

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
PERÚ**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



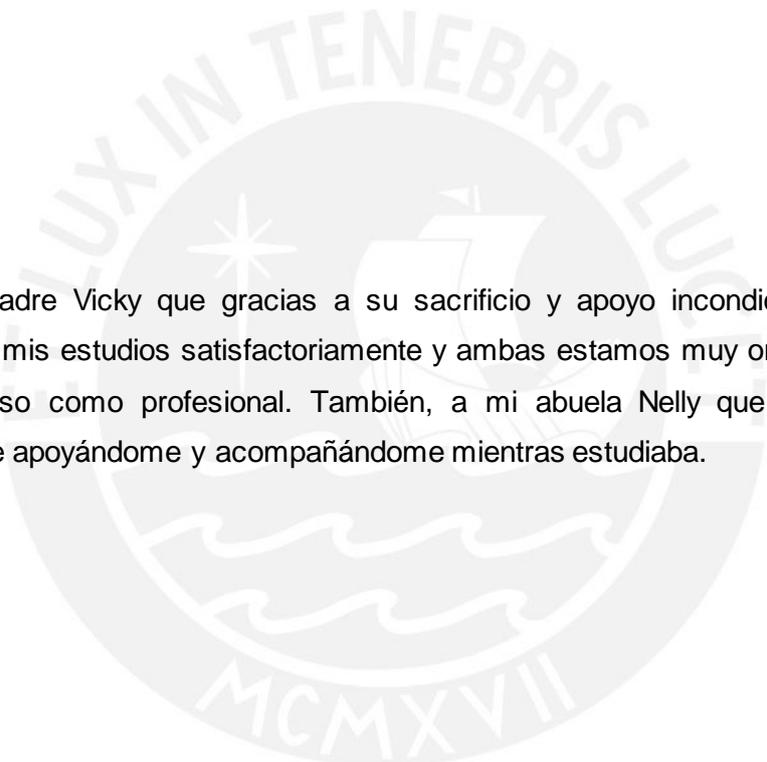
Sistema de distribución de carga policial mediante de
predicción de delitos.

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

Mariella Vicky Gutierrez Delgado

ASESOR: Ing. Rony Cueva Moscoso

Lima, 2018

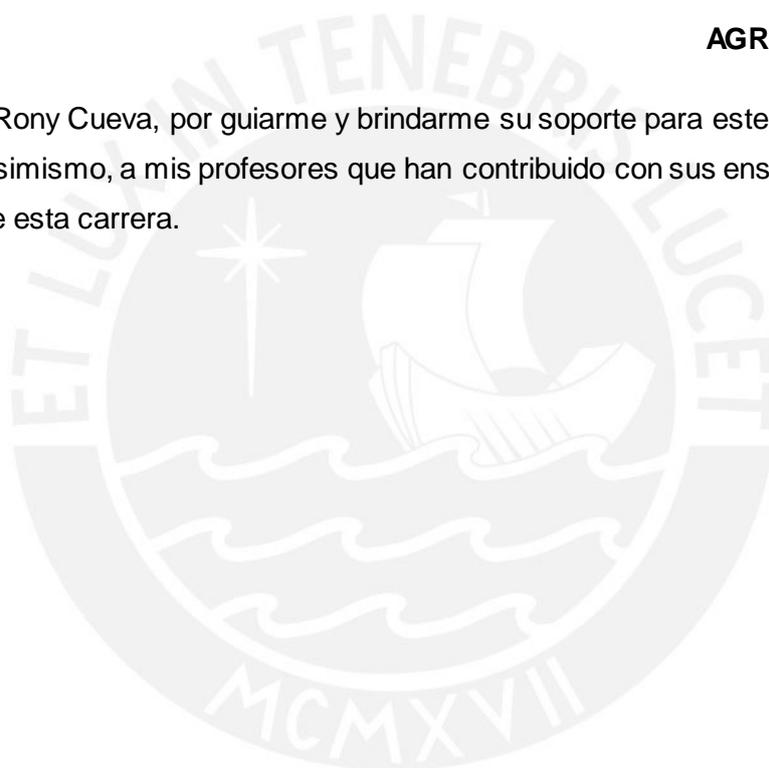


DEDICATORIA

A mi madre Vicky que gracias a su sacrificio y apoyo incondicional he podido concluir mis estudios satisfactoriamente y ambas estamos muy orgullosas de este gran paso como profesional. También, a mi abuela Nelly que siempre estaba presente apoyándome y acompañándome mientras estudiaba.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Rony Cueva, por guiarme y brindarme su soporte para este proyecto de tesis. Asimismo, a mis profesores que han contribuido con sus enseñanzas a lo largo de esta carrera.



RESUMEN

La delincuencia es uno de los mayores problemas que hay en el Perú, especialmente, en Lima. En nuestra capital, el aumento de robos y delitos genera una gran preocupación ya que los policías no actúan rápido y no llegan a tiempo para impedir un robo o capturar ladrones. La situación actual es que las comisarías vigilan con sus patrullas los distritos sin considerar las zonas con mayor índice de criminalidad. Este criterio es de suma importancia pues puede ayudar a que los vehículos policiales velen por la seguridad de los ciudadanos de manera más estratégica. El presente proyecto contribuye ante esta problemática es desarrollar un sistema integral que permita la recepción de denuncias informales por medio de los ciudadanos y que genere, mediante un algoritmo que se retroalimente con los delitos registrados, una propuesta de distribución cercana a la óptima de vehículos policiales. La solución brindada por el sistema tiene como variables los datos propios de la comisaría, cantidad de vehículos, horarios y las frecuencias de los delitos con el fin de convertir la labor policial de manera proactiva.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INFORMÁTICO

TÍTULO: SISTEMA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CARGA POLICIAL

ÁREA: Sistema de información

ASESOR: CUEVA MOSCOSO, Rony

ALUMNO: GUTIERREZ DELGADO, Mariella Vicky

CÓDIGO: 20105555

TEMA N°: # 679

FECHA: San Miguel, 20 de Marzo de 2018



DESCRIPCIÓN

Este trabajo de fin de carrera propone una solución que contribuiría a la sociedad, ya que ayudará a uno de los mayores problemas que hay en el Perú, especialmente, en Lima. En nuestra capital, el aumento de robos y delitos genera una gran preocupación más conocida como la inseguridad ciudadana. El Programa de Desarrollo de la ONU menciona que la inseguridad ciudadana genera retraso social y económico. Un claro ejemplo sería visto en la Provincia del Callao, ya que se declaró en estado de emergencia tras el aumento desmesurable de delitos. En todo Lima, ocurre este problema porque los policías no actúan rápido ante los delitos, ya que sus recursos no se distribuyen correctamente, en especial, los vehículos policiales; esto se refleja en las noticias como "policías no llegaron a tiempo a impedir robo o a capturar ladrones". El patrullaje podría ser una medida preventiva para combatir tanta delincuencia, solo si este estuviese distribuido estratégicamente. Sin embargo, hoy en día, los policías no consideran el índice de criminalidad para su distribución, además de que manejan un cuaderno de rutas para cada patrulla. La solución propuesta ante esta problemática es desarrollar un sistema integral que permita la recepción de denuncias informales por medio de los ciudadanos y que genere, mediante un algoritmo que se retroalimente con los delitos registrados, una propuesta de distribución cercana a la óptima de vehículos policiales considerando los datos de cada comisaría

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema que permita la recepción de denuncias informales y que proponga una propuesta de distribución óptima de vehículos policiales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son:

OE1. Modelar el proceso actual de distribución de carga policial.

OE2. Diseñar un modelo de base de datos que soporte las estructuras necesarias desde la recolección de los delitos hasta los resultados de las distribuciones de carga policial calculadas por el algoritmo.

OE3. Definir y diseñar la arquitectura de software de la herramienta que incluya una parte móvil y una parte cliente servidor.

OE4. Diseñar un algoritmo heurístico para la distribución cercana a la óptima de vehículos policiales utilizando índices de criminalidad geolocalizados.

OE5. Implementar un prototipo funcional web integrado de la herramienta para el registro de denuncias informales y la propuesta de distribución de carga policial.

OE6. Implementar un aplicativo móvil que permita registrar delitos y mostrarlos.

ALCANCE

El proyecto sitúa su ámbito de aplicación en la capital del Perú, Lima, para que pueda mejorar su capacidad de reacción ante los delitos. Se ha elegido este ámbito por la importancia de agilizar la toma de decisiones en cuanto a la distribución de vehículos policiales, ya que el patrullaje puede prevenir los robos y actuar de una manera anticipada sin esperar que se concreten los delitos. Esta solución va dirigida a los ciudadanos de Lima, quienes podrán informar e informarse de los delitos cometidos en la capital, y a aquellas personas relacionadas con las comisarías y serenazgos, como policías y serenos, para el uso de las propuestas de distribuciones óptimas de carga policial.

En este proyecto, se busca implementar las siguientes funcionalidades:

- Sistema Web:
 - Registro de delitos
 - Visualización geolocalizada de delitos
 - Propuesta de distribución de carga policial obtenidas por los índices de criminalidad basados en tiempo y espacio de los delitos anteriormente registrados
 - Selección de las distribuciones para el turno
 - Visualización de las distribuciones escogidas en un mapa

- Aplicativo móvil:
 - Registro de delitos
 - Visualización geolocalizada de delitos
 - Visualización las distribuciones escogidas en un mapa.

El prototipo de sistema de información será desarrollado en una plataforma web y en una aplicación Android.

Máximo: 100 páginas

Contenido

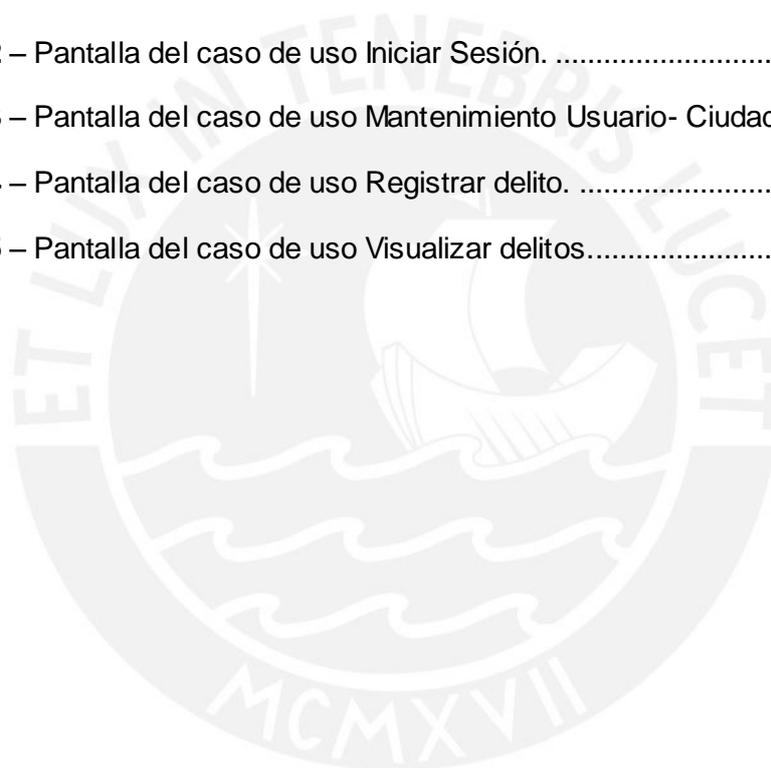
CAPITULO 1. GENERALIDADES	1
1. Problemática	1
2. Marco Conceptual	4
Objetivo.....	4
Conceptos generales	4
Conclusión.....	7
3. Estado del arte	7
Objetivo.....	7
Alto al crimen.....	8
Software PredPol.....	11
Sistema de Soporte de Decisiones para el patrullaje policial predictiva	12
Pred-Crime	14
Había una vez un crimen: Hacía predicción del Crimen con datos demográficos y móviles.....	15
Conclusión.....	16
4. Propuesta de proyecto.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos	18
Resultados Esperados	18
5. Herramientas, métodos y metodologías.....	19
Objetivo.....	19
Tabla de resumen.....	19
Herramientas	20

Método	22
Metodología	24
6. Alcance y limitaciones	24
Alcance	24
Limitaciones.....	25
7. Justificación y Viabilidad	26
Justificación	26
Viabilidad	26
CAPITULO 2. MODELADO DE PROCESOS.....	29
Levantamiento de información	29
Proceso de distribución de carga policial	29
Proceso de recepción de delitos	31
CAPITULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA	34
Estructura de Datos.....	34
Arquitectura de la solución	35
CAPITULO 4: PRE PROCESAMIENTO Y ALGORITMO	37
Pre procesamiento de los bloques de Lima Metropolitana	37
Pre procesamiento de los delitos	39
Algoritmo GRASP	40
CAPITULO 5: HERRAMIENTA WEB	47
CAPITULO 6: HERRAMIENTA MÓVIL	64
CAPITULO 7: OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ...	72
Observaciones.....	72
Conclusiones	72
Recomendaciones.....	73
Referencias bibliográficas	75

Índice de figuras

Fig. 1 – Encuesta de Lima Cómo Vamos 2015 (De and Victoria 2015).....	2
Fig. 2 – Pantallas de la aplicación Alto al Crimen (Alto al Crimen 2014)	11
Fig. 3 – Pantalla de visualización del mapa de Atlanta en PredPol (El Pais 2015) 12	
Fig. 4 – Bucle principal de P3-DSS- Imagen adaptada de (Camacho-Collados and Liberatore 2015)	13
Fig. 5 - Optimización de patrulla mostrada por 2 y 6 sectores (Camacho-Collados and Liberatore 2015)	14
Fig. 6 – Mapas de Pred-Crime (EuroCop 2015)	15
Fig. 7 – Mapa de distribución de celdas utilizando los smartstep. . (Bogomolov et al. 2014).....	16
Fig. 8 – Proceso actual de distribución de carga policial. Elaboración propia.	30
Fig. 9 – Proceso propuesto de distribución de carga policial. Elaboración propia. . 31	
Fig. 10 – Proceso de recepción de delitos. Elaboración propia.	32
Fig. 11 – Proceso propuesto de recepción de delitos. Elaboración propia.	33
Fig. 12 – Diagrama Entidad-Relación para la estructura de datos de solución propuesta.....	34
Fig. 13 – Diagrama de componentes para la arquitectura web.....	35
Fig. 14 – Diagrama de componentes para la arquitectura web.....	36
Fig. 15 – Grupo de bloques de Lima Metropolitana.....	37
Fig. 16 – División de bloques de Lima Metropolitana.	38
Fig. 17 – Grupos de bloques del Distrito de Ancón	38
Fig. 18 – Casos de uso de los actores ciudadno, jee de patrullaje y policía.	47
Fig. 19 – Pantalla de caso de uso Iniciar Sesión.	49
Fig. 20 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento Usuario – Ciudadano.....	50
Fig. 21 – Pantalla del caso de uso Registrar un delito.	52
Fig. 22 – Pantalla del caso de uso Visualizar delitos.....	53
Fig. 23 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento comisaría (Registro)	55

Fig. 24 – Pantalla del caso de uso Visualizar comisarías.....	56
Fig. 25 – Pantalla del caso de uso Visualizar comisarias (patrullas)	56
Fig. 26 – Pantalla del caso de uso Configurar algoritmo.	57
Fig. 27 – Pantalla del caso de uso Ejecutar algoritmo.....	59
Fig. 28 – Delitos ubicados según sus coordenadas.	62
Fig. 29 – Bloques del distrito de Surquillo	62
Fig. 30 – Asignación de vehículos a los bloques proporcionados por el algoritmo de acuerdo a la cantidad de patrulleros.....	63
Fig. 31 – Casos de uso del actor ciudadano.....	64
Fig. 32 – Pantalla del caso de uso Iniciar Sesión.	66
Fig. 33 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento Usuario- Ciudadano.	68
Fig. 34 – Pantalla del caso de uso Registrar delito.	69
Fig. 35 – Pantalla del caso de uso Visualizar delitos.....	71



CAPITULO 1. GENERALIDADES

1. Problemática

Actualmente, la inseguridad ciudadana es un reto compartido y un obstáculo para el desarrollo social y económico en todos los países de América Latina (UNDP 2013). Perú, en el último estudio realizado el 2014, ha sido considerado como el tercer país más inseguro de América Latina (Redacción Correo 2014). Lima, la capital de Perú, ha registrado un 64% de ciudadanos que considera que es insegura de acuerdo a las cifras del estudio de Lima Cómo Vamos 2015 (De and Victoria 2015). Este porcentaje es alarmante, pues aproximadamente uno de cada dos limeños considera su ciudad insegura. Sin embargo, pese a estas cifras, aún no se han tomado las medidas suficientes para disminuir la tasa de criminalidad de la región, peor aún, existe un incremento delincencial, el cual repercute en el aumento de asaltos e incluso hasta asesinatos, los cuales son noticia del día a día en los medios de comunicación nacional. Otras estadísticas de la región, según la información mostrada en la fig. 1, muestran que hay un incremento en un 8.3% en los robos callejeros entre el año 2014 y el 2015 (De and Victoria 2015). Esta información ratifica que la situación está empeorando conforme transcurre el tiempo, tal es así que el 4 de diciembre del 2015 la provincia constitucional de El Callao fue declarada zona de emergencia debido a su alta tasa de criminalidad ocasionada por el sicariato, asaltos, secuestros y crimen organizado presente en dicho distrito (Gestión 2016).

Principales problemas de seguridad ciudadana, 2010 – 2015

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Robos callejeros	36.0%	32.7%	40.8%	40.1%	40.6%	48.9%
Drogadicción o venta de drogas	14.9%	15.2%	19.2%	15.8%	15.6%	15.0%
Robos en las viviendas	16.3%	18.8%	11.7%	15.1%	16.9%	14.2%
Presencia de pandillas	22.0%	22.2%	18.1%	18.3%	15.7%	10.3%
Alcoholismo	2.6%	3.5%	3.5%	2.6%	2.5%	2.3%
Robos de automóviles o de autopartes	4.1%	2.9%	2.7%	2.9%	3.0%	1.7%
Acoso o falta de respeto a las mujeres	0.6%	0.7%	1.3%	1.1%	1.5%	1.5%
Extorsiones	-	-	-	-	-	1.5%
No sabe / No responde	1.3%	2.4%	1.3%	2.0%	1.5%	1.4%
Vandalismo	-	-	-	-	-	1.1%
Otro	1.3%	0.6%	0.6%	0.8%	1.7%	1.1%
Prostitución	0.6%	0.4%	0.5%	0.7%	0.8%	0.8%
Secuestros	0.3%	0.6%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%

Base: total de entrevistados

LIMA CÓMO VAMOS

Fig. 1 – Encuesta de Lima Cómo Vamos 2015 (De and Victoria 2015)

En cuanto a las medidas preventivas para aplacar este problema, tenemos al patrullaje por zonas, cuyo objetivo es evitar la concreción de delitos. Los policías suben a sus vehículos motorizados a vigilar el bienestar y la seguridad de los ciudadanos. Ellos salen desde sus comisarías hasta las calles de los vecindarios que han sido asignados; a su vez, los serenazgos salen en sus bicicletas, motos o a pie para cumplir la misma labor.

El patrullaje y la vigilancia, en el lugar y tiempo indicados, podrían ayudar a disminuir los delitos, porque los policías pueden estar cerca de un posible lugar crítico con el fin de interceptar a los delincuentes antes de que estos cometan sus fechorías. Esto podría ser un caso ideal; sin embargo, el tiempo de respuesta en el actuar de los policías es lento, ya que no todas las comisarías están aprovisionadas con los recursos suficientes y no están bien distribuidas. Las comisarías tienen recursos como las autoridades, policías y serenazgos, y las patrullas.

Por un lado, no hay suficientes agentes policiales que puedan estar al servicio de los ciudadanos ya que existe un efectivo cada 953 habitantes, según el estudio realizado por Mapcity (Publimetro.pe 2014). Esta proporción no es la adecuada, ya que se encuentra lejos de la cifra recomendada por la ONU, que es de un policía cada 250 personas (CONASEC 2013). Un claro ejemplo del problema es lo ocurrido a quincenas de marzo del 2016. En esta fecha se registró un robo que cobró una víctima. El agraviado, quien era un cambista, se encontraba en el distrito de San Isidro y tras la llamada de emergencia, la Policía Nacional del Perú tardó ocho minutos en llegar. Este problema de tiempo se debió a un mal manejo de distribución de policías (Reyna 2016).

Por otro lado, en cuanto a las patrullas, hay comisarías que están rodeadas de vehículos esperando a que se dé un evento para que recién puedan movilizarse. Esto muestra que los vehículos, también, están mal distribuidos. El general PNP José Tisoc Lindley afirma que la posibilidad que tiene la policía de capturar a algún delincuente depende en un 90% de cuán bien posicionados y coordinados estén sus oficiales (Piaggio 2015). Este dato es crítico, pues si no se tiene una correcta estrategia policial no se puede actuar a tiempo. Un ejemplo reciente de este obstáculo, es lo ocurrido a finales de diciembre del 2015. En el distrito de la Victoria, se registró un asalto a un restaurante. El acto delictivo solo duró tres minutos y se pudo concretar, lamentablemente, porque los policías no llegaron a tiempo. Incluso para intentar llegar al lugar, los policías tuvieron que tomar taxi. Se desconoce el motivo que llevó a los policías tomar esta acción, cabe resaltar que la comisaría encargada solo contaba con cinco patrullas (La Republica 2015). Este hecho nos muestra que los vehículos de los policías no son los suficientes ni están bien administrados. Aunque existan pocas patrullas, estas deberían estar recorriendo zonas peligrosas, susceptibles a robos, para poder impedir asaltos y llegar a tiempo.

Como las autoridades no llegan a tiempo, los agraviados denuncian en las comisarías luego de que hayan sido víctimas de un delito; sin embargo, la mayoría de las denuncias solo son archivadas o algunas no logran proceder. Lo más valioso que traen estas denuncias es la información, su pérdida puede ser crucial ya que puede servir para combatir el crimen ya que es probable que estos delincuentes estén acostumbrados a robar por las mismas zonas. Esta información no solo serviría para un ámbito público, sino que debería de ser procesada, por ejemplo, sirviendo de datos de entrada a un sistema para que éste pueda realizar procesos logísticos automáticos que servirían como una herramienta para la policía.

