



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
EN INGENIERÍA DE SISTEMAS – TRANSPORTE

EL DESAFIO DE LA PRONTA RESPUESTA EN LA ATENCIÓN PRE
HOSPITALARIA: UNA PROPUESTA CENTRADA EN LA LOCALIZACIÓN
DE SERVICIOS DE EMERGENCIA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ING. MARCOS RAÚL CRUZ TRUJILLO

TUTOR
DR. RICARDO ACEVES GARCÍA, FACULTAD DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Cd Mx, Junio 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Sánchez Lara Benito
Secretario: M.I Rivera Colmenero José Antonio
Vocal: Dr. Aceves García Ricardo
1^{er}. Suplente: M.I. Reséndiz López Héctor Daniel
2^{d o}. Suplente: M. en Urb. Camacho Palacios Gustavo

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

DR. RICARDO ACEVES GARCÍA

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mi madre, que desde la publicación de la convocatoria de ingreso a la maestría me motivo a que hiciera el examen. Ella falleció antes de que pudiera ver terminada la tesis y no podrá estar en el examen de grado.

En mi corazón, en mi alma y en mi ser estarás presente.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Ingeniería.

A mi hermana por su amor y por su apoyo en todo momento.

Al Dr. Benito Sánchez Lara, por su guía, su apoyo y su paciencia.

A mi tutor, el profesor Dr. Ricardo Aceves García, por su enseñanza y apoyo.

A mis profesores, sinodales y amigos por su ejemplo, dedicación y palabras de aliento, haciéndose una valiosa guía en esta etapa de mi vida académica, forjándome para ser una mejor persona y profesionista.

Al programa de becas CONACYT, por su apoyo económico para llevar a términos mis estudios y la elaboración de la tesis

Listado de figuras:

Figura 1 Situación Mundial De Las Lesiones Causadas Por El Tránsito elaboración Propia, con datos de: (Naciones Unidas, 2011)	3
Figura 2: Pilares del plan para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020. Elaboración propia, con datos de (Naciones Unidas, 2011)	5
Figura 3 Ubicación de los pilares en relación a su enfoque y temporalidad, elaboración propia, con datos de (Naciones Unidas, 2011)	5
Figura 4 Total de accidentes de tránsito en México periodo 1997-2015, elaboración propia con datos de: INEGI. (Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	6
Figura 5 zonificación de accidentes en México 1997-2015, elaboración propia con datos de: INEGI. (Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	7
Figura 6 Accidentes por zona en México 1997-2015, elaboración propia con datos de: INEGI. (Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	8
Figura 7 comportamiento de accidentes en la Ciudad de México 1997-2015, elaboración propia con datos de (INEGI, estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas)	9
Figura 8 Distribución porcentual del parque vehicular por clase de vehículo, elaboración propia con datos de (INEGI, estadísticas de Vehículos de motor registrados en circulación)	11
Figura 9 Cantidad de accidentes por delegación 1997-2015, elaboración propia con datos de (UNAM IIG; Secretaria de Salud 2009)	12
Figura 10 Representación del sistema de atención de urgencias médicas, elaboración propia con datos de la secretaria de salud	13
Figura 11 Estrategia de trabajo investigación, elaboración propia	14
Figura 12 Método de trabajo empleado en la tesis, elaboración propia	16
Figura 13 Clasificación de los problemas de localización, elaboración propia con datos de (Aceves García, 1986)	24

Figura 14 Requerimientos técnicos para el Análisis de modos y efectos de la falla. elaboración propia con datos de (NASA, 2007)	25
Figura 15 Diagrama de flujo para la elaboración del análisis de modos y efectos de la falla. elaboración propia con datos de (Alejandro, 2004)	26
Figura 16 Quinta estrategia nacional de seguridad vial 2011-2020, elaboración propia con datos (naciones unidas ,2011)	28
Figura 17 Representación del sistema de atención de urgencias médicas, elaboración propia con datos de la secretaria de salud.....	30
Figura 18 Componentes del sistema, elaboración propia con datos de (Antonio and Prado n.d.), (Salud n.d.) (Anon 2017))	31
Figura 19 Programa de acción específico de seguridad vial, elaboración propia con datos de (SALUD 2014).....	33
Figura 20 Ubicación del Centro Regulador de Urgencias Médicas, elaboración propia con datos de google maps	33
Figura 21 Localización de ambulancias y la cobertura del CRUM. Elaboración propia con datos de (S. SALUD 2017)	34
Figura 22 Diagrama de proceso de atención médica pre hospitalaria del Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM) de la Ciudad de México.....	39
Figura 23 Problemática en la Demanda de Atención Médica de Urgencias. Elaboración propia, con datos de (Salud n.d.)	45
Figura 24 Comportamiento histórico de las solicitudes mal clasificadas, elaboración propia con datos de la secretaria de salud.....	45
Figura 25 Problemática en la Necesidad de Urgencia Médica, elaboración propia con datos de la Secretaria de Salud.....	46
Figura 26 Árbol de problemas, elaboración propia.....	47
Figura 27 Caracterización del riesgo al modo de falla, elaboración propia con datos del Centro Regular de Urgencia Médica de la Ciudad de México.....	58
Figura 28 Árbol de soluciones para la problemática del centro regulador de urgencias médicas cdmx, elaboración propia.	60
Figura 29 Cobertura actual por ambulancia, elaboración propia con datos de la Centro de la Ciudad de México	62
Figura 30 Ubicación de los principales cruceros con accidentes de tránsito y de las localizaciones candidatas para las ambulancias Elaboración propia con datos de la Secretaria de Seguridad Pública	64

Figura 31 Red considerada para determinar la matriz origen-destino, elaboración propia con datos de (UNAM IIG ; Secretaria de Salud, 2009).....	65
Figura 32 algoritmo empleado para la localización de ambulancias, Elaboración propia con datos de (Daskin 1995)	69
Figura 33 Iteraciones escenario base 1: localización de las 13 ambulancias, elaboración propia.....	70
Figura 34 Iteraciones escenario base 2: Cobertura total de la demanda, elaboración propia.	73
Figura 35 Localización óptima de las 36 Ambulancias por delegación, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México	75
Figura 36 Localización óptima de las 13 ambulancias por delegación. Elaboración propia.....	77
Figura 37 Isócronas de la localización de las ambulancias M58, M61, M76 y M82, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.....	78
Figura 38 Isócronas de la localización de la ambulancia M51. Elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	79
Figura 39 Isócronas de la localización de las ambulancias m43 y m47, Elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.....	80
Figura 40 Isócronas de la localización de la ambulancia m40. Elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas.....	81
Figura 41 Isócronas de la ambulancia m64 elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas.	82
Figura 42 Isócronas de las ambulancias m23, m90 y m84. Elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas.....	83
Figura 43 Isócrona de la ambulancia m79, elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas	84
Figura 44 Isócronas de las 36 ambulancias, elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas	85
figura 45 diagrama de proceso con la mejora en la asignación de la demanda elaboración propia con datos del centro regulador de urgencias médicas.....	88
Figura 46 Histórico de accidentes de tránsito zona Norte de México 1997-2015, elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.).....	97

Figura 47	Histórico de accidentes de tránsito zona Bajío de México 1997-2015, elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.).....	98
Figura 48	Histórico de accidentes de tránsito en la zona centro de México 1997-2015, fuente elaboración propia (INEGI, estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas)	99
Figura 49	Histórico de accidentes de tránsito en la zona sur de México 1997-2015, fuente elaboración propia (INEGI, estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas).....	100
Figura 50	Zonificación de los accidentes de tránsito en México 1997-2015, elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.).....	102
Figura 51	Distribución espacial de los accidentes de tránsito en la zona sur de México 1997-2015. elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	103
Figura 52	Distribución espacial de los accidentes de tránsito en la zona centro de México 1997-2015. elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	104
Figura 53	Distribución espacial de los accidentes de tránsito en la zona bajo de México 1997-2015. elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	105
Figura 54	Distribución espacial de los accidentes de tránsito en la zona norte de México 1997-2015. elaboración propia con datos de (INEGI. estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.)	106
Figura 55	Isócrona para ubicación propuesta d91, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas.....	108
Figura 56	Isócrona para ubicación propuesta d93, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas.....	109
Figura 57	Isócrona para ubicación propuesta M10, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas	110
Figura 58	Isócrona para ubicación propuesta M23, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas	111
Figura 59	Isócrona para ubicación propuesta M15, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas	112
Figura 60	Isócrona para ubicación propuesta M36, elaboración propia con datos del Centro Regulator de Urgencias Médicas	113

