas con Recursos Restringidos (RCPSP): una revisión. Parte 1. *Ingeniería y Ciencia*, 10(19), 247-271.
- Municipalidad Distrital de San Miguel. (2018). CONVOCATORIA PARA LA CONTRATACION ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS DE: SUPERVISOR I DE SUB GERENCIA DE MANTENIMIENTO. REQUERIMIENTO N° 864. *PROCESO CAS N°066*, pág. 4.
- National Geographic España. (15 de Septiembre de 2014). *Los policías del antiguo Egipto: duros y corruptos*. Obtenido de atrullas fronterizas, vigilantes de la necrópolis real o policías locales se ocupaban de mantener el orden en el país del Nilo: https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/los-policias-del-antiguo-egipto-duros-y-corruptos_8436/1
- Olivera, A. (2004). *Heurística para Problemas de Ruteo de Vehículos*. Montevideo: Universidad de la República. Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0408.pdf>
- Parra, J. (2003). *Gentes del valle del Nilo*. Madrid: Universidad Complutense.
- Pascual, D., PLa, F., & Sánchez, S. (2007). *Algoritmos de agrupamiento*. Obtenido de http://marmota.dlsi.uji.es/WebBIB/papers/2007/1_Pascual-MIA-2007.pdf

- Peñalva, S. (2015). *EL problema del viajante. Métodos de resolución y un enfoque hacia la Teoría de la Computación*. Logroño: Universidad de la Rioja.
Obtenido de https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE001031.pdf
- Prato Torres, R., Suero Pérez, D., & Guzmán Ávila, O. (2015). *Ruteo de Vehículos desde un Centro de Distribución a una Línea de Supermercados en Barranquilla, Colombia*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Rocha, L., González, C., & Orjuela, J. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución. *Ingeniería*, 35-55.
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones* (9 ed.). (G. López Ballesteros, Ed.) Estado de México, México: Pearson EDUCACIÓN.
- Tonge, F. (1961). The Use of Heuristic Programming in Management Science: A Survey of the Literature. En *Management Science* (Vol. 7, págs. 231-237). INFORMS.
- Villalobos García, L. (2008). *Administración policial. Administración pública aplicada al manejo de policías*. Ciudad de Mexico.
- Xu, R., & Wunsch, D. (2009). HIERARCHICAL CLUSTERING. En *Clustering* (págs. 31-62). Institute of Electrical and Electronics Engineers.