La rápida reacción de las autoridades ayudaría a combatir la delincuencia, pero solo sería posible si es que existen los recursos suficientes y la buena distribución de ellos. Por esta razón, si los patrullajes son realizados en las zonas correctas, es decir, en lugares con una alta tasa de criminalidad, se podría auxiliar más rápido a los agraviados. Este índice se puede determinar mediante el uso de los datos de delitos pasados o denuncias que quedaron archivadas. De esta manera, se puede distribuir la carga policial hacia los sectores con altas tasas para que la policía esté un paso delante de los delincuentes. Esto podría reducir el tiempo de respuesta de los policías y a su vez colaboraría con el manejo correcto de los recursos,

autoridades y vehículos. La correcta asignación de recursos y la experiencia de las autoridades junto con el apoyo de un sistema informático, encargado de realizar el cálculo de las tasas utilizando la información de delitos, sería una solución que agilice el accionar de las autoridades mejorando la seguridad de las calles limeñas. A partir del 2014, se han empezado a utilizar herramientas informáticas en ciudades, las cuales han logrado reducir los crímenes en un 20% (El País 2015). Con esta disminución de robos, se puede comprobar que el uso de un sistema que de soporte a las operaciones policiales es un aporte para mejorar la seguridad de la ciudadanía.

El problema que este proyecto de tesis cubrirá será la distribución policial deficiente para combatir los asaltos, para esto, se propone una solución orientada a la realidad peruana, porque a diferencia de otros países, en Perú, la mayoría de robos no son debidamente denunciados a las autoridades. Esta información que se pierde podría ser utilizada para generar una base de datos que, con la adecuada gestión de la información, podría alimentar a un sistema que podría realizar los cálculos y segmentación de zonas en base a indicadores policiales como el índice de criminalidad. El sistema que se propone en esta tesis será alimentado por pseudo denuncias que son delitos registrados por los agraviados sin que éstos cumplan los requisitos necesarios para ser inscritos en la comisaría que, mediante un algoritmo heurístico, distribuya correctamente las patrullas policiales para, finalmente, ser mostrado mediante un aplicativo móvil. Con la ayuda de este sistema, las autoridades tomarán decisiones al momento de la asignación de los vehículos para combatir los delitos con el objetivo principal de mejorar el tiempo de respuesta en sus acciones.

2. Marco Conceptual

Objetivo

El objetivo de esta sección es brindar información más detallada que ayude a comprender la problemática mencionada, así como la temática en la que se desarrollará este proyecto.

Conceptos generales

- **Delitos contra el patrimonio:** Es el conjunto de acciones que atentan la propiedad de las personas naturales o empresas. Se considera patrimonio todo bien que tenga un valor económico (Nacional et al. 2015). Existen dos tipos de delitos de esta categoría:

Hurto: Se define hurto al apoderamiento ilegítimo de un objeto total o parcialmente ajeno, que, a diferencia del robo, es realizado sin fuerza en las cosas, ni violencia física o intimidación de las personas (Nacional et al. 2015).

Robo: Se considera como el apoderamiento ilegítimo de un bien total o parcialmente ajeno, para aprovecharse de él, sustrayéndolo del lugar en que se encuentra, empleando violencia contra la persona o amenazándola con un peligro inminente para su vida o integridad física. Los más típicos robos son de dinero, cartera, celular y vehículos (Nacional et al. 2015).

- **Libro de Denuncias Directas:** Es el libro en el cual se registran las denuncias directamente por la persona afectada, incluyendo cómo sucedieron los hechos. Esta denuncia puede realizarse al momento o de manera extemporánea (Nacional et al. 2015).
- **Inseguridad ciudadana:** Este término es muy utilizado en los últimos años en el Perú debido a la tasa alta de asaltos (Capítulo 2006). Gran porcentaje de estos asaltos terminan en tragedias con las vidas de los delincuentes, policías o de los afectados, es decir, la misma sociedad (Capítulo 2006). Esta situación genera alarma al país por lo que ahora casi ningún ciudadano puede estar tranquilo cuando sale a las calles pues piensa que en cualquier momento podría ser una víctima más de estos lamentables actos delictivos (Capítulo 2006).
- **Serenazgo:** Tiene el compromiso de prestar auxilio, protección, orden, seguridad y una convivencia pacífica de la comunidad. Para cumplir con los objetivos de "seguridad para todos" la alianza con la Policía Nacional del Perú resulta imprescindible en la planificación y ejecución de las operaciones de patrullaje (Municipalidad de Lima 2016). El Serenazgo

cumple su servicio de diversas formas como a pie, en bicicleta o motorizado (Municipalidad de Lima 2016).

- **Patrullaje:** Es una actividad que garantiza la seguridad a las entidades e instituciones, jurídicas y físicas, el buen orden de convivencia y obstaculización de la ocurrencia de hechos delictivos (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015). Existen distintos tipos de patrullaje que pueden definirse según los medios de desplazamiento:

Patrullaje vehicular: Está diseñado para la cobertura de amplias áreas de vigilancia y patrullaje mediante recorridos en vehículos especialmente diseñados para tal fin y brindar una priorizada atención a los requerimientos de la ciudadanía en el sector asignado (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015). Sus principales ventajas son:

- Cubren un área mayor en menos tiempo.
- Se desplazan más rápido a cada sitio de suceso.
- Dan una respuesta más pronta a la comunidad.
- Realizan traslados de personas (Detenido, heridos, enfermos) (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015).

Patrullaje en moto: Sirve para realizar un rápido desplazamiento y concurrencia al lugar de los hechos que complementa a los demás tipos de patrullaje. Su ventaja principal es que permite al oficial trasladarse a lugares que en una unidad vehicular o a pie no podría o tardaría mucho en llegar, como lugares accidentados o estrechos, congestionamientos de vehículos, etc (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015).

Patrullaje a pie: Consiste en la actividad que cumplen las autoridades en la vía pública con el objetivo de realizar la vigilancia en un área predeterminada sobre la cual el oficial o grupo de oficiales recorren el sector asignado sin el empleo de algún medio de transporte (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015). Su especial ventaja es que los oficiales establecen un mayor contacto con la comunidad, viendo y escuchando de cerca sucesos que en cualquier vehículo no podría (Gobierno Bolivariano de Venezuela 2015).

- **Comisarías:** Dependencia policial encargada de mantener el orden público a través de funciones preventivas y de investigación en una determinada jurisdicción a nivel nacional (Nacional et al. 2015).
- **Mapa del delito:** También, conocido como mapa de criminalidad (CAD 2012). Es un medio para identificar las zonas de mayor incidencia delictiva llamados puntos calientes. Esta práctica señala los espacios de mayor riesgo para generar una información que ayudará en la formulación e implementación de estrategias de prevención y reacción ante la inseguridad ciudadana (CAD 2012).
- **Búsquedas heurísticas:** Se basa en resolver problemas generando posibles potenciales soluciones mediante las pruebas de éstas (Newell and Simon 1976). La búsqueda utiliza información propia del problema en el cual cada posible solución se va modificando dependiendo de la satisfacción de una condición para ser una solución correcta. Este mecanismo permite ofrecer muchas alternativas de solución por lo que es necesario, al final, presentar la mejor solución de todas ellas (Newell and Simon 1976).

Conclusión

La inseguridad ciudadana es uno de los temas que más tienen preocupados a los peruanos. Este problema surge por los constantes delitos que atentan contra las propiedades ajenas. Entre sus principales formas de prevenir los robos se encuentran los diferentes tipos de patrullaje que son capaces de combatir el crimen debido a sus malas distribuciones. Por esta razón, en este proyecto de tesis, se propondrá una solución que ayude a los policías tomar mejores decisiones mediante un algoritmo, búsqueda heurística, para la asignación de sus vehículos policiales para que los policías estén preparados ante cualquier posible delito.

3. Estado del arte

Objetivo

El objetivo de esta sección es mostrar los avances y productos relacionados a las tecnologías de información que, actualmente, permiten colaborar en la mejora de las reacciones policiales ante los delitos y con ello disminuir la inseguridad ciudadana.

Alto al crimen

Es una iniciativa de Renzo Reggiardo que sirve como servicio a la comunidad para el reporte de delitos y alertas SOS al centro de control de Alto al crimen y a los municipios adheridos por convenio (Alto al Crimen 2014). Es una herramienta similar a un mapa de delitos destinada a contribuir con la prevención y atención de emergencias y posibles hechos delictivos (Alto al Crimen 2014).

En primer lugar, la aplicación cuenta con un registro de pseudo denuncias, las cuales están tipificadas como se muestra en la fig. 2.b. Entre las categorías de delitos se encuentran los siguientes:

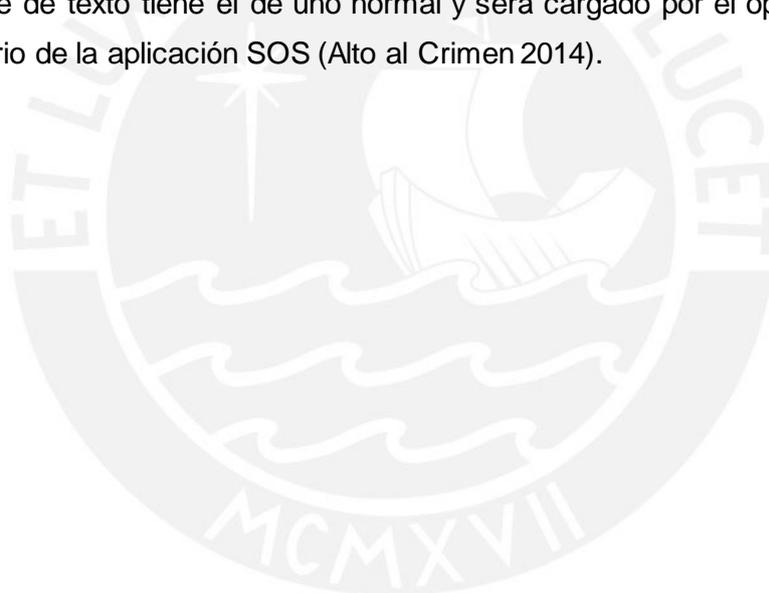
Categoría	Subcategoría
Drogas	<ul style="list-style-type: none"> • Narcotráfico • Microcomercialización de drogas
Pandillaje	<ul style="list-style-type: none"> • Tenencia ilegal de armas • Vandalismo • Robo en banda • Posesión de armas de guerra
Robo Menor	
Robo de Casa	
Robo de Vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Robo de vehículo • Desmantelamiento

Actividad sospechosa	<ul style="list-style-type: none"> • Marcas • Sicarios • Trata de personas • Funcionario público (corrupción) • Terrorismo • Desaparición forzada • Terrorismo agravado • Apología • Abuso de autoridad • Invasión de propiedad ajena • Daños contra el patrimonio cultural
Violencia	<ul style="list-style-type: none"> • Homicidio • Secuestro • Violación • Violencia familiar • Pedofilia • Genocidio o torturas • Aborto clandestino • Violencia doméstica(animales) • Amenaza de muerte • Prostitución
Delito económico	<ul style="list-style-type: none"> • Estafa • Extorsión • Corrupción • Falsificación de dinero • Recepción y usurpación • Abuso del delito financiero y monetario • Abuso del poder económico. • Delitos electrónicos • Trafico de terreno • Compra de objetos ilegales
Emergencias	

Tabla 1. Elaboración Propia. Obtenido de la aplicación Alto al Crimen (Alto al Crimen

Además de la tipificación de cada delito, también se guarda como datos la fecha de registro (pasado o actual), descripción y lugar obtenido de las coordenadas del mapa proporcionado por la aplicación (Alto al Crimen 2014). Esta aplicación se va alimentando solo de los datos que registren los ciudadanos ya que no está conectado con el sistema de denuncias de la Policía Nacional del Perú (Alto al Crimen 2014). Además, existe la opción de poder confirmar o comentar un delito en específico. El registro de delitos en la aplicación mantiene la confidencialidad del usuario (Alto al Crimen 2014).

Otra de las funcionalidades de esta aplicación es el botón SOS, la cual se muestra en la fig. 2.a. Su activación producirá el envío de un mensaje de alerta al centro de Alto al Crimen para que se comuniquen con la comisaría según la ubicación del usuario para enviar una unidad al rescate (Alto al Crimen 2014). El costo del mensaje de texto tiene el de uno normal y será cargado por el operador de celular al usuario de la aplicación SOS (Alto al Crimen 2014).



(a)

(b)



Fig. 2 – Pantallas de la aplicación *Alto al Crimen* (*Alto al Crimen* 2014)

Software PredPol

Empezó como Startup y ahora es una de las primeras empresas especializadas en el ámbito de predicción policial. PredPol utiliza datos pasados y estadísticas para predecir cuándo y dónde es más probable que ocurran delitos. Los policías, al conectarse con esta herramienta, podrán obtener puntos claves para patrullar en el momento exacto permitiéndoles planificar sus actividades mediante la identificación de puntos críticos de delincuencia (El País 2015).

El sistema incorpora información de los partes policiales y determina los focos de delincuencia (El País 2015). Utiliza tres datos: tipo de delito, hora y lugar de delitos anteriores. Al tener esa base de datos histórica, señala áreas pequeñas, tal como muestra la fig. 3, de 150 metros cuadrados en mapas que se generan automáticamente para cada turno de patrullaje y predice el tipo de delito a ocurrir (El País 2015). Este software no es un mapa de delito ni un sustituto del análisis policial, sino es una herramienta laboral complementaria para la planificación

policial mediante un algoritmo basado en patrones de conducta criminal. No utiliza información personal sobre los individuos o grupos de individuos (El Pais 2015).

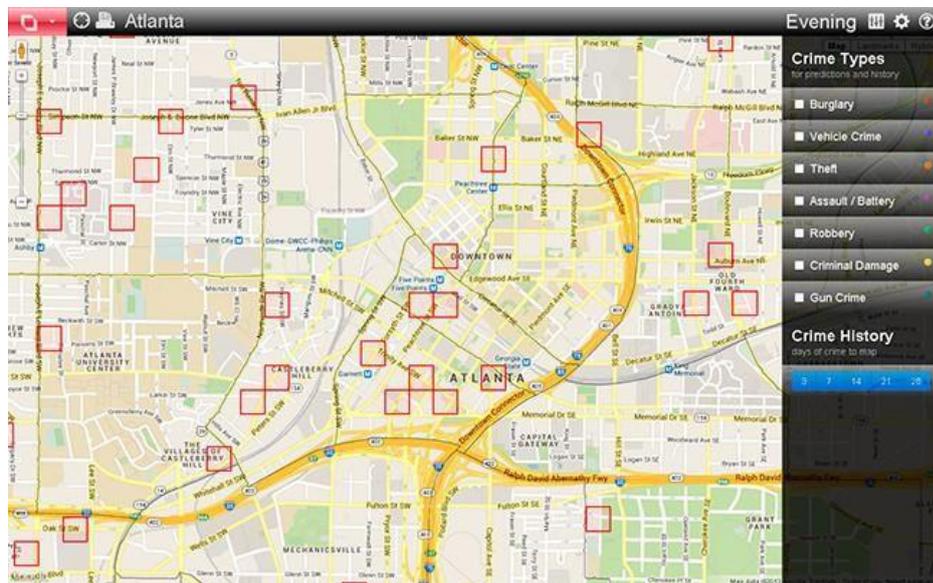


Fig. 3 – Pantalla de visualización del mapa de Atlanta en PredPol (El Pais 2015)

PredPol ha sido probado, por ejemplo, en Atlanta se ha desplegado en dos de los seis distritos en los cuales se ha visto una caída en los índices de criminalidad (Huet 2015). También, se usa en Los Ángeles, Santa Cruz, Atlanta y Montevideo, este último es la primera ciudad fuera de Estados Unidos en emplear el software (El Pais 2015).

Sistema de Soporte de Decisiones para el patrullaje policial predictiva

Este artículo se basa en un nuevo paradigma predictivo para la patrulla de la policía para la distribución eficiente de los agentes de policía en un territorio específico, con el objetivo de reducir la probabilidad de hechos delictivos (Camacho-Collados and Liberatore 2015). Esta propuesta plantea mezclar la experiencia de los agentes policiales acompañados de información de actividades criminales en los últimos días, para decidir la locación de los policías en el distrito (Camacho-Collados and Liberatore 2015).

Este es el primer sistema de soporte de decisiones que combina técnicas policiales predictivas que soporten la ubicación de recursos humanos (Camacho-Collados and Liberatore 2015). Su estructura está compuesta por pre procesamiento de datos (DPPU), la unidad de crímenes de previsión de riesgos (CRFU) y la Optimización del sector de patrulla (PSSOU). Estos tres elementos interaccionan como se muestra en la fig. 4 (Camacho-Collados and Liberatore 2015).

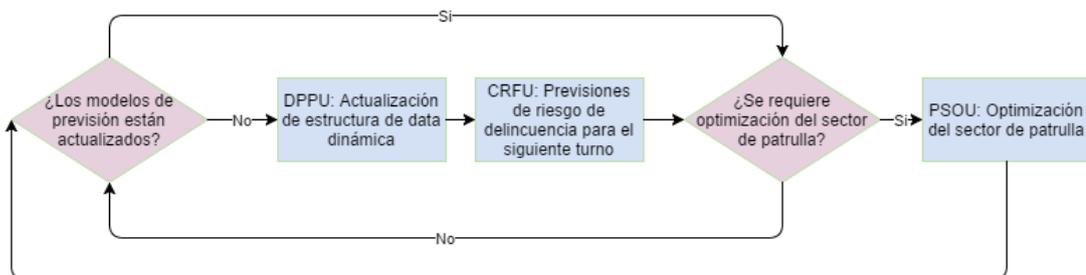


Fig. 4 – Bucle principal de P3-DSS- Imagen adaptada de (Camacho-Collados and Liberatore 2015)

Este ciclo es alimentado por robos pasados. En el caso de las pruebas, se utilizaron los del distrito central de Madrid (Camacho-Collados and Liberatore 2015). Las muestras, tipificadas por horario mañana, tarde y noche, empiezan a actualizar DPPU con el fin de calcular los riesgos en las locaciones del distrito utilizando las ubicaciones de los crímenes (Camacho-Collados and Liberatore 2015). Luego, a partir de un número a priori de sectores de patrullaje, se optimiza la carga policial mediante la ponderación de cuatro atributos principales: área, aislamiento, demanda y diámetro. La optimización se muestra en un mapa con los sectores de patrullaje como se puede observar en la fig. 5 (Camacho-Collados and Liberatore 2015).

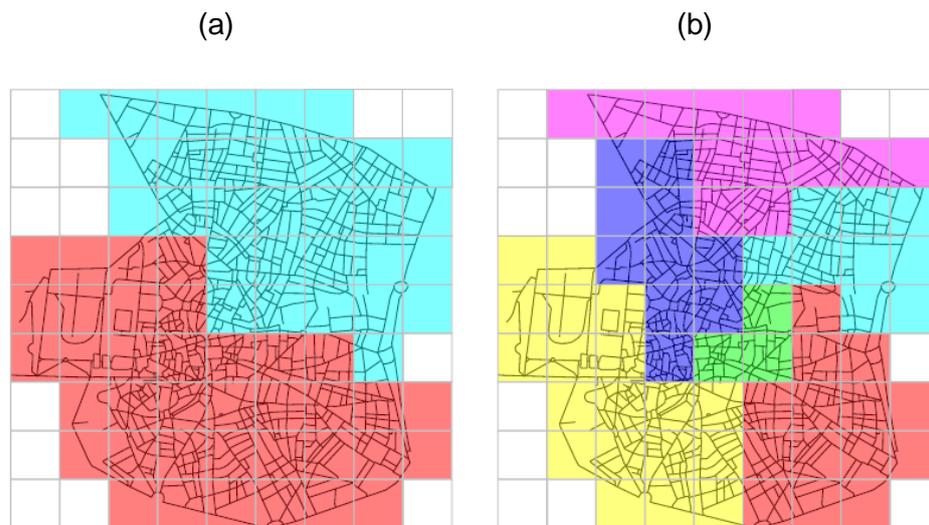


Fig. 5 - Optimización de patrulla mostrada por 2 y 6 sectores (Camacho-Collados and Liberatore 2015)

Pred-Crime

Es un sistema de análisis y predicción de delito apoyado en modelos matemáticos y algorítmicos que permite la prevención de un crimen aún no acontecido (EuroCop 2015). El proyecto EuroCop PRE-CRIME se basa en un sistema *Big Data* y está integrado con la base de datos de la Plataforma Tecnológica Policial EuroCop para el acceso de indicadores basados en tipos de delito, faltas y fichas policiales (criminales reincidentes, comportamientos, datos sociológicos, etc) (EuroCop 2015).

El funcionamiento de este software utiliza una estructura triangular retroalimentada. Sus tres piezas fundamentales son las siguientes: sensación, descripción y pred-crime.

- Sensaciones: Percepción de la seguridad por la ciudadanía mediante la recopilación de información de encuestas o procesos de investigación ciudadana (EuroCop 2015).
- Descripción: Análisis y situación del delito mediante llamadas a la policía, denuncias, infracciones o los mismos datos socio-demográficos (EuroCop 2015).

- Pred-crime: Predicción del delito basado en un catálogo de hechos espacio temporales recogiendo información anterior que al estar georeferenciada es analizada desde un punto de vista geoespecial utilizando probabilidades estadísticas para las incidencias (EuroCop 2015).

Los datos de entrada que utiliza el módulo Pred-crime son llamadas y datos descriptivos espaciales como se puede apreciar en la fig. 6 (a) (EuroCop 2015). Luego de un proceso del módulo de pred-crime, se muestra un mapa, fig. 6 (b), que contiene el riesgo de que se produzca una incidencia en un instante de tiempo y en una localización espacial para aumentar en eficiencia y eficacia la acción policial (EuroCop 2015).