Figura 61 Isócrona para ubicación propuesta M24, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	114
Figura 62 Isócrona para ubicación propuesta M36, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	115
Figura 63 Isócrona para las ubicaciones propuestas OP1, OP2, M76, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.....	116
Figura 64 Isócrona para la ubicación propuesta M90 y M84 , elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	117
Figura 65 Isócrona para la ubicación propuesta M85, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	118
Figura 66 Isócrona para la ubicación propuesta M85, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	119
Figura 67 Isócrona para las ubicaciones propuestas M67 y M83, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	120
Figura 68 Isócrona para las ubicaciones propuestas M67 y M82, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	121
Figura 69 Isócrona para las ubicación propuesta M81, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	122
Figura 70 Isócrona para las ubicación propuesta M79, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	123
Figura 71 Isócrona para las ubicación propuesta M76, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	124
Figura 72 Isócrona para las ubicación propuesta M69, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	125
Figura 73 Isócrona para las ubicación propuesta M67 Y M83 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	126
Figura 74 Isócrona para las ubicaciones propuestas M64 Y M35 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	127
Figura 75 Isócrona para las ubicación propuesta M63 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	128
Figura 76 Isócrona para las ubicación propuesta M60 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	129
Figura 77 Isócrona para las ubicación propuesta M58 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	130

Figura 78 Isócrona para las ubicación propuesta M45 y M50 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	131
Figura 79 Isócrona para las ubicaciones propuestas M15, M40 y M34 elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	132
Figura 80 Isócrona para las ubicaciones propuestas M35 y M64, elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas.	133

Listado de tablas:

Tabla 1 Zonificación conforme al Consejo Nacional de Seguridad Pública, elaboración propia con datos de (Federación, 2013)	7
Tabla 2 Detalle de accidentes por zona en México 1997-2015 elaboración propia con datos de INEGI. (Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.).....	8
Tabla 3 Variación porcentual de vehículos y accidentes en la Ciudad de México. fuente: elaboración propia con datos de (inegi, Estadísticas de vehículos registrados en circulación, 2017)	10
Tabla 4 Distribución de Accidentes por Delegación, periodo 1997-2005 fuente elaboración propia (UNAM IIG; Secretaria de Salud 2009).....	11
Tabla 5 Cuadro resumen de entrevistas realizadas, elaboración propia	18
Tabla 6 Resumen de las fases del proceso CLIOS (Sussman et al., 2007).....	21
Tabla 7 Matriz de Handdon, elaboración propia con datos de (Vargas, 2015).....	23
Tabla 8 Ubicación de Ambulancias del Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad e México (CRUM CDMX). Elaboración propia con datos de (S. SALUD 2017)	35
Tabla 9 Demanda atendida por ambulancia de CRUM CDMX en el año 2016. Elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas (S. Salud, 2017)..	41
Tabla 10 Estudio Conceptual de la problemática identificada en el Sistema de Servicio de Urgencias Médicas. Elaboración en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas	49
Tabla 11 Escala empleada para establecer el grado de severidad. Fuente: Elaboración propia en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX.....	54

Tabla 12 Escala empleada para establecer el grado de ocurrencia. Fuente: Elaboración propia en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX.....	55
Tabla 13 Escala empleada para establecer el Grado de detección. Fuente: Elaboración propia en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX.....	55
Tabla 14 Análisis del modo y efecto de la falla potencial. Fuente: Elaboración propia en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX.....	56
Tabla 15 Evaluación del número de prioridad de riesgo. Fuente: Elaboración propia en conjunto con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX.....	57
Tabla 16 Demanda atendida por nodos candidatos, elaboración propia	66
Tabla 17 Iteraciones escenario base 1: localización de las 13 ambulancias primera solución, elaboración propia.e	71
Tabla 18 Iteraciones escenario base 1: localización de las 13 ambulancias, elaboración propia.....	72
Tabla 19 Solución óptima para la cobertura de la demanda. Elaboración propia con datos del Centro Regulador de Urgencias Médicas	74
Tabla 20 Dirección propuesta de ambulancias. Elaboración propia	76

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO	3
ANTECEDENTES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL MUNDO.....	3
ANTECEDENTES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN MÉXICO.....	6
PROBLEMÁTICA DEL SERVICIO DE URGENCIAS MÉDICAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO	9
<i>Accidentes de tránsito en la Ciudad de México.....</i>	9
<i>Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México</i>	12
ESTRATEGIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	13
<i>Fase 1: mapeo.....</i>	16
<i>Fase 2: análisis y diagnóstico.....</i>	17
<i>Fase 3: elaboración de propuestas</i>	17
RESUMEN DE ENTREVISTAS	17
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....	20
MARCO CONCEPTUAL.....	20
<i>El enfoque de sistema CLIOS</i>	20
<i>El enfoque cibernético</i>	21
<i>Matriz de Haddon.....</i>	22
<i>Teoría de localización</i>	23
<i>Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial.....</i>	24
CAPÍTULO 3: INTERVENCIÓN EN EL SISTEMA DE SERVICIO DE URGENCIAS MÉDICAS (SSUM)	27
FASE 1: MAPEO.....	27
<i>Esfera institucional</i>	27
<i>Dominio físico</i>	29
FASE 2: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	43
<i>Discusión de la problemática del sistema.....</i>	43
<i>Discusión de la problemática del proceso de atención Pre-hospitalario y su desempeño.....</i>	44
<i>Mesa de trabajo con agentes clave del Centro Regulador de Urgencias Médicas.....</i>	46
FASE 3: ELABORACIÓN DE PROPUESTAS.	48
<i>Diseño preliminar de estrategias.....</i>	48
<i>Evaluación y selección del conjunto de estrategias.....</i>	53
<i>Diseño del conjunto de estrategias factibles</i>	61
RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.	91
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES	94
ANEXO 1: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES DEBIDO AL TRÁNSITO EN LA REPÚBLICA MEXICANA, DEL PERIODO COMPRENDIDO DEL AÑO 1997 AL AÑO 2015.	96
ANEXO 2: ZONIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DEBIDO AL TRÁNSITO EN LA REPÚBLICA MEXICANA EN EL PERIODO COMPRENDIDO DEL AÑO 1997 AL 2015....	101
ANEXO 3: MAPAS DE ISÓCRONAS PARA LA PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE AMBULANCIAS DE CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS CDMX.....	107
BIBLIOGRAFÍA	134

Introducción

Las muertes y discapacidades por lesiones causadas por accidentes viales son un creciente problema de salud pública en México. Durante el periodo comprendido entre el año 1997 y 2015 se presentó un promedio anual de 140,000 accidentes. Las consecuencias físicas y emocionales, así como el impacto por los costos sanitarios, sociales y económicos son devastadores para los individuos, las familias, las comunidades y para el país en su conjunto.

Una constante vigilancia y monitoreo de la seguridad vial es necesario para contar con los datos que permitan su análisis, para la prescripción y el diseño de estrategias que ayuden a mitigar las externalidades generadas de los accidentes viales. Cabe señalar que existen distintas instituciones que procuran atender la solicitud de servicios médicos pre hospitalarios en la Ciudad de México; sin embargo, persiste la centralización de la información por los organismos que la generan, con sus propios métodos de clasificación, asignación y registro que de manera global crean ineficiencias operativas, por mencionar algunos: i) mala clasificación de solicitudes de urgencias médicas, ii) falsas urgencias médicas, iii) colocar doble servicio de ambulancia a una misma solicitud; sin explorar los aspectos cualitativos que puede generar.

El Centro de Control, Comando, Comunicación, Cómputo y Calidad (C-5) de la Ciudad de México administra y opera el sistema de atención telefónica a emergencias. Cuando ocurre una solicitud de servicio médico pre hospitalario, el C-5 canaliza a las instituciones existentes en la Ciudad de México (ERUM, Cruz Roja y el Centro Regulador de Urgencias Médicas) la solicitud para que sea atendida. La falta de coordinación y comunicación entre dichas instituciones provoca la localización de las ambulancias y la atención de las solicitudes de atención pre hospitalaria de acuerdo a su conveniencia operativa sin tener un conocimiento global de la demanda.

En éste entorno habita el Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México, el cual tiene por objetivo brindar atención pre hospitalaria; y está compuesta por cuatro subsistemas: i) subsistema de acceso, ii) subsistema de acceso pre hospitalario, iii) subsistema de coordinación y iv) subsistema de atención hospitalaria. La siguiente tesis presenta el trabajo de intervención a dicho sistema y tiene los siguientes objetivos:

- i. Explorar, describir, analizar y diagnosticar el Sistema de Urgencias Médicas de la Ciudad de México, desde el enfoque de ingeniería de sistemas de transporte.
- ii. Prescribir un conjunto de propuestas de solución operativas para reducir las ineficiencias encontradas.
- iii. Proponer una manera para atender óptimamente las urgencias médicas.

El enfoque de la tesis es reactivo, es decir se sitúa una vez ocurrido el accidente y estudio y el despliegue de actividades que acontecen en el Sistema de Urgencias Médicas de la Ciudad de México.

Cabe señalar que la tesis está compuesta por los siguientes capítulos

- Capítulo 1: se exploran los antecedentes de los accidentes de tránsito a nivel mundial y nacional, así mismo se describe la problemática del Sistema de Servicio de Urgencias Médicas de la Ciudad de México.
- Capítulo 2 se explica el marco conceptual y metodológico empleado para la elaboración de la tesis
- Capítulo 3 se despliega el análisis del Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM), en tres grandes fases:
 - Fase 1: se realiza una exploración del sistema (SSUM) y se genera un mapa.
 - Fase 2: se analiza la problemática del sistema (SSUM), la problemática del proceso de atención pre hospitalario, su desempeño y se discute con los agentes clave del Centro Regulador de Urgencias Médicas.
 - Fase 3 de la metodología: se diseña un conjunto de propuestas que solucionen las ineficiencias encontradas las cuales se evaluarán, se jerarquizarán y se seleccionarán en conjunto con los agentes clave del Centro Regulador de Urgencias Médicas.
- Capítulo 4: conclusiones.

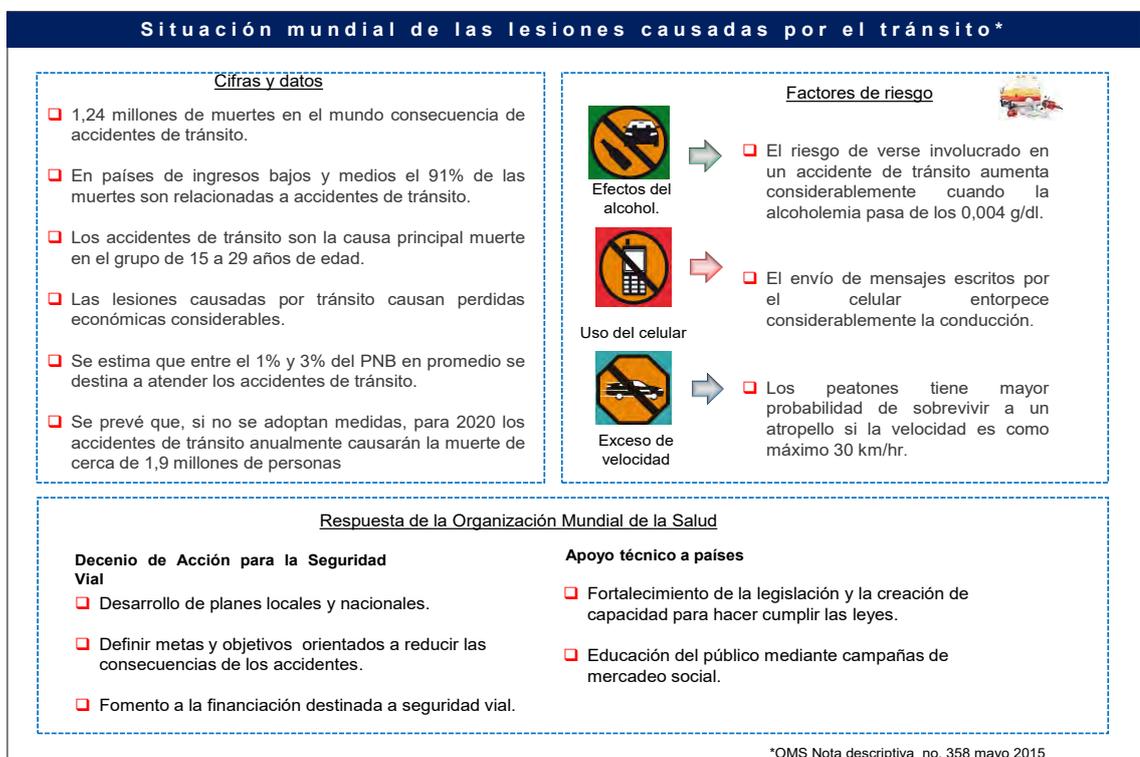
Capítulo 1: Antecedentes de los accidentes de tránsito

Antecedentes de los accidentes de tránsito en el mundo

De acuerdo al Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 (Naciones Unidas, 2011), se sabe que entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales provocados por accidentes de tránsito, tales traumatismos constituyen una causa importante de discapacidad en todo el mundo.

Cabe destacar que, si no se adoptan medidas inmediatas y eficaces, de acuerdo a (Naciones Unidas, 2011), dichos traumatismos se convertirán en la quinta causa mundial de muerte, representando 1.24 millones de muertes anuales. Ello se debe, en parte, al rápido aumento del mercado de vehículos de motor sin que haya mejoras suficientes en las estrategias sobre seguridad vial, ni la planificación del uso del territorio. La reducción del número de heridos y muertos por accidentes de tránsito mitigará el sufrimiento, desencadenará el crecimiento y liberará recursos para una utilización más productiva. En la siguiente figura se puede observar que los principales factores de riesgo de los accidentes debido al tránsito son: i) conducir bajo efectos del alcohol, ii) uso del teléfono celular al conducir, y iii) conducir a exceso de velocidad.

FIGURA 1 SITUACIÓN MUNDIAL DE LAS LESIONES CAUSADAS POR EL TRÁNSITO ELABORACIÓN PROPIA, CON DATOS DE: (Naciones Unidas, 2011)



De acuerdo a estadísticas de (Naciones Unidas, 2011), cabe destacar, que los accidentes de tránsito son la causa principal de muerte en el grupo de edad de 15 a 29 años, y se estima que se designa entre el 1% y 3% del Producto Nacional Bruto de cada país para atender los accidentes de tránsito y las secuelas que generan

La Organización Mundial de la Salud (OMS), para abordar la complejidad del tema utiliza el enfoque denominado Sistema Seguro, el cual lo definen como : “aquel que pretende desarrollar un sistema de transporte vial mejor adaptado al error humano y que tome en consideración la vulnerabilidad del cuerpo humano.”(Naciones Unidas, 2011).

La importancia de éste enfoque radica en transferir la responsabilidad de la integridad de los usuarios hacia los diseñadores del sistema de transporte vial, a los responsables de su gestión y a las entidades reguladores de dicho sistema. El Plan para el Decenio (2011-2020), reconoce que es necesario integrar la participación a nivel nacional, regional y mundial de organizaciones no gubernamentales, gubernamentales, sociedad civil y sector privado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), fomenta a los países a desarrollar sus estrategias entorno a cinco pilares:

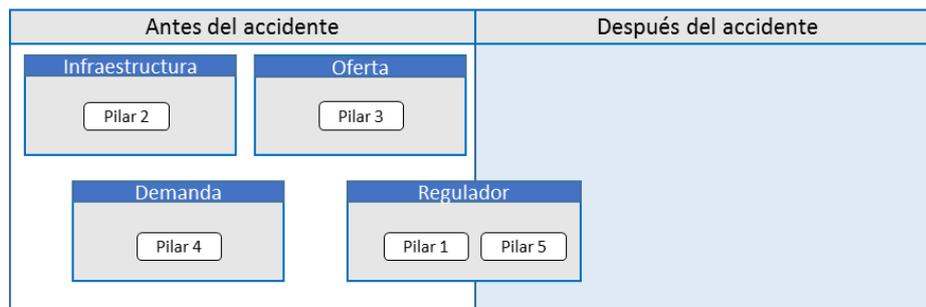
1. gestión de la seguridad vial,
2. vías de tránsito y movilidad más seguras,
3. vehículos más seguros,
4. usuarios de vías de tránsito más seguros,
5. respuesta tras los accidentes.

FIGURA 2: PILARES DEL PLAN PARA EL DECENIO DE ACCIÓN PARA LA SEGURIDAD VIAL 2011-2020. ELABORACIÓN PROPIA, CON DATOS DE (Naciones Unidas, 2011)



Cada uno de los pilares anteriormente mencionados, se localizan en distintos enfoques y diferentes temporalidades de acuerdo al accidente, el quinto es de naturaleza reactiva.

FIGURA 3 UBICACIÓN DE LOS PILARES EN RELACIÓN A SU ENFOQUE Y TEMPORALIDAD, ELABORACIÓN PROPIA, CON DATOS DE (Naciones Unidas, 2011)



Antecedentes de los accidentes de tránsito en México

A partir de que la Organización Mundial de la Salud publicó el **Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020**, México respondió diseñando el **Programa de acción específico de seguridad vial** para el periodo 2013-2018, el cual establece un marco de referencia, para el diseño de estrategias, líneas de acción, indicadores y metas que permitan el monitoreo, seguimiento y evaluación de las entidades federativas y sociedad civil, que en conjunto inciden en el Sistema Nacional de Salud.

Las lesiones de tránsito se han identificado como un grave problema de salud pública y el 20 de marzo de 1987 el Diario Oficial de la Federación decretó la creación del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA), con objeto de proponer, desarrollar las acciones de materia de prevención de accidentes.