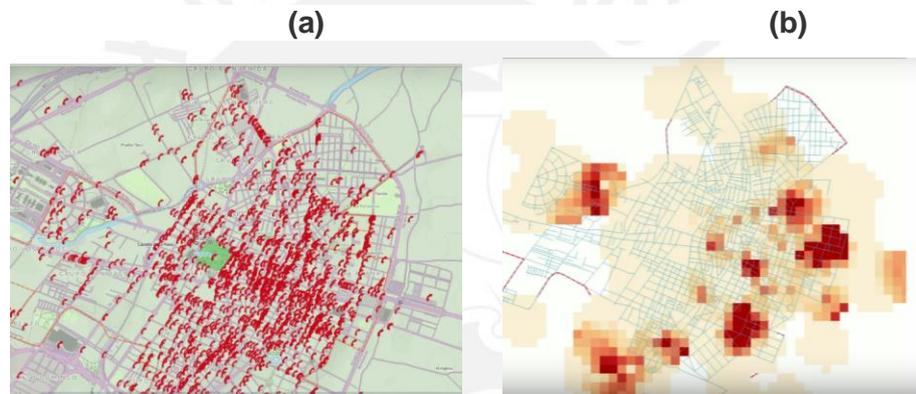


Fig. 6 – Mapas de Pred-Crime (EuroCop 2015)

Había una vez un crimen: Hacia predicción del Crimen con datos demográficos y móviles

En este artículo, presentan una solución utilizando los datos móviles para obtener el comportamiento de las personas, en forma anónima, y la información de los datos demográficos (Bogomolov et al. 2014). Ambos factores son utilizados para detectar si una celda en el mapa va a ser un posible crimen o no para el siguiente mes (Bogomolov et al. 2014). Este sistema se alimenta de tres tipos de conjuntos de datos:

- Los *smartsteps* contienen el comportamiento de las personas mediante el uso de los celulares, por ejemplo, quienes están llamando. También, la

tipificación de las personas como su edad, género y el grupo en que se encuentren, ya sea que esté en casa, por trabajo o de visita (Bogomolov et al. 2014).

- Los casos de crímenes incluyen la localización de éste mediante la latitud, longitud y dirección en donde se ha producido el hecho, además de su tipo de crimen.
- Los perfiles de *London Borough* que son métricas de un área geográfica, como estadísticas de población, población migrante, carros, etc (Bogomolov et al. 2014).

El funcionamiento parte de mezclar estos tres tipos de datos de acuerdo a las celdas, es decir, cada caso de crímenes, a través de su dirección, pertenecerá a una celda específica para que se enlace con los *smartsteps*, como se puede observar en la fig. 7 (Bogomolov et al. 2014). Esta solución utiliza la minería de datos con un árbol de decisiones para su clasificación según la combinación de los datos de entrada (Bogomolov et al. 2014).

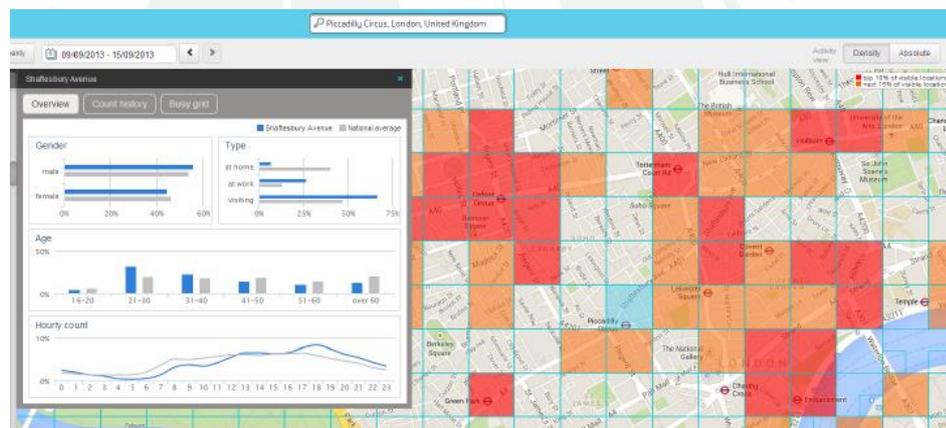


Fig. 7 – Mapa de distribución de celdas utilizando los smartstep. . (Bogomolov et al. 2014)

Luego de que el modelo fuese entrenado correctamente, se probó en Londres con data real teniendo una precisión del 70% en la predicción de crímenes según el compartamiento de las personas, crímenes pasados y los datos geográficos (Bogomolov et al. 2014).

Conclusión

En el estudio del arte, se han encontrado una diversidad de productos que colaboran a disminuir la inseguridad ciudadana mediante la recopilación de delitos;

sin embargo, en la mayoría de productos, como se puede observar en la Tabla 2, se conectan a la base de datos de la policía, caso que no aplicaría en la realidad peruana, ya que la mayoría de robos más comunes no supera el monto necesario para poder ser registrados en el libro de denuncias directas. Por lo que se puede concluir que sería necesario contar con un registro anónimo de las incidencias delictivas, como lo hace la aplicación Alto Al Crimen, para no descartar delitos que, aunque sus montos son mínimos, la suma del total de estos robos menores sería ser muy significativa. Además, no solo basta con disminuir la inseguridad englobando los delitos pasados, sino atacando el problema raíz que sería la mala distribución de carga policial que sólo el software PredPol y el artículo llamado Sistema de Soporte de Decisiones para el patrullaje policial predictiva toman en consideración para agilizar las reacciones policiales. También, se puede observar en la Tabla 2 que los productos que distribuyen las patrullas, también, necesitan de entrada la predicción delictiva mediante delitos pasados ya que estos son fundamentales para el algoritmo que utilizan para la asignación de vehículos policiales. En conclusión, la mezcla entre un sistema de distribución de carga policial mediante la predicción de delitos y alimentado de los delitos registrados por los agraviados constituiría una solución que sería acorde al contexto peruano, en especial su capital, que se desarrollará en este proyecto de tesis.

Producto/Criterio evaluado	¿Utiliza datos registrados en la Policía?	¿Cuenta con tipificación de delitos?	¿Ha sido probado?	¿Permite la predicción de delitos?	¿Distribuye la carga policial?
Alto Al Crimen	No	Si	Si	No	No
PredPol	Si	Si	Si	Si	Si
Sistema de Soporte de Decisiones para el patrullaje policial predictiva	Si	Si	No	Si	Si
Pred-Crime	Si	Si	Si	Si	No
Había una vez un crimen	Si	Si	Si	Si	No

Tabla 2. Comparación de productos. Elaboración Propia.

4. Propuesta de proyecto

Objetivo General

Desarrollar un sistema que permita la recepción de denuncias informales y que proponga una propuesta de distribución óptima de vehículos policiales.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del presente proyecto de tesis son los siguientes:

1. Modelar el proceso actual de distribución de carga policial.
2. Diseñar un modelo de base de datos que soporte las estructuras necesarias desde la recolección de los delitos hasta los resultados de las distribuciones de carga policial calculadas por el algoritmo.
3. Definir y diseñar la arquitectura de software de la herramienta que incluya una parte móvil y una parte cliente servidor.
4. Diseñar un algoritmo heurístico para la distribución cercana a la óptima de vehículos policiales utilizando índices de criminalidad geolocalizados.
5. Implementar un prototipo funcional web integrado de la herramienta para el registro de denuncias informales y la propuesta de distribución de carga policial.
6. Implementar un aplicativo móvil que permita registrar delitos y, también, que refleje la solución escogida de distribución óptima de carga policial por el prototipo funcional.

Resultados Esperados

1. Documento de Modelo de Procesos que contemple la distribución policial actual que utilizan las comisarías de Lima metropolitana (OE1).
2. Documento de Diagrama de Entidad Relación con las estructuras necesarias desde la recolección de los delitos hasta el almacenamiento

de los resultados de las distribuciones óptimas de carga policial calculadas por el algoritmo (OE2).

3. Documento de Arquitectura de Software que incluya las características necesarias del sistema, tanto el prototipo web y la aplicación móvil (OE3).
4. Algoritmo heurístico que permita proponer la distribución cercana a la óptima de carga policial (OE4).
5. Prototipo de la herramienta que permita el registro de denuncias informarles y de distribución de vehículos policiales (OE5).
6. Aplicativo móvil que permita registrar delitos y mostrar la propuesta escogida de distribución óptima de carga policial (OE6).

5. Herramientas, métodos y metodologías

Objetivo

En esta sección, se presentan las herramientas, métodos y metodologías que se emplearán para desarrollar y alcanzar los objetivos específicos mediante los resultados esperados del presente proyecto de tesis.

Tabla de resumen

Resultados Esperados	Herramientas, métodos y metodologías
RE1: Documento de Modelo de Procesos que contemple la distribución policial actual que utilizan las comisarías de Lima metropolitana	<p>Microsoft Word: Es un procesador de textos.</p> <p>Bizagi Modeler: Es un modelador de procesos que utiliza la notación estándar BPMN.</p>
RE2: Documento de Diagrama de Entidad Relación con las estructuras necesarias desde la recolección de los delitos hasta el almacenamiento de los resultados de las distribuciones óptimas	<p>Microsoft Word: Es un procesador de textos.</p> <p>MySql WorkBrench: Es un IDE para el modelado de datos.</p>

de carga policial calculadas por el algoritmo	StarUML: Es un sistema de modelado que soporta UML.
RE3: Documento de Arquitectura de Software que incluya las características necesarias del sistema, tanto el prototipo web y la aplicación móvil	Microsoft Word: Es un procesador de datos. StarUML: Es un sistema que permite el modelado, el cual soporta UML.
RE4: Algoritmo heurístico que permita proponer la distribución cercana a la óptima de carga policial	Netbeans 8.2 (Java): Es un IDE para la programación Algoritmo metaheurístico (GRASP): Es un algoritmo que resuelve problemas de optimización combinatoria.
RE5: Prototipo de la herramienta que permita el registro de denuncias <u>informales</u> y de distribución de vehículos policiales	Netbeans 8.2 (Java): Es un IDE que sirve para el desarrollo de aplicaciones web y de consola. Spring: Sirve para la creación de servicios web. Hibernate: Es una librería que permite la conexión y manipulación de la base de datos con Netbeans. Google Maps: Es una librería que permite el acceso a los mapas de Google.
RE6: Aplicativo móvil que permita mostrar la propuesta de distribución óptima de carga policial	Android Studio: Es un IDE para la programación a nivel de teléfonos móviles. Google Maps: Es una librería que permite el acceso a los mapas de Google.

Tabla 3. Mapeo de herramientas, métodos y procedimientos de acuerdo a los RE.

Elaboración Propia.

Herramientas

- **Microsoft Word:**

Es un software que sirve para el procesamiento de texto. Pertenece al paquete Office de la empresa Microsoft (Microsoft 2016).

El uso de esta herramienta es para la documentación del proyecto como los documentos que contienen el diagrama de entidad- relación y el de arquitectura.

- **Mysql Workbench:**

Es una herramienta visual y unificada para el uso de los arquitectos, desarrolladores y administradores de base de datos. MySQL Workbench ofrece herramientas para el modelado de datos, desarrollo de sentencias SQL y administración integral como la configuración del servidor, administración de usuarios, copia de seguridad, entre otras (MySQL 2016).

Se utilizará para el modelado de base de datos ya que permite la creación del *Enhaced Entity- relationship*, conocido en sus siglas como EER, modelo de alto nivel del diagrama de entidad- relación y brinda la creación de tablas y sentencias necesarias para generar la base de datos que soportará las estructuras útiles para el desarrollo del presente proyecto.

- **StarUML:**

Es una herramienta de código abierto que soporta modelado UML. Soporta diferentes tipos de diagramas de UML: clases, objetos, casos de uso, componentes de desarrollo, diagramas de actividades, entre otras (StarUML 2016).

Esta herramienta será utilizada para realizar los diagramas de componentes de arquitectura del software y diagramas de entidad- relación necesarios para el desarrollo del sistema.

- **Netbeans IDE (Java):**

Es un entorno de desarrollo de código abierto que permite de manera rápida desarrollar aplicaciones de escritorio Java, móviles y aplicaciones web, incluyendo HTML, Javascript y CSS (NetBeans 2016a).

En este IDE, se desarrollará tanto el algoritmo y el sistema web, utilizando el lenguaje de programación Java.

- **Spring Web Services:**

Es un producto de la comunidad Spring para la creación de servicios web flexibles manipulando cargas de XML. Utiliza las mejores prácticas como *WS-I basic profile*, *Contract-First development*, entre otras (Spring 2016).

Esta herramienta servirá para la conexión entre el sistema web y el aplicativo móvil mediante la creación de los servicios web.

- **Hibernate:**

Es un *framework* que brinda el traslado de un objeto-relacional a una capa de persistencia para recuperar y almacenar POJOs (*Plain old Java objects*) a una base de datos relacional (NetBeans 2016b).

Se utilizará para la conexión a base de datos desde Netbeans IDE para que, a partir del modelado de datos, genere las clases de los objetos necesarios para el desarrollo del sistema web y el algoritmo.

- **Android Studio:**

Es el IDE oficial de Android. Sirve para desarrollar aplicaciones móviles de alta calidad mediante un sistema de construcción flexible. También, cuenta con un emulador que permitirá probar la aplicación desarrollada en un entorno virtual para la interacción de equipos, celulares y *tablets*, utilizando las mismas funcionalidades de los equipos reales (Android Studio 2016).

En este IDE, se realizará el desarrollo de la aplicación móvil para plataformas Android con el fin de mostrar, de forma gráfica, las posibles soluciones óptimas de la distribución policial.

- **API de Google Maps:**

Esta librería permite utilizar los mapas que provee Google para entornos móviles y web mediante los servicios web HTTP (Google 2016).

El uso será para utilizar los mapas como medio de locación de los delitos registrados en el sistema web y mostrar gráficamente la posible distribución óptima de carga policial en la aplicación móvil.

Método

- **GRASP**

Conocido por sus siglas Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, es un algoritmo metaheurístico que busca iterativamente una posible solución mediante la restricción de una función objetivo, para luego optimizarla (Martins et al. 1999). Tiene como complejidad NP ya que los resultados no son exactos sino aproximados. Este algoritmo necesita una población inicial de candidatos, la cual servirá para alimentar una lista restringida de Candidatos (LRC) de los cuales se irán reduciendo por el costo de la función objetivo (Martins et al. 1999).

Presenta dos fases:

- **Fase de construcción: (Solución factible)**

En esta fase, se forma iterativamente una solución posible mediante la adición de un elemento en cada paso. La elección del candidato es prevista por la función objetivo, la constante de relajación y el mejor y peor valor de la función objetivo (Martins et al. 1999).

- **Fase de Mejora: (Solución óptima)**

Se busca la mejor solución local entre un conjunto de elementos vecinos los cuales son determinados por la fase de construcción (Martins et al. 1999).

Para el caso de la posible distribución óptima de carga policial, se considerará que la lista restringida de candidatos sea formada por los vehículos policiales que, por medio de la función objetivo basada en los índices de criminalidad de acuerdo al tiempo y espacio, tendrán una ruta de patrullaje cuyo costo sea menor o igual que el mínimo más el coeficiente de relajación multiplicado por la diferencia entre el máximo y mínimo costo. Luego de ir buscando una solución factible acorde al LCR y bajo la restricción de la función objetivo, se procederá a iniciar con la segunda fase, la cual buscará óptimos locales.

Metodología

- **UML**

Conocido como Lenguaje Unificado de Modelado, es un lenguaje que describe de forma gráfica un sistema, no es un proceso de desarrollo de software. Esta representación describe un plano del sistema entre el modelado de negocio, análisis, diseño e implementación (SCHOLARIUM SAS 2016). El uso del lenguaje es utilizado por medio de la herramienta StarUML para los diagramas de los documentos de arquitectura y de la estructuras de datos.

- **PMBOK**

Se utilizaron las buenas prácticas del PMBOK:

- Se elaboró un cronograma para tener un mayor control del tiempo con las fechas estimadas y proporcionadas por los profesores del curso, tanto de Tesis 1 y Tesis 2, el cual comprendía desde la planificación y el desarrollo del proyecto.
- Se evaluaron los riesgos del proyecto, los cuales se restringían a la complejidad técnica de algunas actividades, es decir que se demore más de lo estimado y no poder llegar a la fecha de revisión por parte de los profesores.

6. Alcance y limitaciones

Alcance

El proyecto sitúa su ámbito de aplicación en la capital del Perú, Lima, para que pueda mejorar su capacidad de reacción ante los delitos. Se ha elegido este ámbito por la importancia de agilizar la toma de decisiones en cuanto a la distribución de vehículos policiales, ya que el patrullaje puede prevenir los robos y actuar de una manera anticipada sin esperar que se concreten los delitos. Esta solución va dirigida a los ciudadanos de Lima, quienes podrán informar e informarse de los delitos cometidos en la capital, y a aquellas personas relacionadas con las

comisaría y serenazgo, como policías y serenos, para el uso de las propuestas de distribuciones óptimas de carga policial.

En este proyecto, se busca implementar las siguientes funcionalidades:

- **Sistema Web:**
 - Registro de delitos
 - Visualización geolocalizada de delitos
 - Propuesta de distribución de carga policial obtenidas por los índices de criminalidad basados en tiempo y espacio de los delitos anteriormente registrados
 - Selección de las distribuciones para el turno
 - Visualización de las distribuciones escogidas en un mapa
- **Aplicativo móvil:**
 - Registro de delitos
 - Visualización geolocalizada de delitos
 - Visualización de las distribuciones escogidas en un mapa.

El prototipo de la herramienta será desarrollado en una plataforma web y en una aplicación Android.

Limitaciones

- El uso del sistema web y la aplicación móvil necesita de conexión a Internet.
- El sistema web no estará integrado con la base de datos de la Policía Nacional del Perú.
- El índice de criminalidad solo será calculado en base al tiempo y a la ubicación de delitos pasados.
- La aplicación móvil solo será soportada por celulares Android.

7. Justificación y Viabilidad

Justificación

Como se mencionó en la problemática, la inseguridad ciudadana proviene del aumento de los robos ya que las medidas preventivas tomadas no son rápidas para combatir la delincuencia. La respuesta de los policías es lenta debido a que los recursos, como los vehículos policiales, no son manejados de una forma correcta, es decir, no hay un buen uso de la distribución y asignación de ellos.

La justificación para que los ciudadanos cuenten con un sistema web es que puedan tener un alcance a nivel de todo Lima Metropolitana para registrar e informarse en el momento que lo deseen. Asimismo, el personal encargado de la distribución, podrá hacer uso de este sistema para generar la distribución óptima de las unidades policiales en base a la información disponible. Por otro lado, el uso del aplicativo móvil para los ciudadanos será el mismo que el de la plataforma web, es decir, registro de delitos y lectura de información. Adicionalmente, las unidades policiales podrán usar el aplicativo móvil para visualizar la zona que deben cubrir (vigilar) según la solución óptima generada por el encargado de distribución. Esto es conveniente debido a que el uso de aplicaciones en los celulares ofrece una mejor portabilidad comparado con una laptop, además, es más probable que el policía que esté en una patrulla tenga a la mano un celular en vez de una computadora portátil debido a la escasez de recursos y falta de aprovisionamiento. (Romero 2016)

Viabilidad

Para determinar la viabilidad del proyecto se ha considerado los siguientes aspectos:

Viabilidad Técnica

Para el desarrollo del software, la solución requirió de un sistema de gestión de base de datos en el cual se almacenen todos los datos necesarios para este proyecto. Por ello se utilizó el manejador de base de datos MySQL, el cual es

apropiado para acceder a base de datos en Internet ya que tiene alta conectividad y velocidad. El uso del lenguaje Java es utilizado en la programación web.

Como el desarrollo del sistema es web, también se necesitaron lenguajes y herramientas que, generalmente, se apoyan en el desarrollo web como CSS y Javascript. Todas las herramientas mencionadas interaccionan con Java y Hibernate (MySQL)

La parte móvil se realizará en la plataforma Android, la cual utiliza como lenguaje de programación Java. Para el consumo de servicios web, se utilizarán Spring Web Services que es una librería que está disponible en Netbeans IDE para Java. Ambas herramientas cuentan con la suficiente documentación para poder ser utilizadas según el alcance del proyecto. Adicionalmente, existe documentación adicional para el consumo de servicios desde Android hacia los servicios en Spring Web Services.

Además, ambas plataformas, móvil y web, utilizan el mismo lenguaje de programación lo cual colaboraría en reducir la curva de aprendizaje de Java, incluso que este lenguaje se ha visto en cursos pasados en la universidad. Por lo tanto, se encuentra es factible.

Las herramientas mencionadas para el desarrollo web han sido escogidas debido a que se cuenta con experiencia en el uso de éstas. Además, son herramientas que no necesitan un pago de licencia, pues son de uso libre y existe documentación completa con respecto a su uso. Por otro lado, las herramientas utilizadas para el aplicativo móvil fueron seleccionadas debido a que Android utiliza lenguaje java, lo cual implica un ahorro de tiempo en aprendizaje del lenguaje que puede ser utilizado para estudiar la arquitectura Android, el cual será necesario para el desarrollo.

Viabilidad Temporal

La solución será desarrollada en un periodo de tiempo de 5 meses. Para el control del proyecto mediante un cronograma, se utilizará el software Microsoft Project 2010 y para el seguimiento se programará reuniones semanales con el asesor.

Viabilidad Económica

La estructura de costos, para el presente proyecto, abarca los criterios de recursos informáticos y recursos humanos.

Por un lado, los recursos informáticos corresponden a las diferentes herramientas de software libre para programación y diseño del producto, por lo que no se requiere de la compra de ninguna licencia ni permiso para su uso, observados en la Tabla 4. Excepto, la cuenta de Google Play para Programadores que serviría para desplegar la aplicación móvil en el Google Play Store.

Herramienta	Licencia
IDE NetBeans	Software libre
Cascading Style Sheets (CSS)	Software libre
Android Studio	Software libre
Cuenta Programador para Android	\$ 25
MySQL Workbench	Software libre

Tabla 4. Recursos informáticos necesarios. Elaboración Propia.

Por otro lado, existe solo un recurso humano que asumirá roles de analista, programador web, programador móvil y de gestor del proyecto. En este presente desarrollo del proyecto, no se incurre en costos ya que el único recurso es el tesista, quien se hará cargo de estas tareas.

En lo que respecta al aspecto económico, el proyecto se considera viable, ya que no existen desembolsos, a excepción de la cuenta de Google Play, por los criterios mostrados, recursos informáticos y humanos, en el presente proyecto.