En la siguiente figura, se muestra el comportamiento de los accidentes de tránsito en México. Se tuvo un máximo histórico en el año 2007 con 476,279 accidentes, y después de ese año tuvo una tendencia a la baja hasta 378,232 accidentes en 2015. Cabe señalar que la siguiente información no incluye carreteras, solamente zonas urbanas

FIGURA 4 TOTAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN MÉXICO PERIODO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE: INEGI. (ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)



Del histórico de accidentes de 1997 a 2015, se realizó una zonificación en cuatro regiones(Federación, 2013)

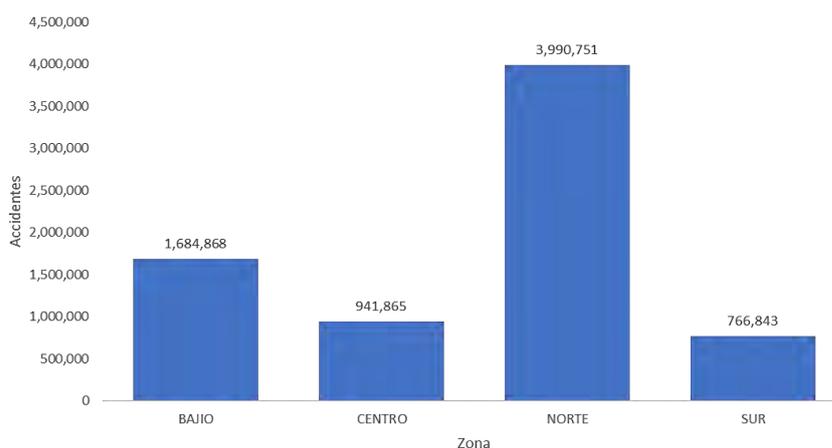
El Consejo Nacional de Seguridad Pública acordó dividir las regiones de Coordinación Operativa en 5 regiones, dicho decreto fue publicado en el Diario Oficial en el año 2013 (Federación, 2013), conforme dicha zonificación se clasificó y se contabilizó la totalidad de los accidentes de tránsito desde 1997 a 2015.

TABLA 1 ZONIFICACIÓN CONFORME AL CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD PÚBLICA, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (FEDERACIÓN, 2013)

Zona Norte		Zona Sureste	Zona Bajío	Zona Centro
Zona noroeste	Zona noreste	Guerrero	Guanajuato	Hidalgo
Baja California	Coahuila de Zaragoza	Oaxaca	Querétaro	Estado de México
Baja California Sur	Durango	Veracruz	Jalisco	Distrito Federal
Chihuahua	Nuevo León	Tabasco	Michoacán	Tlaxcala
Sinaloa	Tamaulipas	Chiapas	San Luis Potosí	Morelos
Sonora	Zacatecas	Campeche	Colima	Puebla
		Yucatán	Nayarit	
		Quintana Roo	Aguascalientes	

En la siguiente figura, se puede observar que el mayor volumen de accidentes se concentra en la zona norte de México con 3, 990, 751 accidentes de 1997 a 2015, luego le sigue el Bajío con 1, 684, 868 de la región centro con 941,865 y la región sur con 766,8843. Cabe señalar que el hecho que exista una magnitud grande en ciertos estados puede significar que en ellos se realice mejor el registro

FIGURA 5 ZONIFICACIÓN DE ACCIDENTES EN MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE: INEGI. (ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)



En la siguiente figura se muestra el detalle a nivel estado, clasificado por cada zona, se aprecia que dentro de cada zona, existen Estados cuya magnitud de accidentes es muy

grande, así pues en Jalisco se registraron 865,900 accidentes, en la Ciudad de México se registraron 270,264 y en el Estado de México se registraron 278,165 accidentes, en Nuevo León se registraron 1,316,385 accidentes y en Yucatán se registraron 107,689 accidentes, ver Tabla 2

FIGURA 6 ACCIDENTES POR ZONA EN MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE: INEGI. (ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)



TABLA 2 DETALLE DE ACCIDENTES POR ZONA EN MÉXICO 1997-2015 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI. (ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

ESTADO	CANTIDAD DE ACCIDENTES	% DE ACCIDENTES	ESTADO	CANTIDAD DE ACCIDENTES	% DE ACCIDENTES	
Zona Bajío		1,783,562	24%	Zona Norte		
				3,892,057	53%	
Jalisco	865,900	11.73%	Nuevo León	1,316,385	17.83%	
Guanajuato	323,948	4.39%	Chihuahua	707,958	9.59%	
Querétaro de Arteaga	178,880	2.42%	Tamaulipas	351,773	4.76%	
Michoacán de Ocampo	155,466	2.11%	Baja california	336,888	4.56%	
San Luis potosí	108,002	1.46%	Coahuila de Zaragoza	321,611	4.36%	
Colima	98,694	1.34%	Sonora	290,754	3.94%	
Nayarit	52,672	0.71%	Sinaloa	204,799	2.77%	
Zona Sur		766,843	10%	Durango	140,473	1.90%
Veracruz de Ignacio de la llave	178,759	2.42%	Aguascalientes	91,501	1.24%	

ESTADO	CANTIDAD DE ACCIDENTES	% DE ACCIDENTES	ESTADO	CANTIDAD DE ACCIDENTES	% DE ACCIDENTES
Quintana roo	153,107	2.07%	Baja california sur	77,975	1.06%
Yucatán	107,689	1.46%	Zacatecas	51,940	0.70%
Tabasco	72,376	0.98%	Zona Centro	941,865	13%
Guerrero	71,341	0.97%	Estado de México	278,165	3.77%
Chiapas	66,921	0.91%	Ciudad de México	270,264	3.66%
Campeche	62,181	0.84%	Puebla	174,785	2.37%
Oaxaca	54,469	0.74%	Morelos	109,928	1.49%
			Hidalgo	75,484	1.02%
			Tlaxcala	33,239	0.45%

Problemática del Servicio de Urgencias Médicas en la Ciudad de México

Accidentes de tránsito en la Ciudad de México

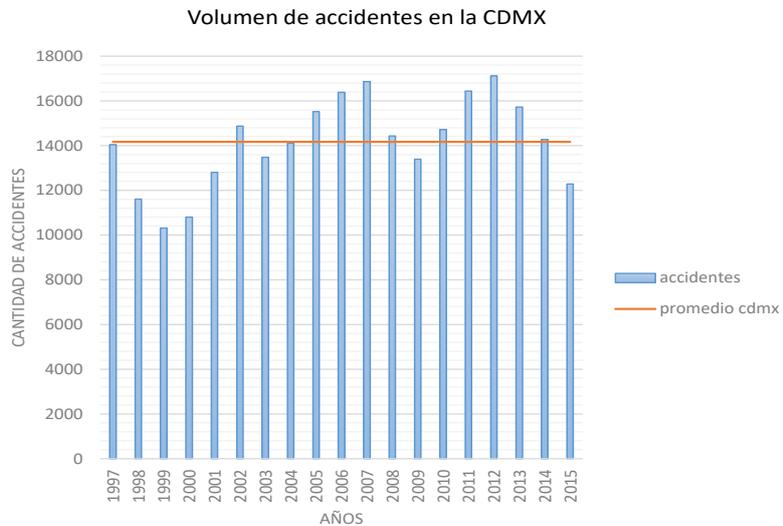
Se decidió elegir como caso de estudio, la Ciudad de México, porque se contaba información sobre los accidentes debido al tránsito y su ubicación en el periodo comprendido del año 1997 al año 2015. Adicional, por su cercanía, mostraba ventajas para la recolección de información primaria en cada una de las dependencias involucradas.

En la siguiente sección, se encontrará la descripción del contexto de los accidentes de tránsito en la Ciudad de México, en términos de: i) cantidad de accidentes, ii) cantidad de vehículos circulando y iii) el comportamiento de los accidentes por cada delegación.

Para entender el contexto de los accidentes de tránsito de la Ciudad de México, se optó por describir la cantidad de accidentes que han ocurrido históricamente en el periodo de entre el año 1997 al año 2015. Cabe señalar que este periodo fue elegido para que concordara con la información con los accidentes. En la siguiente figura, se muestra el comportamiento anual, respecto a la cantidad de accidentes en promedio durante dicho periodo (14,170 accidentes por año). En el año 2017, se observan máximo locales con 16,865 accidentes y en el año 2012 con 17,120 accidentes, también se observa un mínimo en el año 1999 con 10,317 accidentes.