CAPITULO 2. MODELADO DE PROCESOS

Levantamiento de información

Para el levantamiento de información, se realizaron entrevistas en las comisarías de Lince y San Isidro. Actualmente, ambas comisarías realizan actividades que como Policía Nacional del Perú cumplen para velar la seguridad de los ciudadanos. Entre ellas, existen dos procesos que son relevantes para este proyecto de tesis: distribución de carga policial y recepción de delitos.

Proceso de distribución de carga policial

El proceso actual, detallado por actividades en la fig. 8., se realiza diariamente antes de las 6:30 a.m. con el fin de poder patrullar desde 7 a.m. hasta 7 p.m., fuera de este rango de horas la policía contribuirá al ciudadano cuando lo solicite. Cada comisaría cuenta con un mapa de delitos, el cual es dividido por una cantidad de sectores en base a la cantidad de patrullas considerando las de la Policía Nacional del Perú y del Serenazgo. Luego de identificar los sectores, se asigna cada sector a un vehículo y un efectivo policial. Este sector se llama área de responsabilidad por lo que el patrullaje asignado solo debe comprender esa área. Estos datos son registrados por el encargado de la distribución en un cuaderno llamado hoja de rutas. En el caso del distrito de San Isidro, existen diez patrulleros y nueve sectores; el décimo vehículo es destinado para que policías de mayores rangos se movilicen con el fin de ratificar que las patrullas cumplan su zona correspondiente.

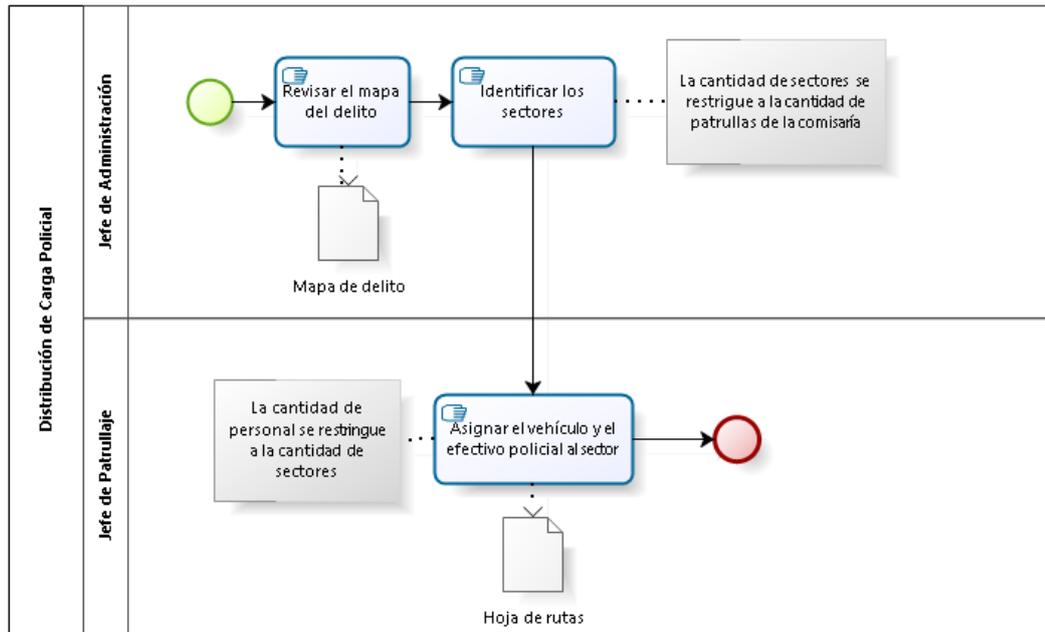
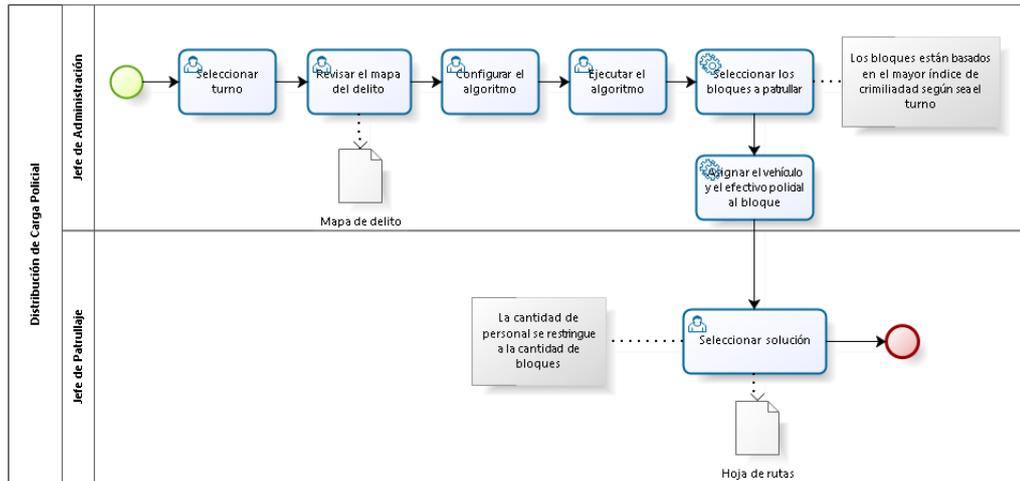


Fig. 8 – Proceso actual de distribución de carga policial. Elaboración propia.

Una de las observaciones rescatadas tras las entrevistas es que el mapa es estático ya que no es modificado en el tiempo, a excepción se abastezcan con más patrullas, ni es alimentado con nuevos delitos ni tampoco toman en cuenta el comportamiento de los delitos de acuerdo a la hora que éstos sucedan. Estas características hacen que este mapa no esté actualizado y no sea una herramienta 100% efectiva para poder distribuir la carga policial. Por ejemplo, el distrito de Lince solo cuenta con cuatro patrullas, lo cual indica que estos vehículos policiales deberán estar posicionados y patrullando zonas de alto índice de criminalidad. Esta distribución de patrullas mediante un mapa de delitos dinámico por turnos es la solución que propone este proyecto de tesis. Los datos podrán ser obtenidos de las denuncias de los delitos, asumiendo que todos los delitos son registrados en las comisarías. A partir de esta información, se podrá obtener un historial para predecir delitos por el método *Exponential smoothing*, el cual fue escogido porque se basa en recordar una cierta porción el pasado para estimar el futuro, lo cual aplica para el caso de los delitos ya que si éste es muy antiguo, no daría valor. Este método servirá de entrada a un algoritmo con el objetivo de obtener la distribución cercana

a la óptima que identifique las áreas de responsabilidad de acuerdo a la cantidad de patrullas en base a distancias e índices de criminalidad en un turno específico, ya que de acuerdo a la hora, esta distribución puede variar.



Powered by
bizagi
Modeler

Fig. 9 – Proceso propuesto de distribución de carga policial. Elaboración propia.

Proceso de recepción de delitos

Este proceso, detallado en la fig. 10, comprende en ayudar al ciudadano ante una llamada de auxilio, es por eso que es necesario tener una buena distribución policial para interceptar en el menor tiempo posible a los presuntos delincuentes antes de que cometan los delitos. El efectivo policial puede socorrer al ciudadano cuando él lo solicite, mediante llamadas telefónicas o avisos a la policía, acercándose a la comisaría de su distrito o si los efectivos que se encuentren patrullando detectan una situación sospechosa por su área de responsabilidad. Si son delitos, el afectado podrá acercarse a la comisaría con el fin de notificar formalmente el delito. Estas denuncias son registradas en el Sistema de Registro de Denuncias (SIDPOL), el cual está integrado a otros servicios como el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), con la Dirección General de Control de Servicios de Seguridad, Control de Armas y Explosivos de Uso Civil (DICSCAMEC) y con el sistema de Requisitorias para confirmar datos del denunciante y

denunciado, además, de estar interconectado con las demás dependencias policiales.

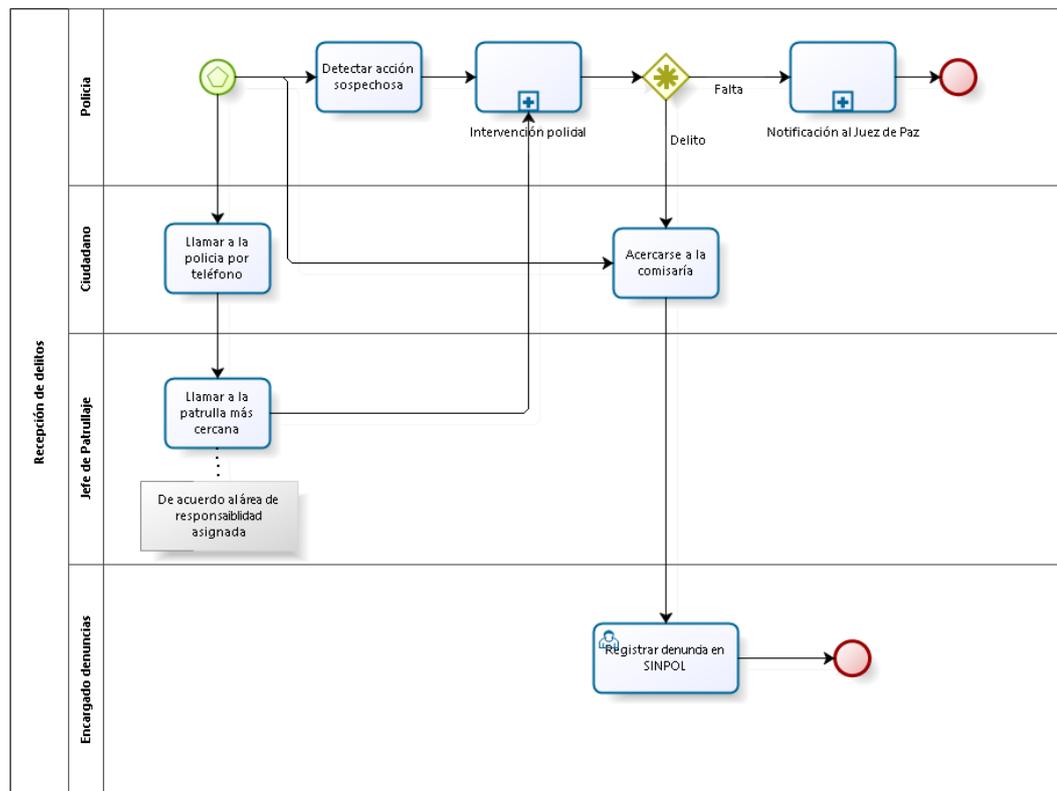
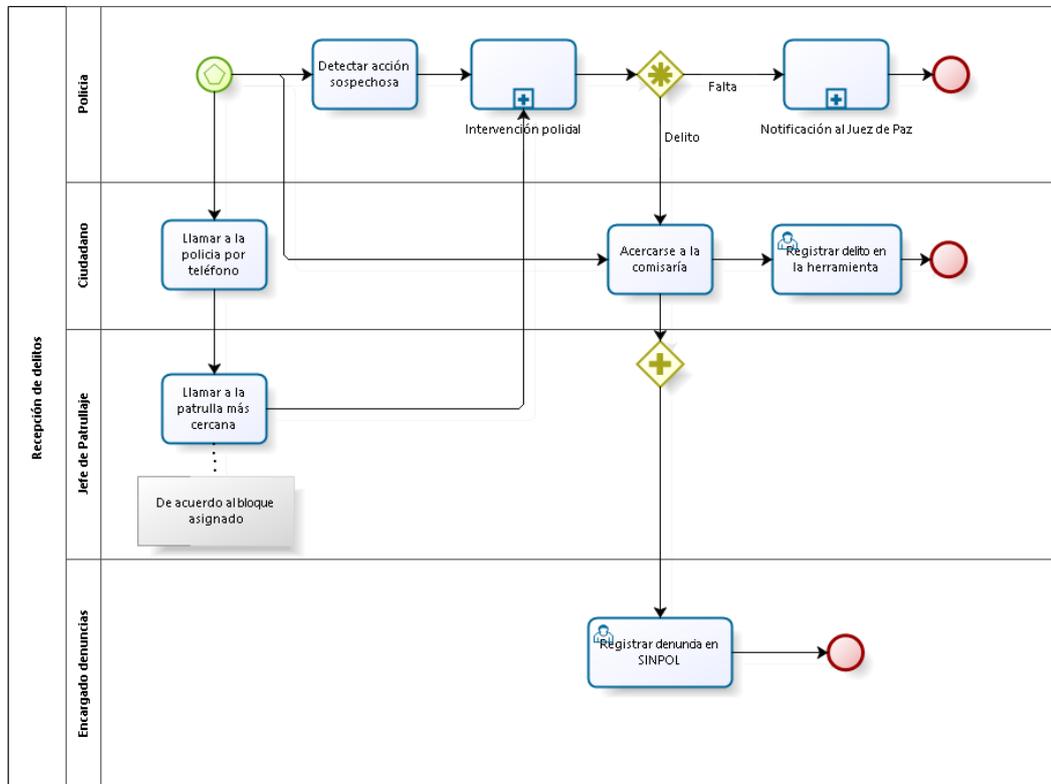


Fig. 10 – Proceso de recepción de delitos. Elaboración propia.

Una de las observaciones rescatadas tras la información obtenida, es que mientras que el vehículo policial esté más cerca de la zona del delito, se tiene mayor probabilidad de combatir la delincuencia. Nuevamente vemos que es necesario de que la distribución deba de ser la más óptima posible.

Los datos que alimentan los mapas de delitos dinámicos serán por medio del registro de los mismos ciudadanos. Cabe resaltar que esta información no podría ser 100% confiable, pero si serviría como una buena referencia. Por ejemplo, existen aplicativos como el Waze que tienen gran aceptación del público aunque éste sea mantenido por los usuarios que comparten su información sobre el tráfico. Sin embargo, se sabe que la mejor forma sería utilizando delitos reales corroborados por la policía. Como trabajos futuros, se esperaría contar con el permiso para acceder a la base de datos de denuncias que actualmente cuenta la

Administración policial informática. Por lo pronto, los datos de las pseudo denuncias que solicitará la herramienta de la propuesta de este proyecto de tesis serán: lugar, turno y tipo de delito.



Powered by
bizaqi
Modeler

Fig. 11 – Proceso propuesto de recepción de delitos. Elaboración propia.

CAPITULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA

Estructura de Datos

Para el modelo de base de datos del presente proyecto, se consideran todas las entidades necesarias para el almacenamiento de los datos de las herramientas, las cuales serán consumidas tanto por el aplicativo web y móvil; para su representación se utilizó un diagrama entidad-relación que permite observar la relación entre todas ellas.

Se presenta en la fig. 12 la relación entre las entidades como por ejemplo: Usuario, Delito, Tipo delito, Turno, Distrito, Comisaría, ComisariaXVehiculo, Vehículo, Tipo vehículo, Configuración, Solución y Bloque. Las dos últimas tablas se utilizarán para guardar la solución proporcionada por el algoritmo.

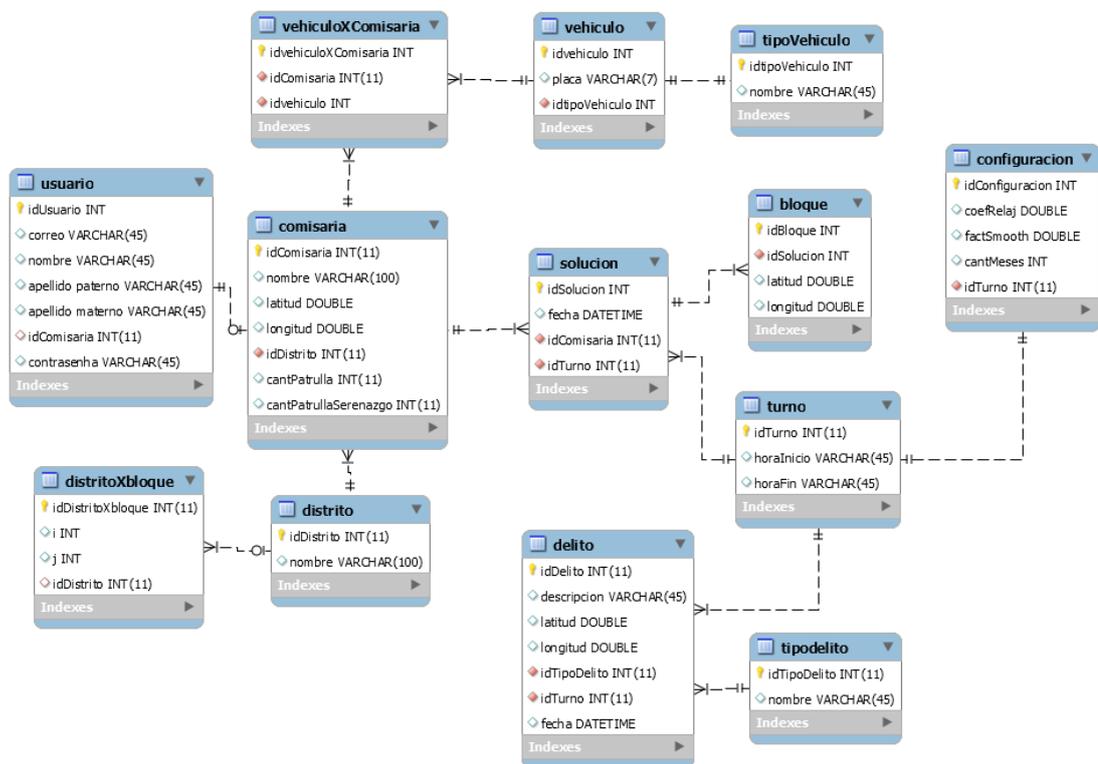


Fig. 12 – Diagrama Entidad-Relación para la estructura de datos de solución propuesta.

Arquitectura de la solución

En esta sección, se detalla la arquitectura de la solución web y móvil, y se muestran las interacciones de los componentes y tecnologías que se utilizaron en el diseño.

Por un lado, el patrón de diseño de arquitectura de software utilizado para el aplicativo web es Modelo-Vista-Controlador, más conocido por sus siglas como MVC, el cual permite la separación de la vista (interfaz gráfica del usuario), la lógica del negocio y el acceso a datos (Delessy-gassant and Fernandez 2012) Estas tres capas ofrecen una estructura adecuada para un sistema web.

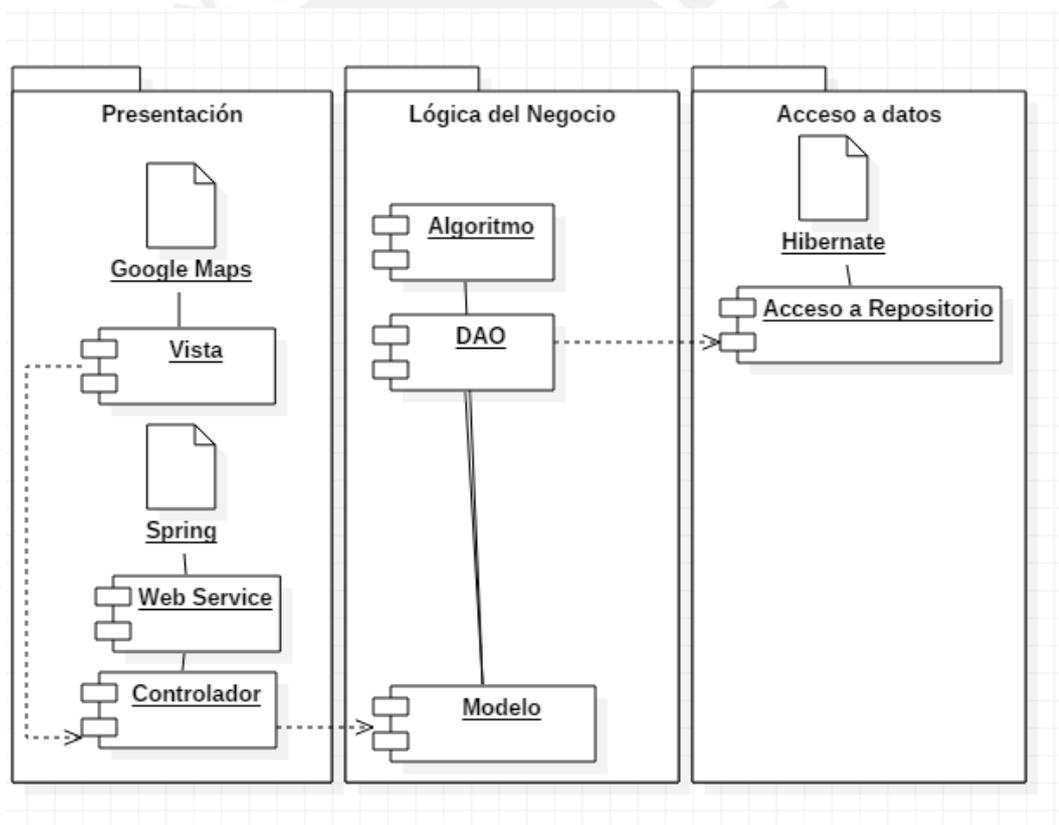


Fig. 13 – Diagrama de componentes para la arquitectura web

Por otro lado, el patrón de diseño de arquitectura de software utilizado para el aplicativo móvil es Modelo-Vista-Presentador, más conocido por sus siglas como MVP, el cual es una derivación del MVC con la diferencia de que el Presentador recupera datos de los repositorios (el modelo), y les da el formato correcto para que sea mostrado en la Vista. Estas tres capas ofrecen una estructura adecuada para un sistema móvil.

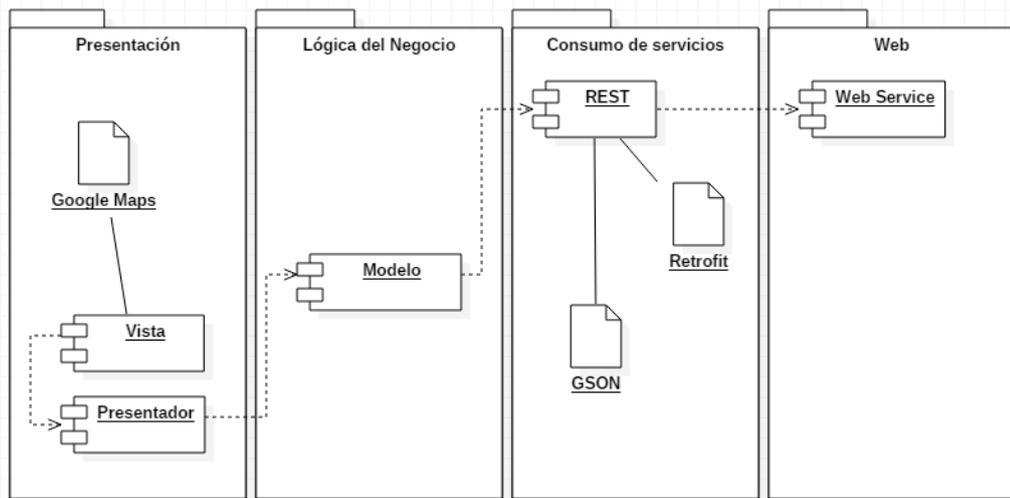


Fig. 14 – Diagrama de componentes para la arquitectura web.

CAPITULO 4: PRE PROCESAMIENTO Y ALGORITMO

Pre procesamiento de los bloques de Lima Metropolitana

Para la distribución de carga policial, es necesario saber qué zona estaría destinada a cada patrulla. Por esta razón, el mapa de Lima Metropolitana se representará por un grupo de bloques como en la fig. 15.

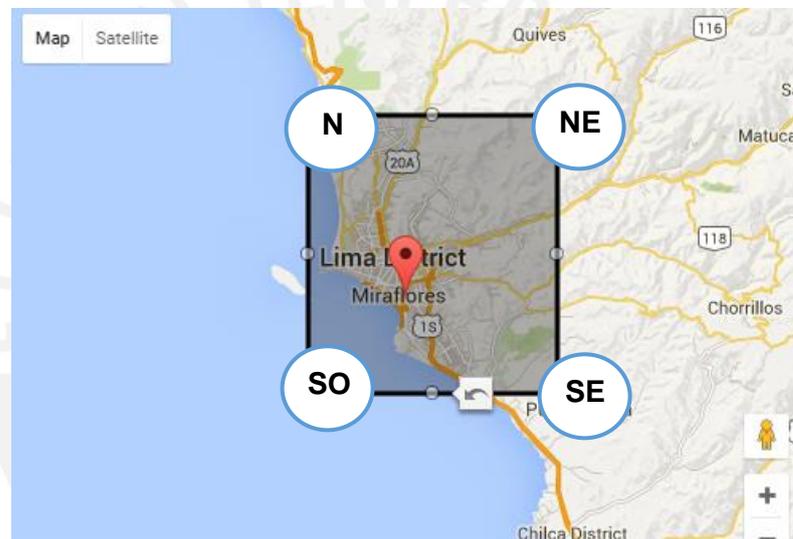


Fig. 15 – Grupo de bloques de Lima Metropolitana

Cada bloque será de 1km, mostrado en la fig. 16 y estará conformado por cuatro coordenadas geográficas Norte Este, Sur Oeste, Norte Oeste y Sur Este. Estas coordenadas permitirán expresar la solución de manera gráfica por Google Maps.

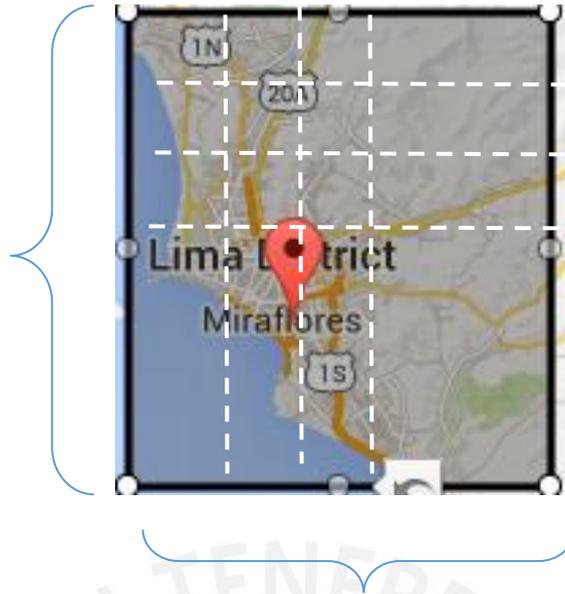


Fig. 16 – División de bloques de Lima Metropolitana.

Utilizando Google Maps Services, se obtuvo el distrito que pertenece cada bloque, pero esta información no estaba normalizada ni limpia. Por un lado, era necesario que cada bloque con su distrito se comuniquen con la base de datos propuesta, ya que había casos como el distrito San Juan de Lurigancho que estaba registrado en Google Maps como SJL, por lo que se procedió a normalizar manualmente cada inconsistencia. Por otro lado, en el grupo de bloques inicialmente planteado, había bloques que no pertenecían a Lima Metropolitana por lo cual se tuvo que proceder a limpiar esta data. Al término del pre procesamiento del mapa, se encontró un grupo de bloques por cada distrito, toda esta información se guardó en la base de datos, la tabla Distritoxbloque. La fig. 17 describe con bloques lo que es el distrito de Ancón.

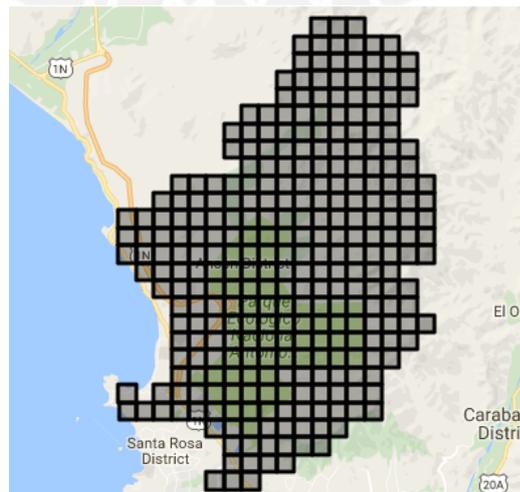


Fig. 17 – Grupos de bloques del Distrito de Ancón

Pre procesamiento de los delitos

El algoritmo que propondrá la distribución de carga policial necesitará una función objetivo en base al índice de criminalidad, el cual será calculado por la información de los delitos pasados.

Para obtener este índice, se utilizará *Exponential Smoothing*, el cual consiste en estimar los delitos futuros recordando una proporción de los pasados, es decir, los datos más antiguos se les da progresivamente menos importancia, mientras que los más actuales se les da mayor peso. Este factor se le conoce como *Smoothing Factor*. Este método es utilizado en la vida real para determinar qué delitos considerar o no debido a su antigüedad, ya que es la forma más intuitiva. En la tabla 5, se muestra un ejemplo de éste método con *Smoothing Factor* (s) de 0.25

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Demanda	73	68	82	78	81	76
Predicción	73	73	72	74	75	77

Tabla 5. Ejemplo de *Exponential Smoothing*. Elaboración Propia.

La función utilizada para estos cálculos es recursiva ya que está definida en base a la misma función:

$$\text{Predicción (Mes 2)} = \text{Demanda (Mes 1)} * s + \text{Predicción (Mes 1)} * (1-s)$$

Para evitar el re cálculo de las funciones se utilizará el método de Programación Dinámica, el cual permitirá guardar la información ya calculada para poder re utilizarla.

$$\text{Predicción [0]} = 73 = \text{Demanda [0]}$$

$$\text{Predicción [1]} = 73 = \text{Demanda [1]} * s + \text{Predicción [0]} * (1-s)$$

$$\text{Predicción [2]} = 72 = \text{Demanda [2]} * s + \text{Predicción [1]} * (1-s)$$

$$\text{Predicción [3]} = 74 = \text{Demanda [3]} * s + \text{Predicción [2]} * (1-s)$$

..

$$\text{Predicción [i]} = X = \text{Demanda [i]} * s + \text{Predicción [i-1]} * (1-s)$$

En la herramienta, al momento de registrar un delito, se obtiene la ubicación geográfica, la cual permitirá identificar a qué bloque pertenece. Es decir, cada bloque agrupará a un grupo de delitos. De acuerdo a la configuración del algoritmo por medio de la herramienta, se determinará cuántos meses atrás se considera para la predicción de los delitos. Es decir, si se configura que esta predicción cuente con 10 meses anteriores, la herramienta tomará solo los delitos de los últimos 10 meses para calcular el onceavo mes.

Algoritmo GRASP

Luego de pre procesar el mapa de Lima Metropolitana y los delitos, se podrá integrar con el algoritmo. Este optimizará la distribución los vehículos tanto como los de la Policía y los del Serenazgo, al momento de repartir los patrulleros se tendrá como criterio distribuir primero los de la misma policía y luego los de Serenazgo. Para el algoritmo, como se había mencionado antes, se utilizará el GRASP cuya función objetivo será minimizar la distancia entre la comisaría del distrito a la zona afectada por delitos y maximizar que esa zona tenga el mayor índice de criminalidad, es decir, que tenga la mayor probabilidad de que ocurra algún delito.

- **Datos de entrada**

Para el algoritmo, se utilizarán las siguientes variables:

- Iteraciones: número de iteraciones para buscar la mejor solución
- Distrito: distrito en el cual se va a realizar la optimización de patrullas
- Comisaría: comisaría en la cual se van a distribuir sus patrullas
- CoordComisaria: coordenadas de la comisaría
- Delitoslst: lista de delitos con mayor incidencias en el distrito
- Coordenadaslst: lista de coordenadas de los delitos con mayor incidencias en el distrito
- Alpha: coeficiente de relajación del algoritmo
- Turno: periodo de tiempo en que se basará la lista de delitos y los vehículos a distribuir

- VehiculosLst: lista de vehículos de una comisaria
- VehiculosSol: lista de vehículos de una iteración en específico.
- VehiculosOpt: lista de vehículos optimizados de una iteración en específico.
- Solución: mejor lista de vehículos optimizados
- SolOpt: mejor costo de los vehículos optimizados
- Sol: costo de los vehículos optimizados de una iteración en específico

- **Función de Costo**

La siguiente función se va a aplicar para determinar la calidad de la solución del algoritmo

$$\text{Costo} = \text{índice de Criminalidad} / \text{distancia}$$

Donde:

- Índice de Criminalidad: es la cantidad estimada de delitos que tendrá un bloque de distrito. Se dice estimada ya que es lo que se predijo con el *Exponential Smoothing*
- Distancia: es la distancia entre un bloque de distrito a la comisaría.
- El objetivo es maximizar la función objetivo.

- **Datos de salida**

El algoritmo devolverá la lista de vehículos tanto de la Policía como los del Serenazgo, detallando por cada vehículo sus bloques del distrito asignados.

- **Algoritmo - Principal:**

Para iniciar con el algoritmo, se debe recopilar toda la información de acuerdo al turno y el distrito. Por tal motivo, en el Pseudocódigo 1, en la línea 2, primero empieza recolectando las coordenadas de la comisaría, en la línea 3, los bloques de mayor índice de criminalidad según el distrito de la

comisaría y el turno, y por último, en la línea 4, la lista de los vehículos tanto de la policía y Serenazgo que se distribuirán.

El algoritmo GRASP es iterativo por lo que en cada iteración éste se irá quedando con la mejor solución, como se puede observar en el Pseudocódigo 1, en la línea 7. Cada iteración cuenta con dos fases: constructiva y mejora. Para el primer punto, se construirá una población inicial y para el segundo, se busca la mejor solución entre un conjunto de elementos vecinos. A continuación, se presenta el pseudocódigo del algoritmo:

1	Función Grasp (iteraciones, distrito, delitosLst, alpha, turno , coordenadasLst, comisaria)
2	coordComisaria=coordenadas(comisaria)
3	delitosLst = obtenerDelitos(distrito,turno)
4	vehiculosLst = obtenerVehiculos(comisaria)
5	i=1
6	solOpt= 0
7	Mientras i<= iteraciones hacer
8	faseConstructiva (alpha, delitosLst, coordComisaria, vehiculosLst, coordenadasLst)
9	vehiculosOpt=faseMejora(vehiculosSol)
10	sol=costoTotal(vehiculosOpt, coordComisaria)
11	Si sol<= solOpt entonces
12	solOpt=sol
13	solucion= vehiculosOpt
14	Fin Si
15	i=i+1

16	Fin mientras
17	Retornar solución
18	Fin Función

Pseudocódigo 1. Función Grasp. Elaboración Propia.

- **Algoritmo - Fase Constructiva**

Esta fase como la nombramos en líneas anteriores es la que forma la población de la posible solución, la cual tiene dos condiciones de parada: que se cubran la mayor cantidad de delitos y que hayan suficientes vehículos para abastecer, ambos criterios están en el Pseudocódigo 2, en la línea 2. En cada vuelta, se buscará un vehículo aleatorio dando prioridad a los de la policía sobre los de serenazgo, mostrado en la línea 4. En la línea 5 y 6, se calculan los costos mínimo, Pseudocódigo 5, y máximos, Ps6, que son necesarios para poder obtener la lista de candidatos restringida.

1	Función faseConstructiva (alpha, delitosLst, coordComisaria, vehiculosLst, coordenadasLst)
2	j=1
3	Mientras quedanDelitos y quedaVehiculos hacer
4	placa = buscarVehiculo(vehiculosLst)
5	max = costoMaximo(delitosLst, coordenadasLst, coordComisaria)
6	min= costoMinimo(delitosLst, coordenadasLst, coordComisaria)
7	LCR= obtenerLCR(max,min, delitosLst, coordComisaria, coordenadasLst)
8	delito=obtenerRandom(LCR)
9	vehiculosSol(placa)
10	Fin mientras

	Retonar vehiculosSol
11	Fin Función

Pseudocódigo 2. Función Fase constructiva. Elaboración Propia.

1	Función buscarVehiculo(vehiculoList)
2	i = random(tamaño(vehiculoLst))
3	Retornar vehiculoLst(i)
4	Fin Función

Pseudocódigo 3. Función buscar vehículo. Elaboración Propia.

Los costos son calculados por el índice de criminalidad entre la distancia. Este índice de criminalidad proviene de la cantidad de delitos que exista en una zona y la distancia será entre esta zona y la comisaría. Como la función objetivo es maximizar esta fracción, se maximizará el cubrir el mayor índice de criminalidad, minimizando la distancia entre los vehículos y la comisaría, calculado de la misma forma en el Pseudocódigo 4, en la línea 2.

1	Función costo(delito, coordenada, coordenadaComisaria)
2	aux= delito/distancia(coordenada, coordenadaComisaria)
3	Retornar aux
4	Fin Función

Pseudocódigo 4. Función costo. Elaboración Propia.

1	Función costoMaximo (delitosLst,, coordenadasLst, coordComisaria)
2	costoMax=0
3	costoAux=0
4	Para i= 1... tamaño(delitosLst) hacer

5	costoAux=delitosLst(i)/distancia(coordenadasLst(i), coordComisaria)
6	Si costoMax<costoAux entonces
7	costoMax=costAux
8	Fin si
9	Fin Para
10	Retornar costoMax
11	Fin Función

Pseudocódigo 5. Función costo máximo. Elaboración Propia.

1	Función costoMinimo (delitosLst,, coordenadasLst, coordComisaria)
2	costoMin= ∞
3	costoAux=0
4	Para i= 1... tamaño(delitosLst) hacer
5	costoAux=delitosLst(i)/distancia(coordenadasLst(i), coordComisaria)
6	Si costoMin >costoAux entonces
7	costoMin =costAux
8	Fin si
9	Fin Para
10	Retornar costoMin
11	Fin Función

Pseudocódigo 6. Función costo mínimo. Elaboración Propia.

LCR, llamado también como lista restringida de candidatos, está formada por los mejores candidatos susceptibles de ser escogidos para luego escoger uno aleatoriamente de ese conjunto y añadirlo a la solución.

La lista restringida de candidatos se basa en lo siguiente:

β = Mejor valor -> máximo costo

τ = Peor valor -> mínimo costo

α = Coeficiente de relajación

$$\text{LRC} = \{ \tau + \alpha (\beta - \tau) \leq \text{fo}() \leq \beta \}$$

Este criterio es reflejado en el Pseudocódigo 7, ya que es la única manera de ir poblando el LCR es mediante la línea 5, la cual es similar a lo explicado en líneas anteriores.

1	Función obtenerLCR(max,min, delitosLst, coordComisaria, coordenadasLst)
2	costoAux=0
3	Para i = 1.. tamaño(delitosLst) hacer
4	costoAux=delitosLst(i)/distancia(coordenadasLst(i), coordComisaria)
5	Si (min + alpha*(max-min)<=costoAux Y costoAux <=max) entonces
6	LCR.agregar(delitosLst(i))
7	Fin Si
8	Fin Para
9	Retornar LCR
10	Fin Función

Pseudocódigo 7. Función obtener LCR. Elaboración Propia.

1	Función obtenerRandom (LCR)
2	i = random(tamaño(LCR))
3	Retornar LCR(i)
4	Fin Función

Pseudocódigo 8. Función obtener random. Elaboración Propia.

CAPITULO 5: HERRAMIENTA WEB

Para la herramienta web, los usuarios serán los ciudadanos y la policía, como se mencionó en un capítulo anterior, las funcionalidades por cada tipo de usuario las cuales están detalladas en la fig. 18.

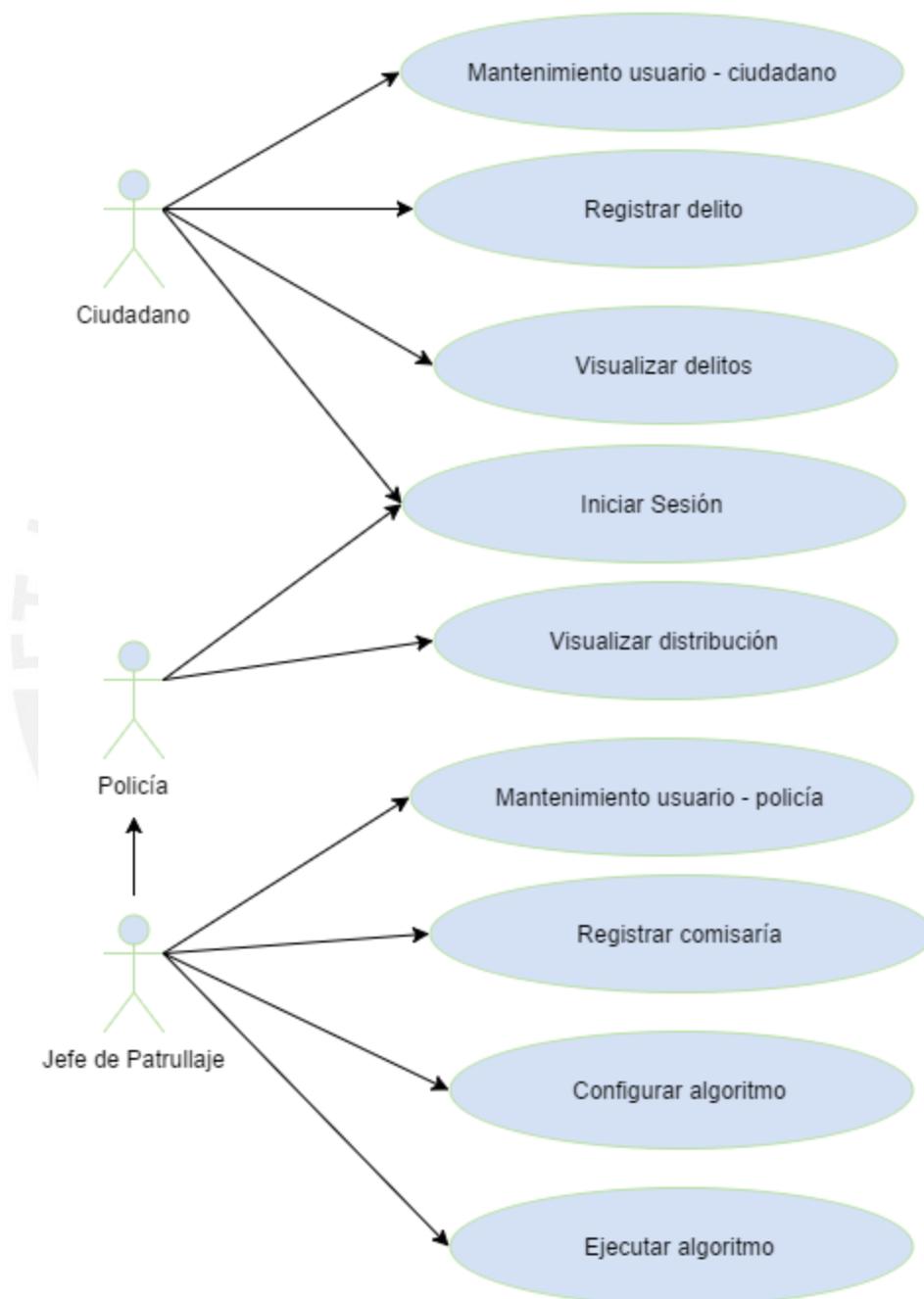


Fig. 18 – Casos de uso de los actores ciudadano, jefe de patrullaje y policía.

CU0: Iniciar sesión

Código	CRD00
Nombre	Iniciar sesión
Actores	Todos los usuarios
Descripción General El usuario se identifica en el sistema para tener acceso a las funcionalidades de acuerdo al tipo de usuario.	
Flujo de Eventos Básico La <u>autenticación</u> del usuario inicia cuando él accede de la página web del sistema o dispositivo móvil. <ol style="list-style-type: none">1. El usuario ingresa los campos obligatorios: usuario y contraseña.2. El usuario hace clic en el botón "Iniciar sesión".3. El sistema valida los campos ingresados.4. Si los datos no son válidos, el sistema debe mandar un mensaje de error de validación.	
Flujo Alternativo Si el usuario no tiene una cuenta <ol style="list-style-type: none">1. El usuario ingresa los siguientes campos : usuario, contraseña, repetir contraseña2. El usuario hace clic en el botón "Guardar"3. El sistema valida los campos ingresados Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.	
Pre-condición	Debe tener una cuenta de usuario en el sistema.
Post-	El usuario inicia sesión con su perfil respectivo.

condición	
------------------	--

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 19, la cual tiene los campos usuario y contraseña.



Fig. 19 – Pantalla de caso de uso Iniciar Sesión.