FIGURA 7 COMPORTAMIENTO DE ACCIDENTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI, ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS)

AÑO	Accidentes
1997	14044
1998	11613
1999	10317
2000	10801
2001	12809
2002	14871
2003	13480
2004	14109
2005	15519
2006	16388
2007	16865
2008	14437
2009	13397
2010	14721
2011	16445
2012	17120
2013	15723
2014	14279
2015	12286
total	269224



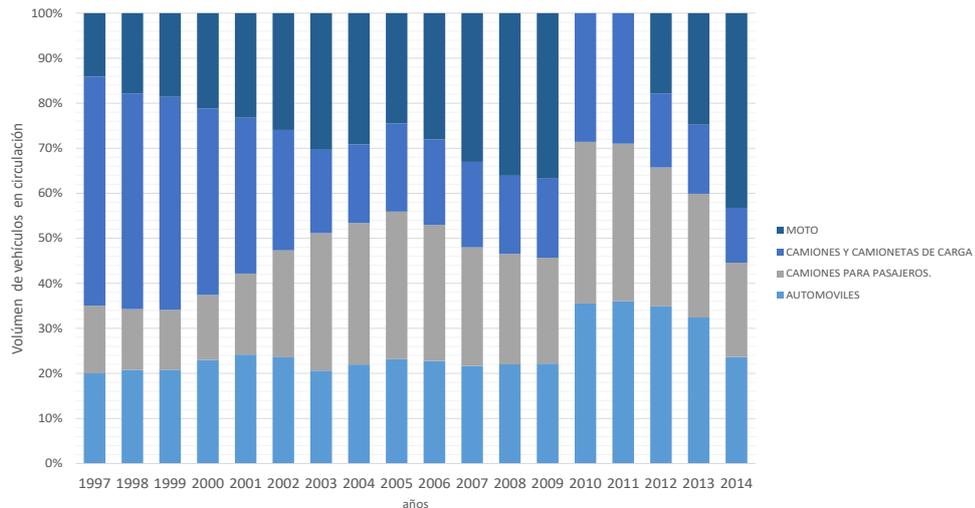
En el año de 1997, la cantidad de vehículos que circulaban en la Ciudad de México, era de 2, 000, 000 automóviles, mientras que en el año 2014 se contabilizaron 4, 737, 000 vehículos de acuerdo a (INEGI, 2017). Es decir ha mostrado un crecimiento de un 126% en volumen vehicular respecto al año 1997. Se procedió a calcular el peso relativo de los accidentes de tránsito y de los vehículos por cada año. Se puede observar una tendencia creciente en la cantidad de accidentes; y el comportamiento relativo de la cantidad de accidentes en la siguiente figura.

TABLA 3 VARIACIÓN PORCENTUAL DE VEHÍCULOS Y ACCIDENTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI, ESTADÍSTICAS DE VEHÍCULOS REGISTRADOS EN CIRCULACIÓN, 2017)

id	año	Vehículos	variación porcentual		id	año	variación porcentual		%accidentes
			vehículos	accidentes			Vehículos	% de vehículos	
1	1997	2,100,000			10	2006	3,079,000	14.21%	6.67%
2	1998	2,541,000	21.00%	-18.18%	11	2007	3,423,000	11.17%	3.13%
3	1999	2,631,000	3.54%	-11.11%	12	2008	3,922,000	14.58%	-15.15%
4	2000	2,511,000	-4.56%	5.00%	13	2009	4,120,000	5.05%	-7.14%
5	2001	2,407,000	-4.14%	19.05%	14	2010	4,166,000	1.12%	9.62%
6	2002	2,321,000	-3.57%	16.00%	15	2011	4,396,000	5.52%	12.28%
7	2003	2,260,000	-2.63%	-10.34%	16	2012	4,615,000	4.98%	4.69%
8	2004	2,556,000	13.10%	5.77%	17	2013	4,787,000	3.73%	-8.96%
9	2005	2,696,000	5.48%	9.09%	18	2014	4,737,000	-1.04%	-8.20%

Se procedió a investigar el comportamiento histórico de la composición del parque vehicular, durante el periodo comprendido del año 1997 al año 2015. El volumen de motocicletas se incrementó de un 14% hasta un 44% (a reserva del año 2010 y 2011 que INEGI no cuenta con registros de la cantidad de motocicletas), el volumen de camiones y camionetas de carga disminuyó de un 50% en 1997 en aproximadamente un 12% del volumen total

FIGURA 8 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL PARQUE VEHICULAR POR CLASE DE VEHÍCULO, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI, ESTADÍSTICAS DE VEHÍCULOS DE MOTOR REGISTRADOS EN CIRCULACIÓN)



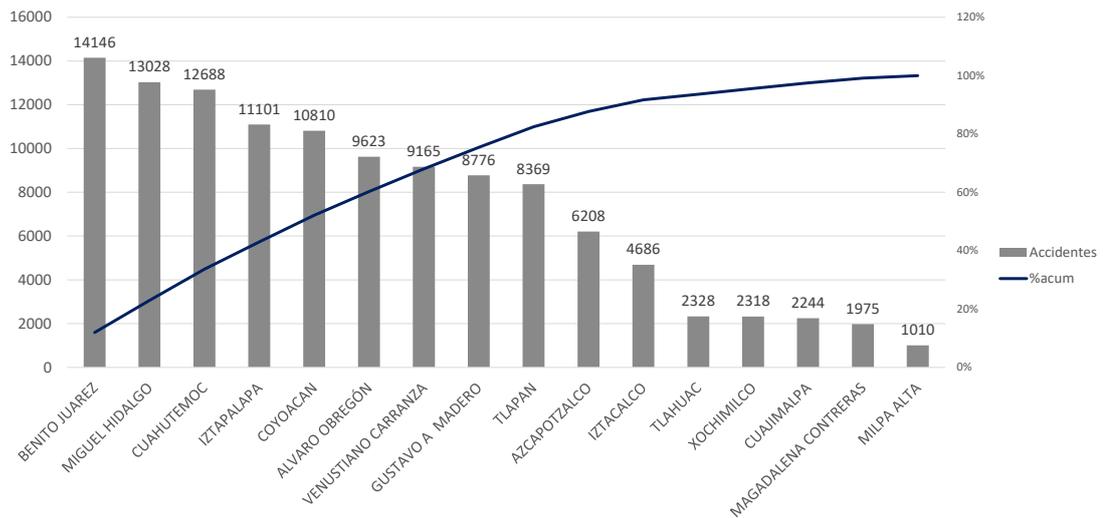
Se prosiguió a desagregar la cantidad de accidentes por delegación con el propósito de explorar e identificar aquellas que aportan mayor cantidad de accidentes. De acuerdo al (UNAM IIG ; Secretaria de Salud, 2009) se realizó el análisis exploratorio de los accidentes de tránsito por delegación política. Alrededor del 43% de accidentes de tránsito se presentaron en las delegaciones Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc e Iztapalapa. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de accidentes por delegación política y el porcentaje de volumen que representan en el histórico de 1997 a 2005.

TABLA 4 DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES POR DELEGACIÓN, PERIODO 1997-2005 FUENTE ELABORACIÓN PROPIA (UNAM IIG; SECRETARIA DE SALUD 2009)

#	Delegación	Accidentes	%	%acumulado	#	Delegación	Accidentes	%	%acumulado
1	Benito Juárez	14146	12	12%	9	Tlalpan	8369	7	82%
2	Miguel hidalgo	13028	11	23%	10	Azcapotzalco	6208	5	88%
3	Cuauhtémoc	12688	11	34%	11	Iztacalco	4686	4	92%
4	Iztapalapa	11101	9	43%	12	Tláhuac	2328	2	94%
5	Coyoacán	10810	9	52%	13	Xochimilco	2318	2	96%
6	Álvaro obregón	9623	8	60%	14	Cuajimalpa	2244	2	97%
7	Venustiano Carranza	9165	8	68%	15	Magdalena contreras	1975	2	99%
8	Gustavo a madero	8776	7	75%	16	Milpa alta	1010	1	100%

Se procedió a realizar un análisis de Pareto y en la siguiente gráfica se puede observar que la delegación Benito Juárez, delegación Miguel Hidalgo y la delegación Cuauhtémoc se concentra el 34% de accidentes.