CU1: Mantenimiento usuario - ciudadano

Código	CU1
Nombre	Mantenimiento usuario - ciudadano
Actores	Ciudadano
Descripción General	
El usuario se crea una cuenta para poder acceder al sistema	
Flujo de Eventos Básico	
Para realizar este flujo, el usuario debe de ingresar a la pantalla principal y hacer clic “¿No tienes cuenta? Créate una!” .	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos : usuario, contraseña, repetir contraseña 2. El usuario hace clic en el botón “Guardar” 	

<p>3. El sistema valida los campos ingresados</p> <p>Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.</p>	
Pre-condición	El usuario no tiene cuenta en el sistema
Post-condición	El sistema crea una cuenta al usuario

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 20, la cual tiene los campos correo electrónico, contraseña y repetir contraseña. Estos datos que pide el sistema son los mínimos ya que las pseudo denuncias que se registrarán en el sistema serán anónimas.

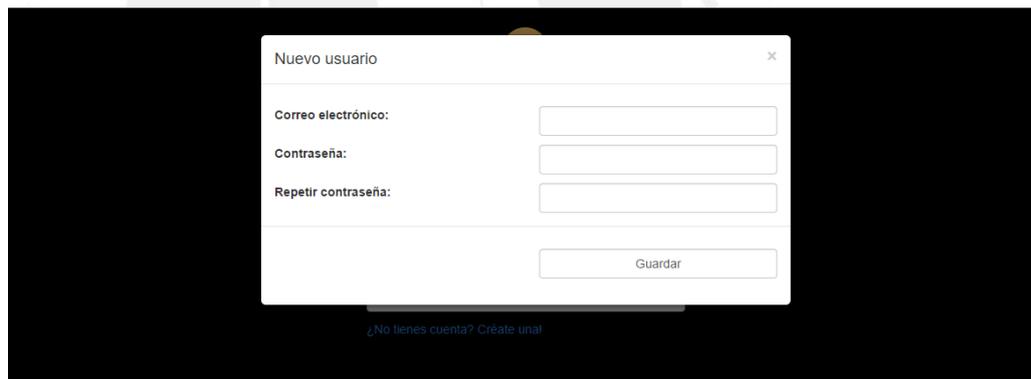


Fig. 20 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento Usuario – Ciudadano.

CU2: Registrar delito

Código	CU2
Nombre	Registrar delito
Actores	Ciudadano

<p>Descripción General</p> <p>El usuario desea registrar un delito</p>	
<p>Flujo de Eventos Básico</p> <p>Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos : tipo de delito, fecha, turno y descripción 2. El usuario hace clic en el botón “Guardar” 3. El sistema valida los campos ingresados <p>Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.</p> <p>Flujo Alternativo</p> <p>Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona un delito del mapa 2. El sistema muestra el detalle del delito registrado 	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema
Post-condición	El sistema registra el delito

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 21, la cual tiene los campos tipo de delito, fecha de registro, turno y descripción. La ubicación se tomará automáticamente a través del mapa de Google Maps. Entre los datos que pide el sistema se encuentran fecha de registro ya que se puede registrar delitos pasados.

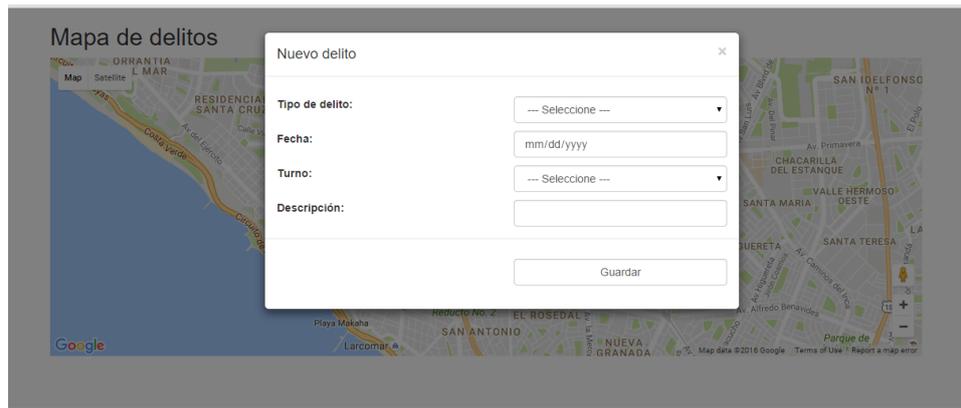


Fig. 21 – Pantalla del caso de uso Registrar un delito.

CU3: Visualizar delitos

Código	CU3
Nombre	Visualizar delitos
Actores	Ciudadano
Descripción General	
El usuario desea visualizar los delitos	
Flujo de Eventos Básico	
Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona un delito del mapa 2. El sistema muestra el detalle del delito registrado 	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema
Post-condición	El sistema debe haber mostrado el detalle de un delito en específico según la consulta del usuario.

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 22, la cual muestra en un mapa los delitos registrados por los ciudadanos, teniendo la opción de poder ver el detalle del delito: fecha de registro, turno y tipo de delito.

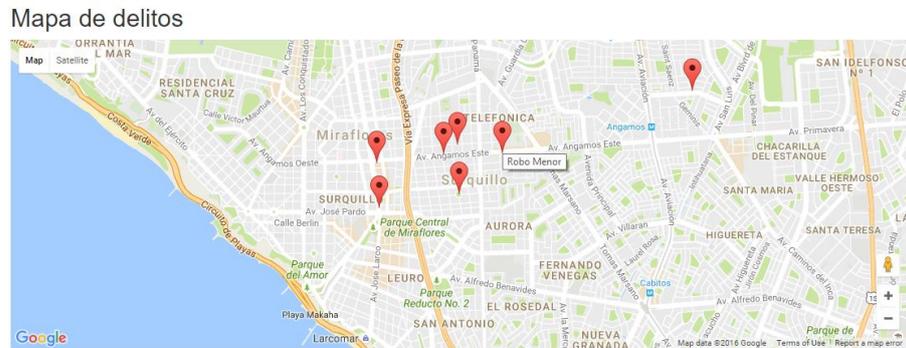


Fig. 22 – Pantalla del caso de uso Visualizar delitos.

CU4: Mantenimiento usuario – policía

Código	CU4
Nombre	Mantenimiento usuario - policía
Actores	Jefe de patrullaje
Descripción General	
El usuario crea una cuenta para poder acceder al sistema	
Flujo de Eventos Básico	
El usuario debe de dirigirse a la opción de Usuario en el menú	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos : usuario, contraseña, repetir contraseña y comisaría 2. El usuario hace clic en el botón “Guardar” 3. El sistema valida los campos ingresados <p>Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.</p>	

Pre-condición	Debe de identificarse al sistema como administrador u otro policía
Post-condición	El sistema crea una cuenta al usuario

CU5: Registrar comisaría

Código	CU5
Nombre	Registrar comisaría
Actores	Jefe de patrullaje
Descripción General	
El usuario crea una comisaría en el sistema	
Flujo de Eventos Básico	
El usuario debe de dirigirse a la opción de Comisaria en el menú y hacer clic en la ubicación de Google Maps.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos : nombre, cantidad de patrullas, cantidad de Serenazgo, placas de ambos tipos de vehículos 2. El usuario hace clic en el botón "Guardar" 3. El sistema valida los campos ingresados <p>Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.</p>	
Flujo Alternativo	
Para realizar este flujo el usuario debe de dirigirse a la opción de Comisaria en el menú y hacer clic en el mapa en el lugar en donde se encuentra la comisaría	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona una comisaría del mapa 2. El sistema muestra el detalle de la comisaría registrada 	

Pre-condición	Debe de identificarse al sistema como policía
Post-condición	El sistema registra los datos de la comisaría

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 23, la cual tiene los campos: nombre, cantidad de patrullas, cantidad de Serenazgo, placas de ambos tipos de vehículos. La ubicación se tomará automáticamente a través del mapa de Google Maps. En la fig. 24 y 25, se muestran cómo se visualizan los datos de la comisaría y la ubicación de la comisaría en el mapa.

The screenshot shows a web application interface for managing police stations. The main window is titled 'Comisarias' and features a Google Map on the left. A modal form titled 'Comisaria' is open in the center, containing the following fields:

- Nombre:** A text input field containing 'Comisaria de Surquillo'.
- Cantidad patrulleros:** A numeric input field containing '3'.
- Cantidad serenazgos:** A numeric input field containing '2'.
- Patrullas:** A list of three text input fields. The first field contains 'ABC-124'.
- Serenazgos:** A list of two empty text input fields.
- Cerrar:** A button at the bottom right of the modal.

Fig. 23 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento comisaría (Registro)

Comisarias

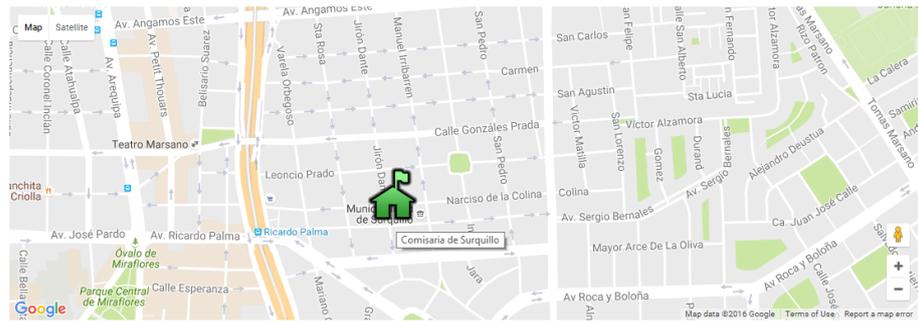


Fig. 24 – Pantalla del caso de uso Visualizar comisarias

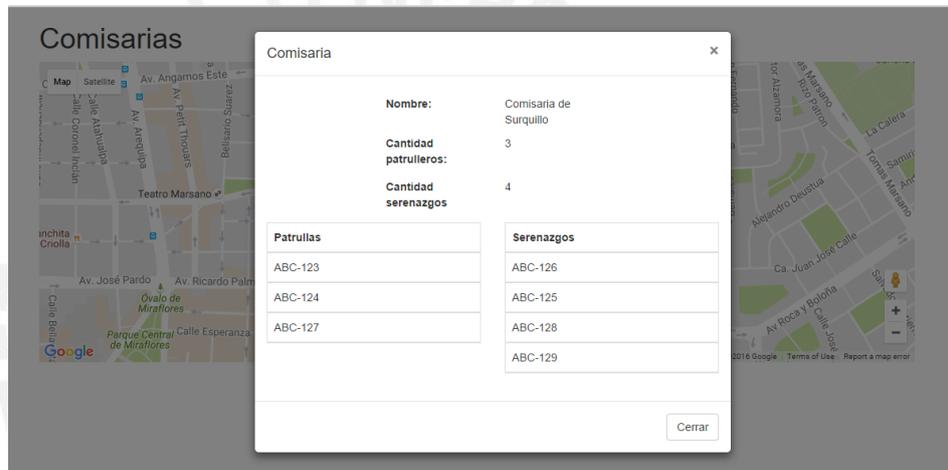


Fig. 25 – Pantalla del caso de uso Visualizar comisarias (patrullas)

CU6: Configurar algoritmo

Código	CU6
Nombre	Configurar algoritmo
Actores	Jefe de patrullaje
Descripción General	
El usuario configura el algoritmo para luego poder ser ejecutado.	

Flujo de Eventos Básico	
El usuario debe de dirigirse a la opción de Mapa de distribución en el menú.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos: coeficiente de relajación, factor smoothing, cantidad de meses, y turno 2. El usuario hace clic en el botón “Guardar” 3. El sistema valida los campos ingresados Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema como policía
Post-condición	El sistema registra las configuraciones del algoritmo

Para este caso de uso, la pantalla, como se muestra en la fig. 26, tiene los campos: coeficiente, propio del algoritmo GRASP; factor de smoothing, proporción de cuánto se quiere recordar del pasado para predecir el futuro; cantidad de meses; meses que se van a considerar en el algoritmo; y, turno; el algoritmo debe ser del turno en que se requiera actualizar. La comisaría se tomará automáticamente según el policía esté asociado.

Configuración

Coeficiente de Relajación:	<input type="text"/>
Factor Smoothing:	<input type="text"/>
Cantidad de Meses	<input type="text"/>
Turno	<input type="text"/>
	<input type="button" value="Guardar"/>

Fig. 26 – Pantalla del caso de uso Configurar algoritmo.

CU7: Ejecutar algoritmo

Código	CU8
Nombre	Ejecutar algoritmo
Actores	Jefe de patrullaje
Descripción General El usuario desea generar la distribución policial	
Flujo de Eventos Básico El usuario debe de dirigirse a la opción de Mapa de distribución en el menú. <ol style="list-style-type: none">1. El sistema muestra 03 opciones de solución mostradas por el algoritmo2. El usuario hace clic en el radio button para mostrar cada solución en el mapa3. El sistema muestra la solución en el mapa4. El usuario selecciona un bloque para ver qué vehículo ha sido asignado en él.5. El usuario hace clic en guardar según la solución seleccionada	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema como policía y configurado el algoritmo
Post-condición	El sistema registra la opción seleccionada por el usuario.

Para este caso de uso, se tiene la pantalla como se muestra en la fig. 27, la cual tiene una tabla que muestra las tres mejores soluciones propuestas por el algoritmo.

Mapa de distribución

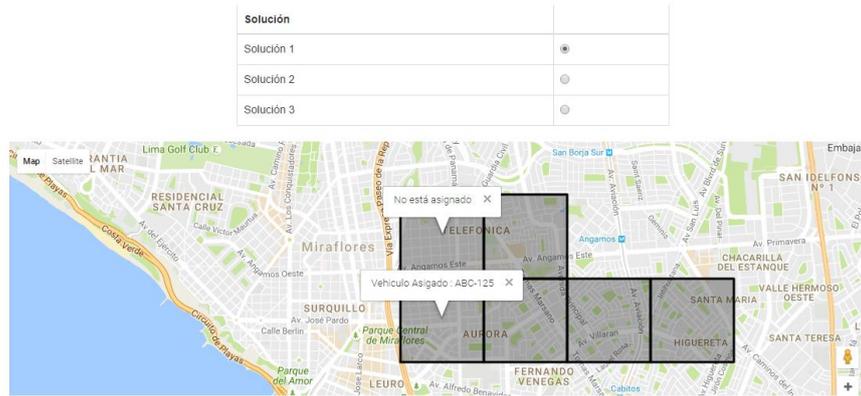


Fig. 27 – Pantalla del caso de uso Ejecutar algoritmo.

CU8: Visualizar distribución

Código	CU8
Nombre	Visualizar distribución
Actores	Policía y Jefe de Patrullaje
Descripción General	
El usuario desea visualizar la distribución policial	
Flujo de Eventos Básico	
El usuario debe de dirigirse a la opción de Configuración en el menú.	
1. El sistema muestra la solución guardada	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema como policía y configurado el algoritmo

Post-condición	El sistema muestra la distribución guardada por el usuario
-----------------------	--

Ejemplo de simulación de distribución de carga policial:

En este ejemplo, se observará como las piezas que tiene esta herramienta están conectadas para finalmente tener la distribución de carga policial. Para empezar, se tiene las siguientes configuraciones de la herramienta:

- coeficiente de relajación: 0.8
- factor *smoothing*: 0.25
- cantidad de meses: 10
- turno: 1 (08:00 am – 16:00 pm)
- distrito: 26 (Surquillo)
- comisaría de Surquillo ubicada en $i = 62$, $j = 25$
- 10 últimos meses a partir de octubre:

IdMes	Codmes
0	201601
1	201602
2	201603
3	201604
4	201605
5	201606
6	201607
7	201608
8	201609
9	201610

Tabla 6. Meses obtenidos por la herramienta. Elaboración Propia.

- delitos en el distrito de Surquillo:

idDelito	IdTurno	Fecha	IdPeriodo	Latitud	Longitud	i	j
1	2	2016-07-16	6	- 12.117222	- 77.020556	62	25
9	1	2016-08-11	7	- 12.113085	- 77.022206	61	25
10	2	2016-07-12	6	- 12.112068	- 77.020769	61	25
11	1	2016-05-09	4	- 12.113054	- 77.016048	61	25
13	1	2016-08-03	7	- 12.114250	- 77.013430	61	26
14	2	2016-06-02	5	- 12.106120	- 77.019674	61	25
15	1	2016-10-17	9	- 12.112917	- 77.021080	61	25
16	2	2016-10-08	9	- 12.110935	- 77.019331	61	25
17	3	2016-09-21	8	- 12.112886	- 77.018848	61	25
19	2	2016-09-16	8	- 12.109067	- 77.014482	61	26

Tabla 7. Delitos pertenecientes al distrito de Surquillo. Elaboración Propia.

Se puede observar que en la tabla 6 los meses se generan a partir del parámetro cantidad de meses, los cuales serán necesarios para saber qué delitos entraran en el algoritmo. Luego, en la tabla 7, esto delitos se empiezan a clasificar, según su fecha de registro, el idMes, al final, solo se contabilizan los del turno 1, los cuales están resaltados en amarillo. Además de ese campo, se encuentra al i y al j, los cuales se obtienen de sus coordenadas geográficas de cada delito, estos son distribuidos como se ve en la fig. 28. Anteriormente se menciona que el mapa de

Lima metropolitana está dividido por bloques de 10 kilómetros, de los cuales solo 6 pertenecen al distrito de Surquillo y son mostrados en la fig. 29.



Fig. 28 – Delitos ubicados según sus coordenadas.

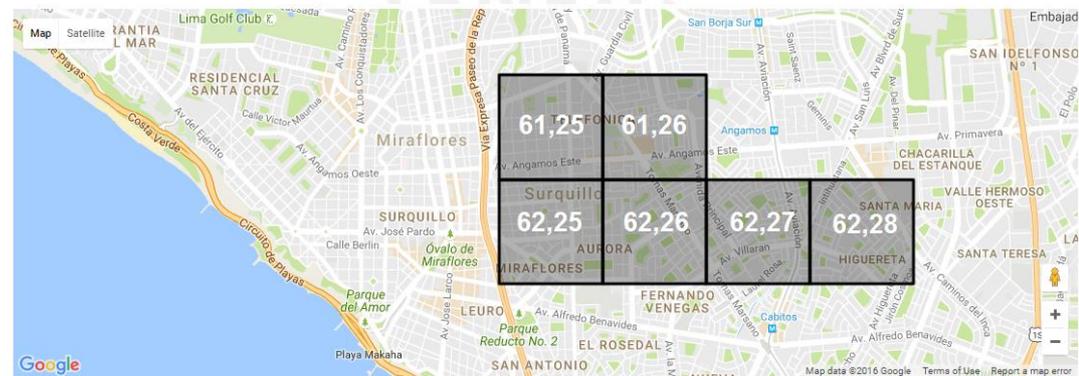


Fig. 29 – Bloques del distrito de Surquillo

Después, de este procesamiento de los delitos, y según la configuración del algoritmo. Se empezará a realizar la predicción de los delitos utilizando *Exponential Smoothing*, de los cuales se tuvo como resultado lo mostrado en la tabla 8.

IdTurno	i	j	Forecast
1	61	25	0.36
1	61	26	0.25

Tabla 8. Forecast según los delitos. Elaboración Propia.

Las predicciones son datos de entrada para el algoritmo, de las cuales se obtienen diferentes soluciones, en este caso, se presentan soluciones de acuerdo a la cantidad de vehículos, patrullas policiales o serenazgos.

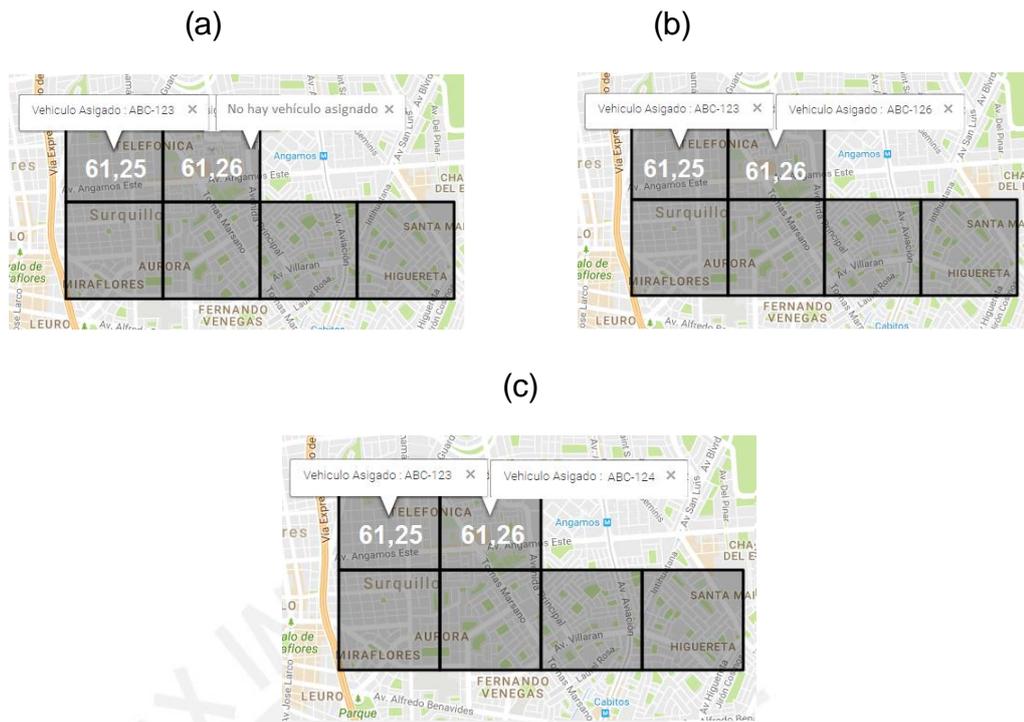


Fig. 30 – Asignación de vehículos a los bloques proporcionados por el algoritmo de acuerdo a la cantidad de patrulleros.

Tras ejecutar el algoritmo y en base a escoger los vehículos policiales antes que los del serenazgo para los bloques con mayor índice de criminalidad, se proporcionarán tres soluciones más óptimas, las cuales están ordenadas de mayor a menor el costo de la función objetivo del algoritmo. Para visualizar el funcionamiento del algoritmo, se ha optado plantear tres diferentes casos. Estos casos tratan de que la comisaría tenga una diferente distribución de vehículos, para cada caso se evaluará solo la primera solución, la cual debe ser la mejor. En la fig. 30 a, para el primer caso, la comisaría cuenta con un único vehículo ABC-123, el cual es policial, la solución más óptima que brinda el algoritmo es asignar este vehículo policial al bloque $i=61, j=25$, lo cual es lógico ya que, en la tabla 8, figura el $i=61, j=25$ es el que cuenta con mayor índice de criminalidad. En cambio, en el segundo caso, en la fig. 30 b, la comisaría cuenta con dos vehículos: ABC-123 (policial) y ABC-126 (serenazgo), en este caso, se asignará un vehículo tanto para $i=61, j=25$ e $i=61, j=26$ bloques con mayor incidencia. Caso diferente con la fig. 30 c, que se cuenta con tres vehículos: ABC-123 (policial), ABC-124 (policial) y ABC-126 (serenazgo) con lo cual el algoritmo opta por elegir a los dos vehículos policiales primero ya que solo existen dos bloques con mayor incidencia criminal. De acuerdo a las configuraciones y las unidades policiales, el algoritmo podrá adaptarse a la situación, brindando la solución más óptima posible.

CAPITULO 6: HERRAMIENTA MÓVIL

Para la herramienta móvil, los usuarios serán solo los ciudadanos, cuyas funcionalidades están detalladas en la fig. 31.

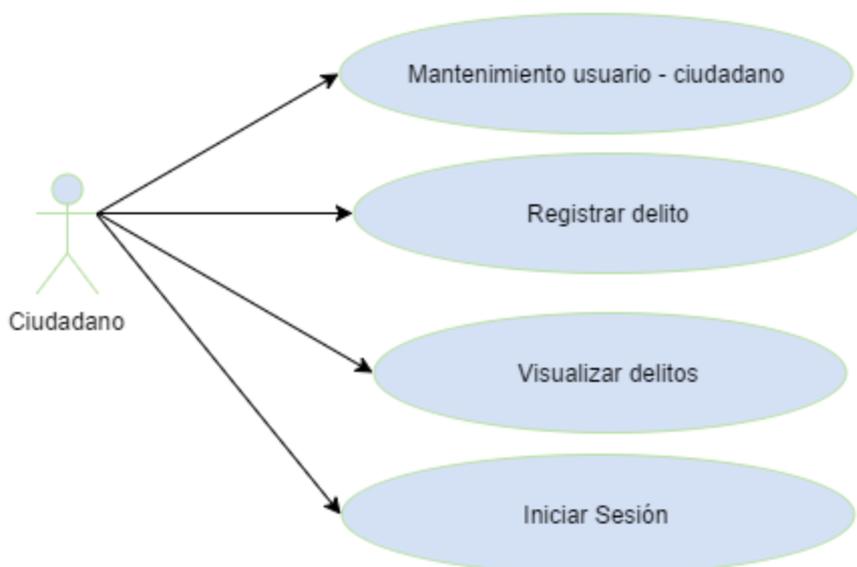


Fig. 31 – Casos de uso del actor ciudadano.

Los casos de uso para móvil, son iguales a los de web.

A continuación, se muestran las pantallas según cada caso de uso

CU0: Iniciar sesión

Código	CRD010
Nombre	Iniciar sesión
Actores	Ciudadano
Descripción General El usuario se identifica en el sistema para tener acceso a las funcionalidades de acuerdo al tipo de usuario.	
Flujo de Eventos Básico La <u>autenticación</u> del usuario inicia cuando el usuario accede de la página web	

del sistema o dispositivo móvil.

1. El usuario ingresa los campos obligatorios: usuario y contraseña.
2. El usuario hace clic en el botón “Iniciar sesión”.
3. El sistema valida los campos ingresados.
4. Si los datos no son válidos, el sistema debe mandar un mensaje de error de validación.

Si el usuario no tiene una cuenta

1. El usuario ingresa los siguientes campos : usuario, contraseña, repetir contraseña
2. El usuario hace clic en el botón “Crear cuenta”
3. El sistema valida los campos ingresados

Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.

Pre- condición	Debe tener una cuenta de usuario en el sistema.
Post- condición	El usuario inicia sesión con su perfil respectivo.

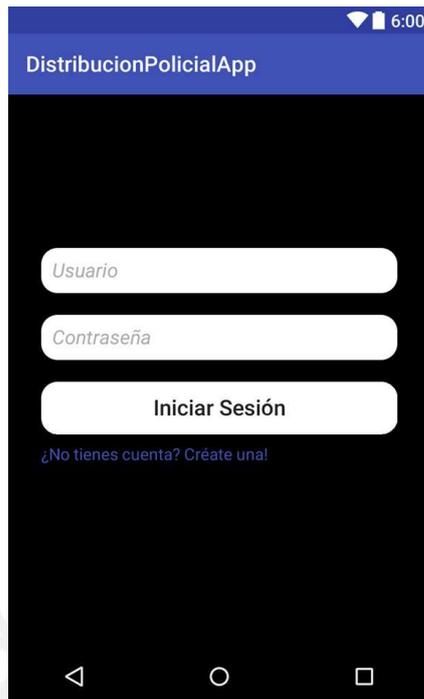
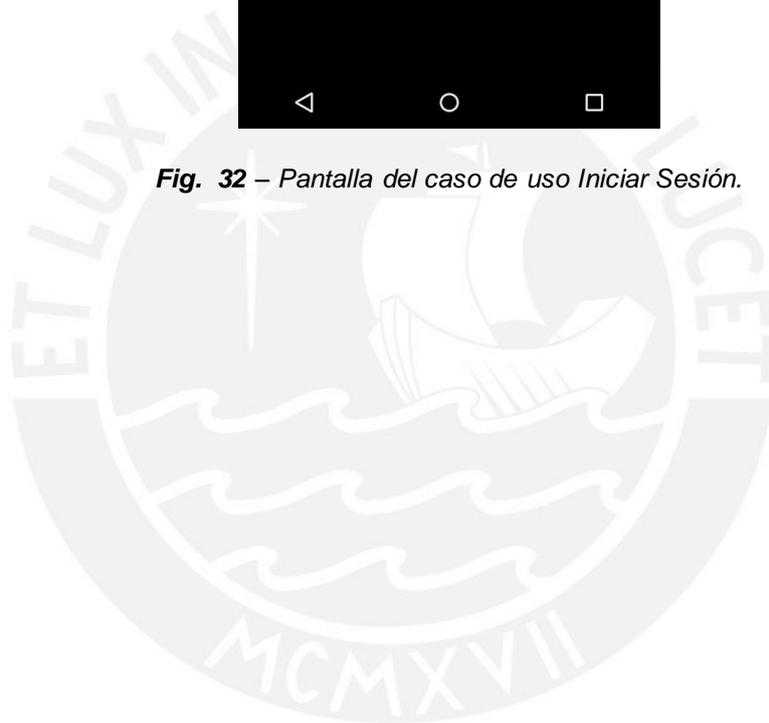


Fig. 32 – Pantalla del caso de uso Iniciar Sesión.



CU11: Mantenimiento usuario - ciudadano

Código	CU11
Nombre	Mantenimiento usuario - ciudadano
Actores	Ciudadano
Descripción General El usuario se crea una cuenta para poder acceder al sistema	
Flujo de Eventos Básico Para realizar este flujo, el usuario debe de ingresar a la pantalla principal y hacer clic " ¿No tienes cuenta? Créate una! ". <ol style="list-style-type: none">1. El usuario ingresa los siguientes campos : usuario, contraseña, repetir contraseña2. El usuario hace clic en el botón "Crear cuenta"3. El sistema valida los campos ingresados Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.	
Pre-condición	El usuario no tiene cuenta en el sistema
Post-condición	El sistema crea una cuenta al usuario



Fig. 33 – Pantalla del caso de uso Mantenimiento Usuario- Ciudadano.

CU12: Registrar delito

Código	CU12
Nombre	Registrar delito
Actores	Ciudadano
Descripción General	
El usuario desea registrar un delito	
Flujo de Eventos Básico	
<p>Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa los siguientes campos : tipo de delito, fecha, turno y descripción 2. El usuario hace clic en el botón “Registrar delito” 	

3. El sistema valida los campos ingresados
Si no son válidos el sistema mostrará un mensaje de error de validación.

Flujo Alternativo

Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito.

3. El usuario selecciona un delito del mapa
4. El sistema muestra el detalle del delito registrado

Pre-condición	Debe de identificarse al sistema
Post-condición	El sistema registra el delito



Fig. 34 – Pantalla del caso de uso Registrar delito.

CU13: Visualizar delitos

Código	CU13
Nombre	Visualizar delitos
Actores	Ciudadano
Descripción General El usuario desea visualizar los delitos	
Flujo de Eventos Básico Para realizar este flujo el usuario debe estar en la página principal y hacer clic en el mapa en el lugar en donde sucedió el delito. <ol style="list-style-type: none">1. El usuario selecciona un delito del mapa2. El sistema muestra el detalle del delito registrado	
Pre-condición	Debe de identificarse al sistema
Post-condición	El sistema debe haber mostrado el detalle de un delito en específico según la consulta del usuario.

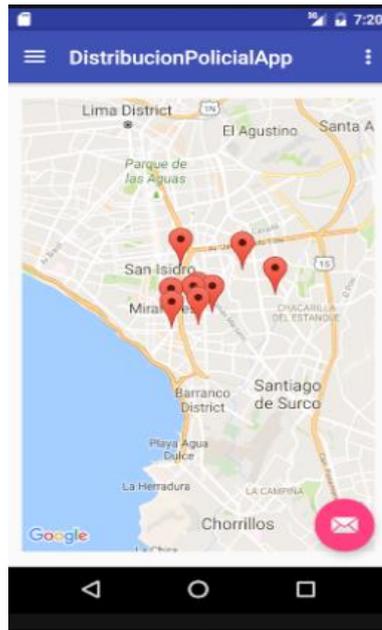
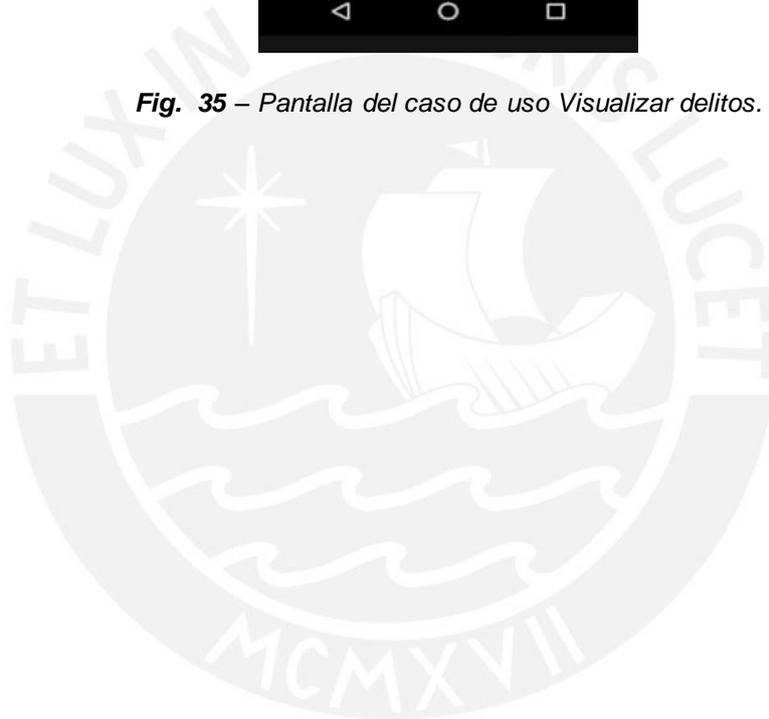


Fig. 35 – Pantalla del caso de uso Visualizar delitos.



CAPITULO 7: OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo tiene como objetivo presentar las observaciones encontradas en este proyecto y las conclusiones que se obtuvieron a partir del desarrollo. Además, se incluirán algunas sugerencias o recomendaciones para trabajos futuros a nivel de mejoras relacionados al manejo de las patrullas de los policías.

Observaciones

Se presenta las observaciones encontradas durante el desarrollo del proyecto:

- A lo largo del proyecto, se ha podido observar que la hipótesis planteada al inicio: la policía no cuenta con una eficiente distribución de las patrullas era correcta, ya que tras entrevistas se vio que solo partían el distrito en bloques del mismo tamaño sin algún criterio.
- En este proyecto de tesis, se ha propuesto una distribución dinámica por medio de los índices de criminalidad y luego de haber cumplido con cada objetivo específico definido en la tesis, se obtuvo la herramienta que ayudaría a los policías a combatir con el crimen.
- Esta herramienta propone una distribución de patrullas diferente a la actual ya que solo consideraba bloques de grandes perímetros sin importar si algún bloque necesite mayor vigilancia que otro.
- Los índices de criminalidad son efectivos ya que se ha comprobado que los lugares en donde ocurrieron los delitos vuelven a suceder ya que una zona del crimen se mantiene en el tiempo como una tendencia.
- Las tecnologías utilizadas a lo largo del proyecto fueron con las versiones más recientes y del conocimiento del tesista.

Conclusiones

Una vez finalizado el trabajo del proyecto de fin de carrera se puede concluir lo siguiente:

- Se ha logrado construir una herramienta para la distribución de vehículos de la policía y de Serenazgo
- Se ha logrado realizar el modelado del proceso actual de distribución de carga policial y proponer el proceso que se realizaría con la herramienta
- Se ha logrado diseñar un modelo de base de datos capaz de soportar las estructuras necesarias desde la recolección de los delitos hasta los resultados de las distribuciones de carga policial calculadas por el algoritmo.
- Se ha logrado definir y diseñar la arquitectura de software de la herramienta que incluya una parte móvil y una parte cliente servidor.
- Se ha logrado diseñar un algoritmo heurístico para la distribución cercana a la óptima de vehículos policiales utilizando índices de criminalidad geolocalizados.
- Se ha logrado implementar un prototipo funcional web integrado de la herramienta para el registro de denuncias informales y la propuesta de distribución de carga policial.
- Se ha logrado implementar un aplicativo móvil que permita registrar delitos y, también, que refleje la solución escogida de distribución óptima de carga policial por el prototipo funcional.
- Se ha logrado realizar pruebas del sistema con datos del distrito de Surquillo con delitos basados en noticias y de experiencia propia.

Recomendaciones

Se recomienda para trabajos futuros relacionados al tema lo siguiente:

- Se puede conectar esta herramienta con la base de datos de la Policía Nacional del Perú a modo de enriquecer los delitos y obtener cifras más reales.
- Se puede agregar mayores funcionalidades al sistema como alertas del aplicativo móvil que no se consideraron para el alcance de este proyecto. Por ejemplo: según tu ubicación, el dispositivo móvil mande alertas de que te encuentras en una zona de alta criminalidad

- Se puede agregar un muro similar al de Facebook. En el cual, los ciudadanos puedan comentar sobre un delito en específico y advertir o confirmar lo sucedido.
- Se puede realizar las pruebas del sistema en diversos distritos.



Referencias bibliográficas

- Alto al Crimen. 2014. "App Alto Al Crimen."
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hubsec.altoalcrimen&hl=es_419.
- Android Studio. 2016. "Android Studio - The Official IDE for Android."
<https://developer.android.com/studio/index.html>.
- Bogomolov, Andrey et al. 2014. "Once upon a Crime: Towards Crime Prediction from Demographics and Mobile Data." *Proceedings of the 16th International Conference on Multimodal Interaction*: 427–34. <http://arxiv.org/abs/1409.2983>.
- CAD, Ciudadanos al día. 2012. "Mapa Del Delito Del Ministerio Público : Cómo Enfrentar Las Inseguridad Ciudadana En El Perú." : 1–4.
http://gestionpublica.org.pe/plantilla/rxv5t4/1029474941/enl4ce/2012/novi/revges_1694.pdf.
- Camacho-Collados, M., and F. Liberatore. 2015. "A Decision Support System for Predictive Police Patrolling." *Decision Support Systems* 75.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2015.04.012>.
- Capitulo, I. 2006. "Seguridad E Inseguridad Ciudadana : Concepto de Seguridad Ciudadana ..."
- CONASEC. 2013. "Plan Nacional de Seguridad Ciudadana. Acuerdo Nacional Por La Seguridad Ciudadana." : 116.
<http://www.pcm.gob.pe/seguridadciudadana/wp-content/uploads/2013/05/Plan.Nacional.Seguridad.Ciudadana.2013-2018.pdf>.
- De, V I Informe, and La Victoria. 2015. "LIMA CÓMO VAMOS."
- Delessy-gassant, Nelly, and Eduardo B Fernandez. 2012. "The Secure MVC Pattern." : 1–6.
- EuroCop. 2015. "EUROCOP PRED-CRIME SISTEMAS PARA LA PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DEL DELITO." <http://www.eurocop.com/catedra-eurocop/proyectos-en-marcha/eurocop-pred-crime-sistemas-para-la-prediccion-y-prevencion-del-delito/>.
- Gestión. 2016. "Gobierno Prorroga Estado de Emergencia En El Callao Por 45 Días." *Gestión*. <http://gestion.pe/politica/gobierno-prorroga-estado-emergencia-callao-45-dias-2152802>.

- Gobierno Bolivariano de Venezuela. 2015. "Servicio Vigilancia Y Patrullaje: Vehicular, Motorizado Y Punto a Pie." <http://cpnb.gob.ve/index.php/servicios/vigilancia-y-patrullaje>.
- Google. 2016. "API de Google Maps." <https://developers.google.com/maps/?hl=es>.
- Huet, Ellen. 2015. "PredPol, El Primer Software de Predicción Del Crimen." *Forbes*. <http://www.forbes.com.mx/predpol-el-primer-software-de-prediccion-del-crimen/>.
- Martins, Simone L, Panos M Pardalos, Mauricio G C Resende, and Celso C Ribeiro. 1999. "Greedy Randomized Adaptive Search Procedures." : 1–13.
- Microsoft. 2016. "Word." <https://products.office.com/es/word#>.
- Municipalidad de Lima. 2016. "Serenazgo de Lima." <http://www.munlima.gob.pe/programas/seguridad/serenazgo-de-lima>.
- MySQL. 2016. "MySQL Workbench 6.3." <https://www.mysql.com/products/workbench/>.
- Nacional, Directorio et al. 2015. "I REGISTRO NACIONAL DE DELITOS."
- NetBeans. 2016a. "NetBeans IDE Features." <https://netbeans.org/features/index.html>.
- . 2016b. "Using Hibernate in a Web Application." <https://netbeans.org/kb/docs/web/hibernate-webapp.html>.
- Newell, Allen, and Herbert a. Simon. 1976. "Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search." *Communications of the ACM* 19(3): 113–26.
- El País. 2015. "Predpol: El Software Que Usará La Policía Para Predecir Los Delitos." *El País*. <http://www.elpais.com.uy/informacion/predpol-software-policia-predecir-delitos.html>.
- Piaggio, Dante. 2015. "Solo 12% de Patrullas Tiene Radios Móviles Operativas En Lima." *El Comercio*. http://elcomercio.pe/lima/ciudad/solo-12-patrullas-tiene-radios-moviles-operativas-lima-noticia-1833827?ref=flujo_tags_513977&ft=nota_62&e=titulo.
- Publimetro.pe. 2014. "Lima Tiene Grave Déficit de Policías." *Publimetro*. <http://publimetro.pe/actualidad/noticia-lima-solo-tiene-policia-cada-953-habitantes-22673?ref=ecr>.
- Redacción Correo. 2014. "Perú Entre Países Más Inseguros de América Latina." *El Correo*. <http://diariocorreo.pe/ciudad/peru-entre-paises-mas-inseguros-de-america-l-11620/>.
- La Republica. 2015. "Policías Llegaron En Taxi a Pollería Que Era Asaltada En La Victoria | VIDEO." *La Republica*. <http://larepublica.pe/sociedad/730079-policia->

llega-en-taxi-polleria-que-era-asaltada-en-la-victoria.

Reyna, Rolly. 2016. "‘Marcas’ En San Isidro: PNP Tardó 8 Minutos En Llegar a Robo." *El Comercio*. <http://elcomercio.pe/lima/policiales/marcas-san-isidro-pnp-tardo-8-minutos-llegar-robo-noticia-1887793>.

Romero, César. 2016. "El 20% de Los Patrulleros Inteligentes Está Inoperativo." *La República*. <http://larepublica.pe/impres/a/en-portada/743173-el-20-de-los-patrulleros-inteligentes-esta-inoperativo>.

SCHOLARIUM SAS. 2016. "UML." <http://scholarium.info/uml/>.

Spring. 2016. "Spring Framework." <https://projects.spring.io/spring-framework/>.

StarUML. 2016. "StarUML 2." <http://staruml.io/>.

UNDP. 2013. "La Inseguridad Ciudadana Frena El Desarrollo de América Latina, Dice El PNUD." <http://www.undp.org/content/undp/es/home/presscenter/pressreleases/2013/11/12/citizen-insecurity-thwarts-latin-america-s-development-says-undp.html>.



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
PERÚ**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



Sistema de distribución de carga policial mediante de
predicción de delitos.