FIGURA 9 CANTIDAD DE ACCIDENTES POR DELEGACIÓN 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (UNAM IIG; SECRETARIA DE SALUD 2009)



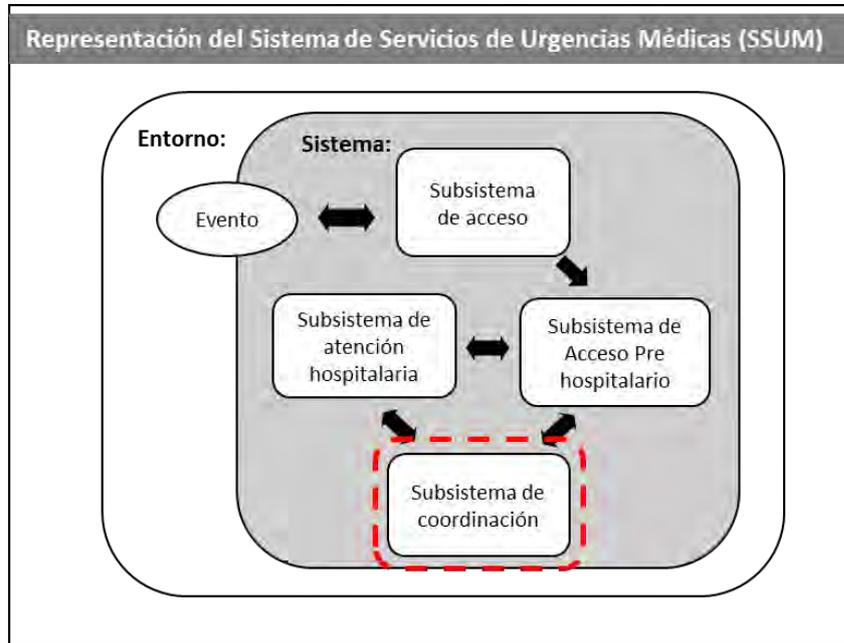
Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México

En la Ciudad de México la atención médica pre hospitalaria se brinda mediante el Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM), el cual está compuesto por cuatro subsistemas:

- **el subsistema de acceso:** cuyo objetivo es captar la totalidad de la demanda ,
- **el subsistema de acceso pre hospitalario:** tiene el propósito de brindar atención inicial urgente especializada médica
- **el subsistema de coordinación:** cuyo objetivo es asegurar que la demanda de servicios sea correctamente cubierta con la actual oferta pre hospitalaria y hospitalaria
- **el subsistema de atención hospitalaria:** tiene por propósito brindar atención médica urgente

En México, dadas las disparidades e inequidades que caracterizan a las diferentes entidades federativas y municipios, es necesario regular la atención de los servicios de urgencias médicas, ampliar la cobertura y mejorar los tiempos de atención. El Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM), surge como aquél ente que coordina la demanda servicios de urgencias médicas, en relación con la oferta en cada entidad federativa.

FIGURA 10 REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE ATENCIÓN DE URGENCIAS MÉDICAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARÍA DE SALUD



Estrategia de trabajo de investigación

Para la elaboración de la investigación, se consideraron los siguientes lineamientos técnicos:

1. Adoptar un **enfoque sistémico** para la identificación de los agentes involucrados y su influencia.
2. Adoptar un **enfoque holístico** que permita realizar un análisis exploratorio del marco político, de la esfera institucional, identificando sus comportamientos, e influencia sobre la problemática, así como los usuarios.
3. **Fomentar la participación** de los agentes clave.
4. **La información consultada de fuentes oficiales y confiables.**

La estrategia de trabajo está compuesta por cinco actividades principales; en el siguiente diagrama se explican cada una:

FIGURA 11 ESTRATEGIA DE TRABAJO INVESTIGACIÓN, ELABORACIÓN PROPIA



La estrategia de trabajo de investigación propuesta, incluye desde la recopilación de información mediante fuentes secundarias; la identificación y elaboración de los antecedentes, así como la identificación de la problemática; con dicho conocimiento se identificaron fuentes de información primaria, los cuales fueron visitados, entrevistados, y permitió procesar la información recabada y analizarla

Fuentes de información secundaria

A continuación se enlista de manera enunciativa, más no limitativa, el conjunto de fuentes seleccionadas:

- Entidades gubernamentales.
- Bases de datos oficiales.
- Publicaciones universitarias.
- Bibliografía técnica especializada.

Mediante ésta revisión se procedió a explorar el comportamiento histórico de los accidentes de tránsito, desde un ámbito global hasta un el ámbito regional de República Mexicana; con la información recabada, fue posible la redacción de los antecedentes, en términos de variables de relevancia, por mencionar algunos: volumen de accidentes y su espacialidad; y cantidad de vehículos. Se identificaron las estrategias elaboradas a nivel mundial, los principales agentes clave y su área de influencia.

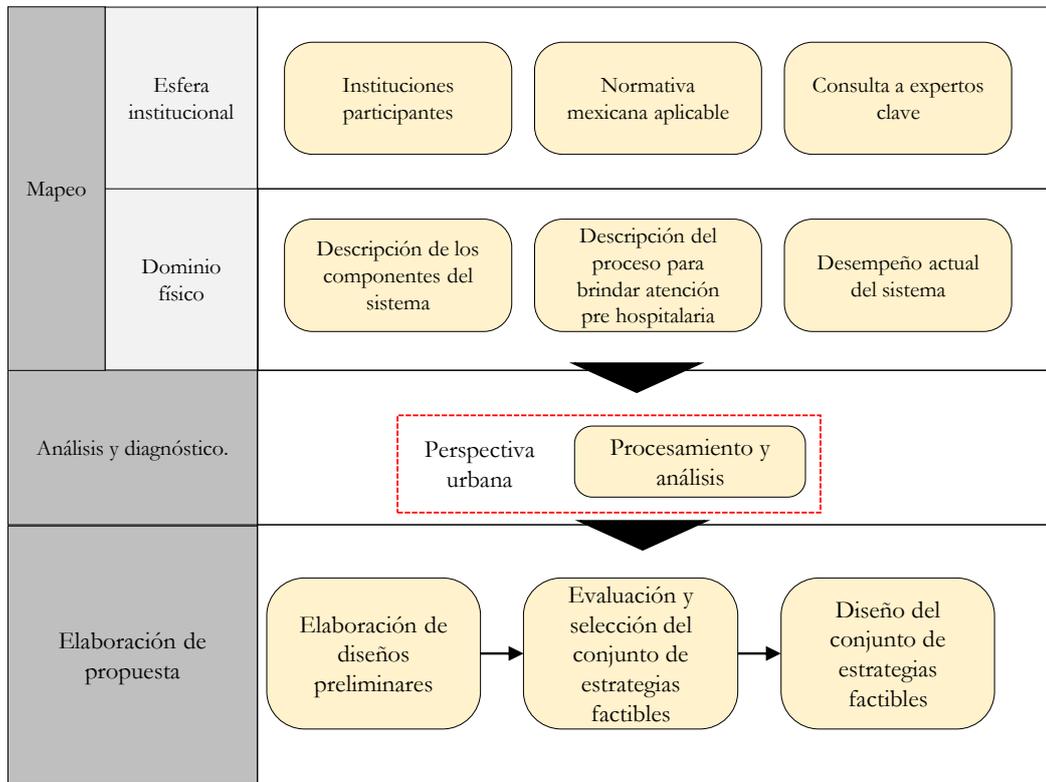
Fuentes de información primaria

A partir de la revisión a fuentes secundarias de información, se seleccionaron las entidades participantes, con poder de decisión y/o capacidad de influencia en la problemática; y se realizaron visitas técnicas, entre las cuales destaca

- Centro Regulador de Urgencia Médica.
- El Instituto de Geografía.
- La Secretaría de Salud de la Ciudad de México.
- Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección a Datos Personales
- Programa Integral de Seguridad Vial (PISVI)
- Nuevo reglamento de tránsito de la Ciudad de México.
- Ley de Movilidad de la Ciudad de México.
- Visión Cero Accidentes.

El siguiente diagrama fue diseñado retomando elementos del marco conceptual, con el objetivo de establecer un conjunto de actividades, que permitan representar al Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM) , entender su estructura, detallar su problemática y diseñar posibles estrategias de mejora. El método de trabajo está compuesto por tres grandes fases: i) mapeo, ii) análisis y diagnóstico.

FIGURA 12 MÉTODO DE TRABAJO EMPLEADO EN LA TESIS, ELABORACIÓN PROPIA



A continuación, se describen las acciones realizadas en cada una de las fases.

Fase 1: mapeo

Retomando ideas de (Sussman, Dodder, McConnel, Mostashari, & Sgouridis, 2007), se procedió a elaborar una representación integral del sistema, identificando su estructura desde la perspectiva institucional y desde la perspectiva física del sistema. A continuación se describe el detalle de cada perspectiva.

Esfera institucional:

El objetivo de revisar ésta perspectiva, fue identificar las principales instituciones, dependencias agentes clave que tiene la capacidad de decidir y/o influir sobre el comportamiento y/o desempeño del sistema. Para realizar el mapeo en el ámbito institucional, se llevaron a cabo la revisión a fuentes secundarias de información de instituciones participantes y/o dependencias oficiales entorno a la respuesta a una urgencia médica; adicionalmente, se identificaron a los actores clave, para poder entrevistarlos.

Dominio físico:

El objetivo de revisar ésta perspectiva, fue identificar la infraestructura, equipamiento, vehículos y procesos que interactúan el sistema. Para obtener una primera aproximación se revisaron fuentes oficiales, y se complementaron mediante visitas técnicas a las instituciones oficiales, con el afán de revisar fuentes primarias de información y entender las actividades realizadas para brindar pronta respuesta a la atención pre hospitalario.