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

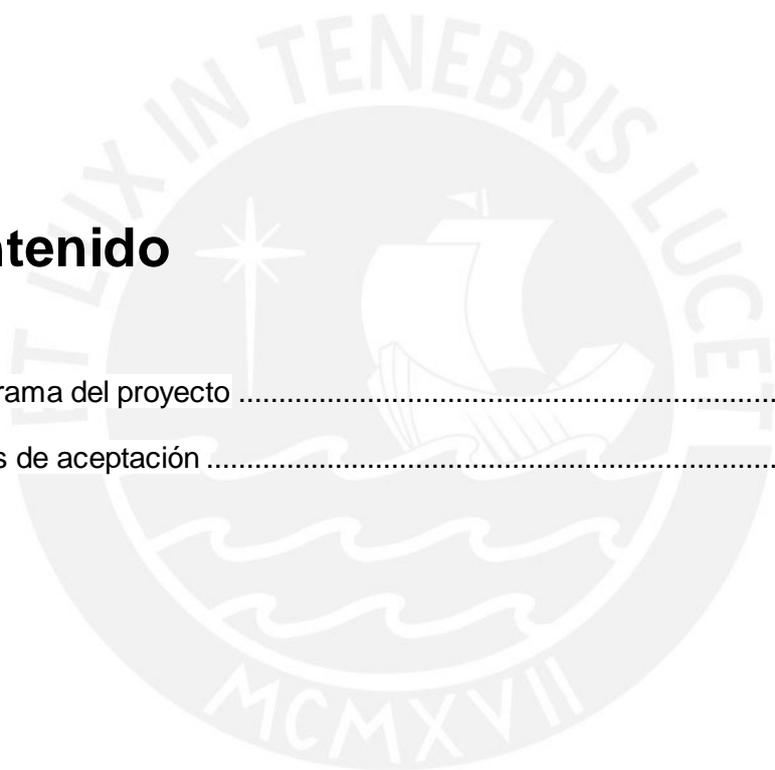
Mariella Vicky Gutierrez Delgado

ASESOR: Ing. Rony Cueva Moscoso

Lima, 2018

Contenido

Cronograma del proyecto	1
Pruebas de aceptación	6



Cronograma del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	% completado
Herramienta de distribución de carga policial	175 días	lun 04/04/16	lun 05/12/16		100%
Planificación	57 días	lun 04/04/16	mié 22/06/16		100%
Primer entregable	22 días	lun 04/04/16	mié 04/05/16		100%
Problemática	4 días	lun 04/04/16	jue 07/04/16		100%
Marco teórico	1 día	vie 08/04/16	vie 08/04/16	4	100%
Estado del arte	10 días	lun 11/04/16	vie 22/04/16	5	100%
Revisión del asesor	0 días	vie 22/04/16	vie 22/04/16		100%
Corrección del entregable	2 días	jue 28/04/16	vie 29/04/16	7FC+4 días	100%
Revisión del profesor del curso	0 días	lun 02/05/16	lun 02/05/16	8	100%
Corrección del entregable	2 días	lun 02/05/16	mar 03/05/16	9	100%
Primer entregable finalizado	0 días	mié 04/05/16	mié 04/05/16	10	100%
Segundo entregable	14,5 días	mié 04/05/16	mar 24/05/16		100%
Objetivo general	1 día	mié 04/05/16	mié 04/05/16	11	100%
Objetivo específicos	1,5 días	jue 05/05/16	vie 06/05/16	13	100%
Resultados	4 días	vie	jue	14	100%

esperados		06/05/16	12/05/16		
Revisión del asesor	0 días	jue 12/05/16	jue 12/05/16	15	100%
Corrección del entregable	2 días	mié 18/05/16	vie 20/05/16	16FC+4 días	100%
Revisión del profesor del curso	0 días	vie 20/05/16	vie 20/05/16	17	100%
Corrección del entregable	2 días	vie 20/05/16	mar 24/05/16	18	100%
Segundo entregable finalizado	0 días	mar 24/05/16	mar 24/05/16	19	100%
Tercer entregable	14,5 días	mié 01/06/16	mar 21/06/16		100%
Herramientas	1 día	mié 01/06/16	jue 02/06/16	20FC+6 días	100%
Metodos y procedimientos	1,5 días	jue 02/06/16	vie 03/06/16	22	100%
Alcance y limitaciones	4 días	lun 06/06/16	jue 09/06/16	23	100%
Revisión del asesor	0 días	jue 09/06/16	jue 09/06/16	24	100%
Corrección del entregable	2 días	jue 16/06/16	vie 17/06/16	25FC+4 días	100%
Revisión del profesor del curso	0 días	vie 17/06/16	vie 17/06/16	26	100%
Corrección del entregable	2 días	lun 20/06/16	mar 21/06/16	27	100%
Tercer entregable finalizado	0 días	mar 21/06/16	mar 21/06/16	28	100%
Exposición final	0 días	mié 22/06/16	mié 22/06/16	29	100%
Ejecución	97 días	lun 18/07/16	mar 29/11/16		100%
Modelado de	14 días	lun 18/07/16	jue 04/08/16		100%

procesos					
Levantamiento de información	14 días	lun 18/07/16	jue 04/08/16		100%
Entrevistas	6 días	lun 18/07/16	lun 25/07/16		100%
Desarrollo de los diagramas de módulo	8 días	mar 26/07/16	jue 04/08/16		100%
Diseño de la herramienta	15,5 días	vie 05/08/16	vie 26/08/16		100%
Estructura de datos	2,5 días	vie 05/08/16	mar 09/08/16	32	100%
Modelado de datos	1 día	vie 05/08/16	vie 05/08/16		100%
Creación de la base de datos	1 día	lun 08/08/16	lun 08/08/16	40	100%
Script de base de datos	0,5 días	mar 09/08/16	mar 09/08/16	41	100%
Arquitectura de la solución	6 días	mié 10/08/16	jue 18/08/16		100%
Diagrama de componentes de la solución móvil	3 días	mié 10/08/16	lun 15/08/16	42	100%
Diagrama de componentes de la solución móvil	3 días	lun 15/08/16	jue 18/08/16	44	100%
Prototipo de arquitectura móvil	0 días	mar 23/08/16	mar 23/08/16	45FC+3 días	100%
Prototipo de arquitectura web	0 días	vie 26/08/16	vie 26/08/16	46FC+3 días	100%
Pre procesamiento y algoritmo	31 días	vie 26/08/16	lun 10/10/16		100%
Pre procesamiento	15 días	vie 26/08/16	vie 16/09/16		100%
Recolección de delitos	5 días	vie 26/08/16	vie 02/09/16	47	100%

Adecuar Lima Metropolitana según Google Maps	7 días	vie 02/09/16	mar 13/09/16	50	100%
Aplicar exponential smoothing a los delitos	3 días	mar 13/09/16	vie 16/09/16	51	100%
Algoritmo	13 días	vie 16/09/16	mié 05/10/16		100%
Adecuación del grasp con el proceso de distribución policial	8 días	vie 16/09/16	mié 28/09/16	52	100%
Codificación del algoritmo	5 días	mié 28/09/16	mié 05/10/16	54	100%
Integración de los delitos con el algoritmo	0 días	lun 10/10/16	lun 10/10/16	55FC+3 días	100%
Herramienta web	23 días	lun 10/10/16	jue 10/11/16		100%
Elaboración de los casos de uso	3,5 días	lun 10/10/16	jue 13/10/16	56	100%
Elaboración de las pantallas	7 días	vie 14/10/16	mar 25/10/16	58	100%
Codificación backend	5 días	mar 25/10/16	mar 01/11/16	59	100%
Elaboración de los web services	2 días	mar 01/11/16	jue 03/11/16	60	100%
Elaboración de pruebas de aceptación	3 días	lun 07/11/16	jue 10/11/16	61	100%
Herramienta móvil	13,5 días	jue 10/11/16	mar 29/11/16		100%
Elaboración de los casos de uso	1,5 días	jue 10/11/16	vie 11/11/16	62	100%
Elaboración de las pantallas	3 días	lun 14/11/16	mié 16/11/16	64	100%
Codificación de adaptadores	3 días	jue 17/11/16	lun 21/11/16	65	100%

Elaboración de pruebas de aceptación	2 días	lun 28/11/16	mar 29/11/16		100%
Cierre	3 días	mar 29/11/16	lun 05/12/16		100%
Revisión de jurado	0 días	mar 29/11/16	mar 29/11/16	67	100%
Levantamiento de observaciones	3 días	mié 30/11/16	vie 02/12/16	69	100%
Aceptación de tesis	0 días	lun 05/12/16	lun 05/12/16	70	100%



Pruebas de aceptación

CU0: Iniciar sesión

Se accede a esta funcionalidad entrando a la página principal. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Usuario	Obligatorio	Vacío	25 caracteres
2	Contraseña	Obligatorio	Vacío	15 caracteres

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 - Usuario

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	17 caracteres	A20105555@pucp.pe	1
CNV	26 caracteres	A20105555 A201055551@pucp.pe	2
CNV	0 caracteres		3

ii) Campo 2 – Contraseña

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	0<caracteres<15	47162414	4
CNV	16 caracteres	4716241447162414	5
CNV	0 caracteres		6

Campos:

- Usuario
- Contraseña

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
CU0_1	{ 1, 4 }		f +
CU0_2	{ 2, 4 }	“El usuario no debe ser mayor de 25 dígitos”	f -
CU0_3	{ 3, 4 }	“Debe ingresar el usuario”	f -
CU0_4	{ 1, 5 }	“La contraseña no debe tener más 15 caracteres”	f -
CU0_5	{ 1, 6 }	“Debe ingresar la contraseña “	f -

CU1: Mantenimiento usuario – ciudadano

Se accede a esta funcionalidad entrando a la página principal y hacer clic “[¿No tienes cuenta? Créate una!](#)”. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Correo	Obligatorio	Vacío	25 caracteres
2	Contraseña	Obligatorio	Vacío	15 caracteres
3	Repetir contraseña	Obligatorio	Vacío	15 caracteres

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 - Correo

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	17 caracteres	A20105555@pucp.pe	1
CNV	26 caracteres	A20105555 A201055551@pucp.pe	2
CNV	0 caracteres		3

ii) Campo 2 – Contraseña

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	0<caracteres<15	47162414	4
CNV	16 caracteres	4716241447162414	5
CNV	0 caracteres		6

iii) Campo 3 – Repetir contraseña

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	0<caracteres<15	47162414	7
CNV	16 caracteres	4716241447162414	8
CNV	0 caracteres		9

Campos:

- Correo
- Contraseña
- Repetir contraseña

•

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
CU1_1	{ 1, 4, 7 }		f +
CU1_2	{ 2, 4, 7 }	“El correo no debe ser mayor de 25 dígitos”	f -
CU1_3	{ 3, 4, 7 }	“Debe ingresar el correo”	f -
CU1_4	{ 1, 5, 7 }	“La contraseña no debe tener más 15 caracteres”	f -
CU1_5	{ 1, 6, 7 }	“Debe ingresar la contraseña “	f -
CU1_6	{ 1, 4, 8 }	“La contraseña no debe tener más 15 caracteres”	f -
CU1_7	{ 1, 4, 9 }	“Debe ingresar la contraseña “	f -

CU2: Registrar delito

Se accede a esta funcionalidad seleccionando la pestaña delitos y hacer clic en una parte del mapa. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Tipo Delito	Obligatorio	Vacío	25 caracteres
2	Fecha	Obligatorio	Vacío	15 caracteres
3	Turno	Obligatorio	Vacío	15 caracteres
4	Comentario	Opcional		100 caracteres

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 – Tipo Delito

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Opción del combo box diferente a “Seleccione”	Robo menor	1
CNV	Opción por default	Seleccione	2

ii) Campo 3 – Fecha

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Cualquier fecha menor a la de hoy	25/06/2015	3
CNV	Fecha mayor a la de hoy	25/06/2020	4
CNV			5

iii) Campo 3 – Turno

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Opción del combo box diferente a “Seleccione”	47162414	6
CNV	Opción por default	Seleccione	7

iv) Campo 4 – Comentarios

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Vacío		8
CV	30 caracteres	Sucedió en la puerta de mi casa	9
CNV	124 caracteres	Sucedió en la puerta de mi casa Sucedió en la puerta de mi casa Sucedió en la puerta de mi casa Sucedió en la puerta de mi casa	10

Campos:

- Tipo delito
- Fecha
- Turno
- Comentario

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
CU2_1	{ 1, 3, 6, 8 }		f +
CU2_2	{ 1, 3, 6, 9 }		f +
CU2_3	{ 2, 3, 6, 8 }	“Debe de seleccionar un tipo delito”	f -
CU2_4	{ 1, 4, 6, 8 }	“La fecha no debe de ser mayor a la fecha de hoy”	f -
CU2_5	{ 1, 5, 6, 8 }	“Debe de ingresar la fecha”	f -
CU2_6	{ 1, 3, 7, 8 }	“Debe de seleccionar un turno”	f -
CU2_7	{ 1, 3, 6, 9 }	“El comentario no debe tener más 100 caracteres”	f -

CU4: Mantenimiento usuario – policía

Se accede a esta funcionalidad seleccionando la pestaña Usuarios. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Correo	Obligatorio	Vacío	25 caracteres
2	Contraseña	Obligatorio	Vacío	15 caracteres
3	Repetir contraseña	Obligatorio	Vacío	15 caracteres
4	Comisaria	Obligatorio	Vacío	

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 - Correo

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	17 caracteres	A20105555@pucp.pe	1
CNV	26 caracteres	A20105555 A201055551@pucp.pe	2
CNV	0 caracteres		3

ii) Campo 2 – Contraseña

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	0<caracteres<15	47162414	4
CNV	16 caracteres	4716241447162414	5
CNV	0 caracteres		6

iii) Campo 3 – Repetir contraseña

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	0<caracteres<15	47162414	7
CNV	16 caracteres	4716241447162414	8
CNV	0 caracteres		9

iv) Campo 4 - Comisaría

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Opción del combo box diferente a "Seleccione"	Comisaria de Surquillo	10
CNV	Opción por default	Seleccione	11

Campos:

- Correo
- Contraseña
- Repetir contraseña
- Comisaría

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
CU4_1	{ 1, 4, 7,10 }		f +
CU4_2	{ 2, 4, 7,10 }	"El correo no debe ser mayor de 25 dígitos"	f -
CU4_3	{ 3, 4, 7,10 }	"Debe ingresar el correo"	f -
CU4_4	{ 1, 5, 7, 10 }	"La contraseña no debe tener más 15"	f -

		caracteres”	
CU4_5	{ 1, 6, 7, 10 }	“Debe ingresar el contraseña “	f -
CU4_6	{ 1, 4, 8, 10 }	“La contraseña no debe tener más 15 caracteres”	f -
CU4_7	{ 1, 4, 9, 10 }	“Debe ingresar la contraseña “	f -
CU4_8	{ 1, 4, 8, 11 }	“Debe de seleccionar una comisaria”	f -

CU5: Registrar comisaría

Se accede a esta funcionalidad seleccionando la pestaña Comisaria y hacer clic en una parte del mapa. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Nombre	Obligatorio	Vacío	30 caracteres
2	Cantidad de vehículos policiales	Obligatorio	Vacío	10
3	Cantidad de vehículos serenazgo	Obligatorio	Vacío	10
4	Placa Vehículo policial	Obligatorio	Vacío	7 caracteres
5	Placa Vehículo	Obligatorio	Vacio	7 caracteres

	serenazgo			
--	-----------	--	--	--

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 - Nombre

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	21 caracteres	Comisaria de Surquillo	1
CNV	42 caracteres	Comisaria de Surquillo Comisaria de Surquillo	2
CNV	0 caracteres		3

ii) Campo 2 – Cantidad de vehículos policiales

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	$0 < X < 10$	3	4
CNV	$0 > X \vee X > 10$	-1	5
CNV	Vacío		6

iii) Campo 3 – Cantidad de vehículos serenazgo

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	$0 < X < 10$	3	7
CNV	$0 > X \text{ Y } X > 10$	-1	8
CNV	Vacío		9

iv) Campo 4 – Placa vehículo policial

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	7 caracteres	ABC-123	10
CNV	> 7 caracteres	ABC-ABC-123	11
CNV	Vacío		12

v) Campo 5 – Placa vehículo serenazgo

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	7 caracteres	ABC-123	13
CNV	> 7 caracteres	ABC-ABC-123	14
CNV	Vacío		15

Campos:

- Nombre
- Cantidad vehículos policiales
- Cantidad vehículos serenazgo
- Placa vehículo policial
- Placa vehículo serenazgo

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
CU5_1	{ 1, 4, 7,10,13 }		f +
CU5_2	{ 2, 4, 7,10,13 }	“El nombre no debe ser mayor de 30 caracteres”	f -
CU5_3	{ 3, 4, 7,10, 13 }	“Debe ingresar el nombre de la comisaría”	f -
CU5_4	{ 1, 5, 7, 10, 13 }	“La cantidad de vehículos policiales debe de ser mayor a 0 y menor a 10”	f -
CU5_5	{ 1, 6, 7, 10, 13 }	“Debe ingresar la cantidad de vehículos policiales “	f -
CU5_6	{ 1, 4, 8, 10, 13 }	“La cantidad de vehículos serenazgo debe de ser mayor a 0 y menor a 10”	f -

CU5_7	{ 1, 4, 9, 10, 13 }	“Debe ingresar la cantidad de vehículos serenazgo “	f-
CU5_8	{ 1, 4, 9, 11, 13 }	“Debe ingresar la placa de vehículo policial “	f-
CU5_9	{ 1, 4, 9, 12, 13 }	“La placa de vehículo policial no debe de tener más de 7 caracteres”	f-
CU5_10	{ 1, 4, 9, 10, 14 }	“Debe ingresar la placa de vehículo serenazgo “	f-
CU5_11	{ 1, 4, 9, 10, 15 }	“La placa de vehículo serenazgo no debe de tener más de 7 caracteres”	f-

CU6: Configurar algoritmo

Se accede a esta funcionalidad seleccionando la pestaña distribución. Los campos a probar en esta pantalla son los siguientes:

#	Campo	Tipo	Valores límite inferior	Valores límite superior
1	Coefficiente de relajación	Obligatorio	Vacío	$0.1 < X < 1$
2	Smoothing factor	Obligatorio	Vacío	$0.1 < X < 1$
3	Turno	Obligatorio	Vacío	12

4	Meses	Obligatorio	Vacío	12
---	-------	-------------	-------	----

Las pruebas realizadas son las siguientes:

i) Campo 1 – Coeficiente de relajación

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	$0.1 < X < 1$	0.3	1
CNV	$0.1 > X \text{ Y } X > 1$	1.1	2
CNV	Vacío		3

ii) Campo 2 – Smoothing factor

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	$0.1 < X < 1$	0.3	4
CNV	$0.1 > X \text{ Y } X > 1$	1.1	5
CNV	Vacío		6

iii) Campo 3 – Turno

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	Opción del combo box diferente a "Selecione"	08:00 a.m. -16:00 p.m.	7
CNV	Opción por default	Selecione	8

iv) Campo 4 – Meses

Clase	Condición de Entrada	Valor	Nº
CV	$0 < X < 12$	10	9
CNV	$0 > X \vee X > 12$	0	10
CNV	Vacío		11

Campos:

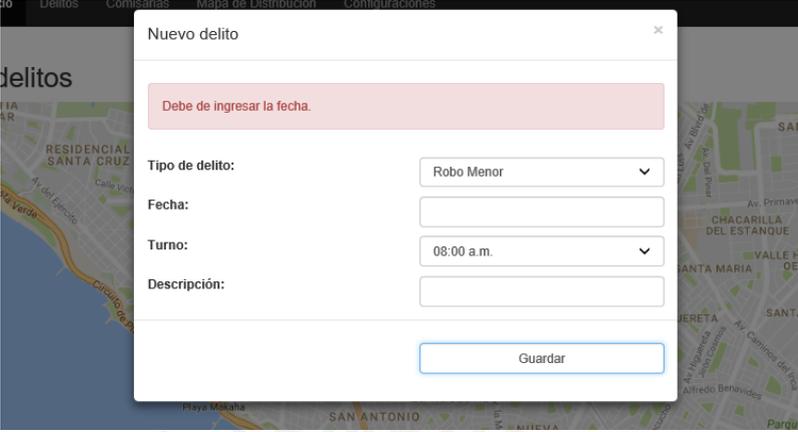
- Coeficiente de relajación
- Smoothing factor
- Turno
- Meses

Nº Prueba	Clase Equivalente	Resultado	Tipo
-----------	-------------------	-----------	------

CU6_1	{ 1, 4, 7, 9 }		f +
CU6_2	{ 2, 4, 7, 9 }	“El coeficiente de relajación debe de ser mayor a 0.1 y menor a 1”	f -
CU6_3	{ 3, 4, 7, 9 }	“Debe de ingresar el coeficiente de relajación”	f -
CU6_4	{ 1, 5, 7, 9 }	“El smoothing factor debe de ser mayor a 0.1 y menor a 1”	f -
CU6_5	{ 1, 6, 7, 9 }	“Debe de ingresar el smoothing factor”	f -
CU6_6	{ 1, 4, 8, 9 }	“Debe de seleccionar un turno”	f -
CU6_7	{ 1, 4, 7, 10 }	“El campo meses debe de ser mayor a 0 y menor a 12”	f -
CU6_8	{ 1, 4, 7, 11 }	“Debe de ingresar el campo meses”	f -

Ejemplos de pantallas de las pruebas:

CU2_5

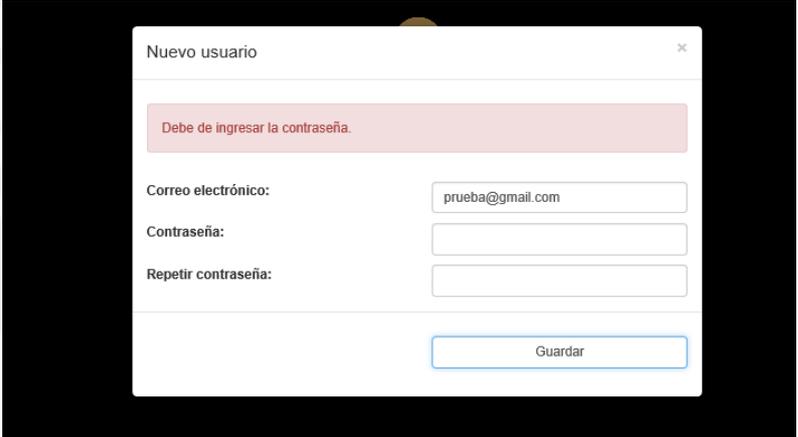


The screenshot shows a web application interface with a map in the background. A modal window titled "Nuevo delito" is open. At the top of the modal, there is a red error message: "Debe de ingresar la fecha." Below this, the form contains the following fields:

- Tipo de delito:** A dropdown menu with "Robo Menor" selected.
- Fecha:** An empty text input field.
- Turno:** A dropdown menu with "08:00 a.m." selected.
- Descripción:** An empty text input field.

At the bottom of the modal is a "Guardar" button.

CU1_5



The screenshot shows a web application interface with a large watermark in the background. A modal window titled "Nuevo usuario" is open. At the top of the modal, there is a red error message: "Debe de ingresar la contraseña." Below this, the form contains the following fields:

- Correo electrónico:** A text input field containing "prueba@gmail.com".
- Contraseña:** An empty text input field.
- Repetir contraseña:** An empty text input field.

At the bottom of the modal is a "Guardar" button.