El entregable de la fase 1 de mapeo, fue una imagen propuesta, lo más integral y holísticamente conforme al alcance de la tesis, para percibir la arquitectura del sistema y su actual comportamiento. Dicha información se utilizó como un insumo, para analizar y diagnosticar al sistema

Fase 2: análisis y diagnostico

Se procederá a analizar y discutir la representación del sistema con la participación de los agentes clave del centro regulador de urgencias médicas, considerando la criticidad de los accidentes viales en el entramado urbano, el propósito de tener un diagnóstico de la situación actual del sistema.

Fase 3: elaboración de propuestas

Con el entendimiento del comportamiento de la situación actual del sistema, fue posible establecer lineamientos de diseño y generar estrategias de mejora

Resumen de entrevistas

Como parte del método de trabajo para el proceso de intervención en el Sistema de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México se realizarán entrevistas focales a los siguientes actores:

- Técnicos en regulación médica.
- Jefatura del Centro de Regulación Médica.
- Ejecutivos de la Secretaria de Salud de la Ciudad de México.
- Médicos especializados en atención médica.

- Ejecutivos del Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX (C5).

A continuación se describen los objetivos de las entrevistas realizadas y la participación de cada uno de los agentes clave:

TABLA 5 CUADRO RESUMEN DE ENTREVISTAS REALIZADAS, ELABORACIÓN PROPIA

Objetivo de la entrevista	Técnicos en regulación médica	Jefatura del Centro Regulador de Urgencia Médica	Ejecutivos de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México	Médicos especializados en atención médica.	Ejecutivos del C-5
Realizar el Mapeo del SSUM	X	X	X	X	X
Descripción del proceso de atención médica pre hospitalaria	X			X	
Descripción y análisis de la problemática del SSUM		X		X	
Diseño de propuestas de solución operativa	X			X	
Evaluación y selección de estrategias.		X		X	

En la siguiente sección se procederá describir el marco conceptual y metodológico empleado para el proceso de intervención en el Sistema de Urgencias Médicas de la Ciudad de México.

Capítulo 2: Marco Conceptual

Marco Conceptual

En el siguiente apartado se describe los conceptos empleados para la tesis: i) Enfoque de sistema CLIOS, ii) teoría de localización, iii) análisis de modo y efecto de la falla potencial.

El enfoque de sistema CLIOS

Los accidentes debido al tránsito surgen de un contexto donde interactúan distintos elementos: vehículos, vías, personas y políticas; en diferentes direcciones, en distintos niveles de intensidad y en diferentes momentos. Bajo dichas circunstancias, se considera conveniente emplear el enfoque de sistema CLIOS (Complex, Large, Integrated & Open System), como un marco conceptual que permita diseñar un conjunto de estrategias que incidan en el sistema, con el objetivo que mitigar los costos sociales, económicos, políticos y ambientales de los accidentes de tránsito. De acuerdo (Sussman et al., 2007) el proceso CLIOS consiste principalmente de tres fases. **Representación**, de la estructura y comportamiento. **Diseño y evaluación**, de diferentes opciones de estrategia a partir de medir su desempeño. **Implementación**, de las opciones de estrategias seleccionadas. El interés de utilizar el proceso CLIOS radica en proveer un proceso estructurado de pensamiento para poder analizar, incrementar el nivel de rigurosidad, y para tener un método de análisis que facilite la identificación de opciones que son relevantes tanto en el dominio físico como en la esfera institucional. En la siguiente tabla se muestra el resumen del proceso CLIOS:

Tabla 6 Resumen de las fases del proceso CLIOS (Sussman et al., 2007)

Fase	Ideas clave	Salidas
Representación	-Entender y visualizar la estructura y comportamiento del sistema	-Descripción del sistema, de su problemática, representando su estructura y sus objetivos.
Diseño, evaluación y selección	-Redefinir los objetivos con la intención de mejorar el sistema CLIOS. -Desarrollar un conjunto de estrategias factibles	-Identificación de medidas de desempeño, evaluación del conjunto de estrategias y selección de las mejores en relación a su desempeño (evaluación ex ante)
Implementación	-Implementación el conjunto de estrategias. -Monitoreo del desempeño del sistema CLIOS	-Implementación de las propuestas de solución en el dominio físico y en la esfera institucional. -Evaluación ex post de las estrategias.

El enfoque cibernético

El enfoque cibernético se desarrolla en torno a la ciencia del control y la comunicación, se deriva del griego Kybernetes, que significa: el que controla, el piloto; a pesar de que sus orígenes se remontan a los Diálogos de Platón, para denominar el arte de navegar y de administrar provincias, no fue sino hasta a principios de los años 40 del siglo pasado (1943), cuando los matemáticos Norbert Wiener y Arturo Rosenblueth, retoma la palabra bajo un enfoque de pensamiento sistémico, dando nacimiento al actual concepto de Cibernética:

En la publicación del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, (Rosano, 2002) la Cibernética es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los fenómenos de información, control y autorregulación en los sistemas complejos, tanto naturales como artificiales. Al referirse Wiener y Rosenblueth en su

definición original (Cibernética: "estudio de la información y control en los animales y en las máquinas"), concretamente a los animales y a las máquinas como los sistemas naturales y artificiales existentes más complejos, la Cibernética adopta necesariamente un enfoque general de sistemas, que le sirve de base para sus desarrollos teóricos.

Mediante éste enfoque la realidad es conceptualizada como un todo, desarrollando un proceso de interpretación de la realidad en la que partes de ésta se van interrelacionando de manera funcional

El nombre de sistema se da a un conjunto de elementos que cumple tres condiciones:

1. Los elementos están interrelacionados
2. El comportamiento de cada elemento afecta el comportamiento del todo
3. La forma en que el comportamiento de cada elemento afecta el comportamiento del todo depende de al menos uno de los demás elementos

La Cibernética lleva a cabo el estudio analítico del isomorfismo o semejanza de la estructura de las comunicaciones en los mecanismos, los organismos y las sociedades. Es decir la Cibernética lleva a cabo el estudio de aquella forma de control en las estructuras mecánicas, orgánicas y sociales, mediante la información que ordena en dichos sistemas su funcionamiento y, de ese modo, su existencia; ya que crea así, una zona local de organización frente a la tendencia general de la entropía.

Sin embargo la cibernética contemporánea ingresa con un nuevo significado gracias a los trabajos del matemático norteamericano Norbert Wiener quien lo concibe como una ciencia que investiga el problema de la comunicación, control y mecanismos estadísticos, tanto en la máquina como en el tejido orgánico.

“Hemos decidido llamar al campo entero de la teoría de control y la comunicación, sea en la máquina o en el animal, con el nombre de Cibernética”

Matriz de Haddon

Esta matriz fue propuesta por el epidemiólogo estadounidense William J. Haddon en 1970, quien calificó al transporte terrestre como un sistema hombre – máquina mal concebida que requería un tratamiento sistémico integral; a pesar de ser una herramienta sencilla, ayuda a dar un enfoque sistémico la tratamiento de los accidentes. A continuación se muestra la matriz de Handdon.

TABLA 7 MATRIZ DE HANDDON, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (Vargas, 2015)

Fase	Descripción	Factores		
		Humano	Vehículos y equipamiento	Ambiental
Antes del choque	Prevención de los choques	-Información -Actitudes -Disminución de las facultades -Aplicación de la ley	-Condiciones mecánicas. -Luces -Frenos. -Maniobrabilidad. -Gestión de velocidad.	-Diseño y trazado del camino. -Límites de la velocidad. -Elementos de seguridad peatonal.
Choque	Prevención de los traumatismos	-Uso de dispositivos de protección. -Disminución de las facultades	-Cinturones de seguridad. -Otros dispositivos de seguridad. -Diseño vehicular antichocques.	-Elementos protectores a los costados del camino
Después el choque	Prevención de la vida	-Nociones de primeros auxilios. -Accesos a la atención médica	-Facilidad de acceso. -Riesgo de incendio.	-Equipamiento de socorro. -Congestión

Teoría de localización

En el trabajo realizado por (Aceves García, 1986) en la tesis titulada Localización de servicios de emergencia se describe el problema de localización de la siguiente manera:

Dada la localización de cada usuario, su demanda y los costos de transporte en la región de interés el problema de localización de servicios consiste en determinar el número de fuentes de servicio, la localización geográfica de las fuentes y la capacidad de cada una de ellas

De la anterior definición, se puede observar que el problema tiene los siguientes componentes:

- **Demanda**, se refiere a la cantidad de servicio a cubrir
- **Número de servicios** que se desean colocar
- **La ubicación de los servicios**, refiriéndose a las coordenadas de los servicios.
- **La función de costo a evaluar**
- **Espacio de soluciones**, que indica las posibles localizaciones de los servicios

Adicionalmente (Aceves García, 1986) propone una clasificación intuitiva de los problemas de localización, de acuerdo a la naturaleza de la localización de los centros de demanda, el número de servicios, la medida de distancia y el espacio de soluciones.

FIGURA 13 CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LOCALIZACIÓN, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (Aceves García, 1986)

Clasificación de los problemas de localización			
Localización de centros de demanda	Estática	Dinámica	
Número de servicios	Sólo un servicio	Múltiples servicios	
Medida de distancia	Rectilínea	Euclidiana	Cuadrado de la euclidiana
Espacio de soluciones	Discreto	Continuo	

Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial

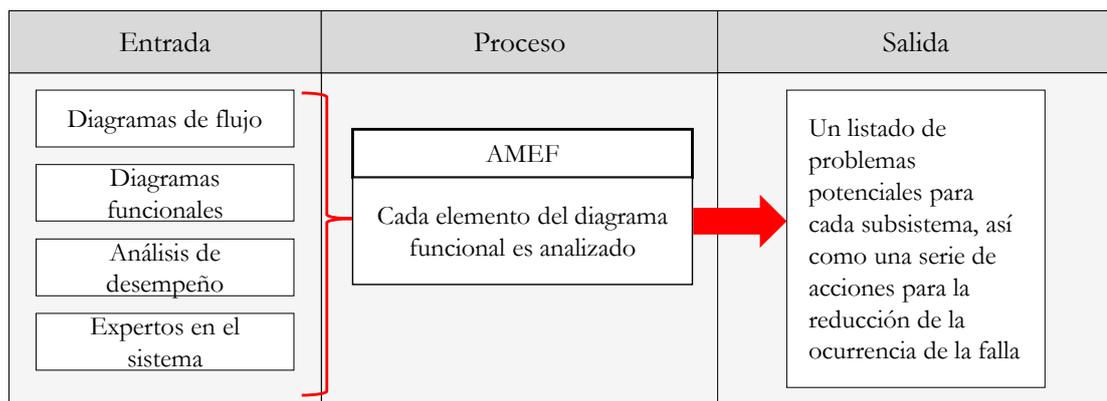
Definición:

El Análisis de Modos y Efectos de la Falla (AMEF), es una metodología que permite evaluar las fallas potenciales en el funcionamiento de un sistema durante su diseño, su implementación y/o ejecución. La metodología establece una serie de valoraciones sistemáticas de las fallas y sus consecuencias, las cuales son consensuadas por los agentes involucrados para prevenir problemas en el futuro. El Análisis de Modos y Efectos de la Falla, fue desarrollada en el ejército de Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado “Procedimiento para la Ejecución de un MODO D. (NASA, 2007)

En la siguiente figura se muestra los requisitos para poder empezar a trabajar el análisis de los modos y efectos de la falla

Resumen de requerimientos técnicos para el Análisis de modos y efectos de la falla, elaboración propia con datos de (NASA, 2007)

FIGURA 14 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE LA FALLA. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (NASA, 2007)



Tipos de AMEF

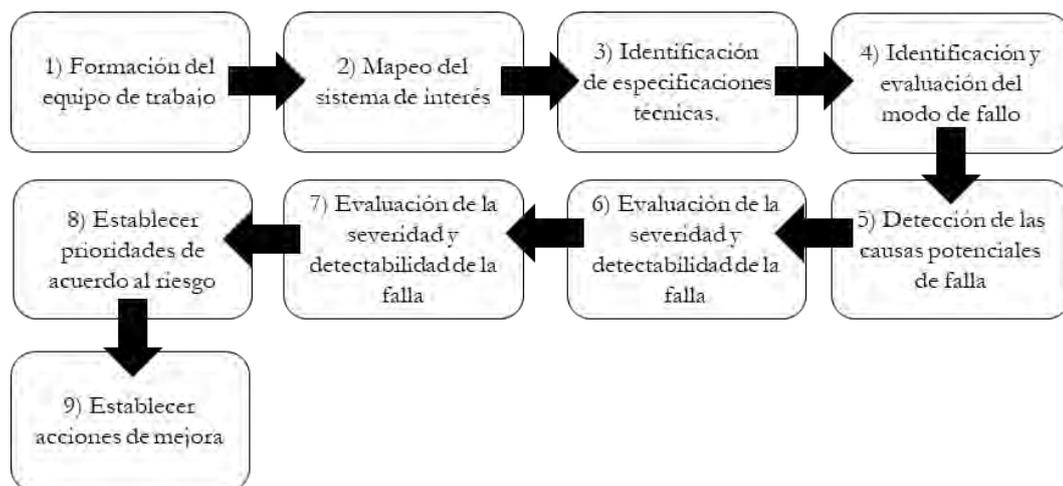
En el trabajo realizado por (Alejandro, 2004) en la tesis titulada: Implementación de una análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes; es posible realizar la siguiente clasificación funcional del Análisis de modo y efecto de la falla potencial:

- **AMEF de Diseño:** es aquel documento asociado a los modos de falla de los productos y componentes antes de que ellos sean manufacturados, estos deben ser siempre validados correctamente mediante el uso de prototipos.

- **AMEF de Proyecto:** es aquel documento asociado a las fallas que pudieran pasar durante un programa especial.
- **AMEF de Software:** es aquel documento asociado a los modos de falla de funciones de software.
- **AMEF de Sistema:** es aquel documento asociado a los modos de falla para los niveles de función de sistemas y subsistemas.

Pasos generales para la elaboración de un AMEF

FIGURA 15 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE LA FALLA. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (Alejandro, 2004)



Capítulo 3: Intervención en el Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM)

Fase 1: mapeo

La atención oportuna a los accidentes urbanos debido al tránsito, ocurren en un contexto espacial, donde interactúan distintas instituciones con el objetivo de dar una pronta respuesta, a diferentes niveles y con diferentes intensidades. Derivado de dicha interacción, es conveniente usar un enfoque de sistemas, para visualizar los elementos que los constituyen, entender sus relaciones de retroalimentación, los flujos entre subsistemas; con el objeto de poder diagnosticar la situación actual que se presenta y formular la problemática

Esfera institucional

El sistema se encuentra inmerso en dentro de un esfera normativa, que regula la ejecución del sistema, en el Programa de Acción Específico de Seguridad Vial 2013-2018 (Salud, 2014) se enlistan algunas normas que inciden en el sistema:

- Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020
- Norma Oficial Mexicana NOM-119-SCFI-2000, Industria automotriz-vehículos automotores- cinturones de seguridad-especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
- Norma Oficial Mexicana NOM-237-SSA1-2004, Regulación de los servicios de salud. Atención pre hospitalaria de las urgencias médicas. DOF 15-06- 2006
- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. DOF: 16-11-2011

Los accidentes de tránsito han sido reconocidos como un grave problema de salud, el 20 de Marzo de 1987 fue decretado en el Diario Oficial de la Federación la creación del

Consejo Nacional para la Prevención de los Accidentes, cuya misión según (STCONAPRA, 2014), es **prevenir y controlar el problema de las lesiones accidentales en México**. Dicho consejo está compuesto por las siguientes dependencias: Secretaría de Salud, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Economía, Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia

Cabe señalar que el 12 de mayo de 2011, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, pactaron la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020, la cual se conforma de cinco estrategias, bajo el marco regulatorio del Decenio de Acción por la Seguridad Vial. La quinta estrategia, se orienta a la atención después del trauma (SCT, 2011),:

FIGURA 16 QUINTA ESTRATEGIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL 2011-2020, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS (NACIONES UNIDAS, 2011)

Quinta estrategia: fortalecer la atención del trauma y los padecimientos agudos mediante la mejora de los servicios de atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria

Mediante la elaboración e implantación de guías de práctica clínica y protocolos de manejo que permitan mejorar la calidad de la atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria, (SCT, 2011) Por tanto proveer de Atención médica pre hospitalaria en tiempo y forma, es un factor fundamental para el cumplimiento de dicha estrategia.

Según (DOF, 2014) la atención médica pre hospitalaria se define como: la otorgada al paciente cuya condición clínica se considera que pone en peligro la vida, un órgano o su función, con el fin de lograr la limitación del daño y su estabilización orgánico-funcional, desde los primeros auxilios hasta la llegada y entrega a un establecimiento para la atención médica con servicio de urgencias, así como durante el traslado entre diferentes establecimientos a bordo de una ambulancia.

Dominio físico

De acuerdo a (Sussman et al., 2007), un sistema de transporte está compuesto por: vías, terminales, vehículos y usuarios; los cuales interactúan en diferentes horizontes de planeación y a diferente nivel de intensidad, cuya integración generan externalidades (eventos) , tales como los accidentes de tránsito. En la siguiente figura, se observan dos instantes en el tiempo, antes de que ocurra el accidente y después de ocurrido el mismo. Los componentes del sistema pueden interactuar entre sí mismos, adquiriendo diferentes configuraciones y valores, generando condiciones para la provocación de un accidente debido al tránsito.

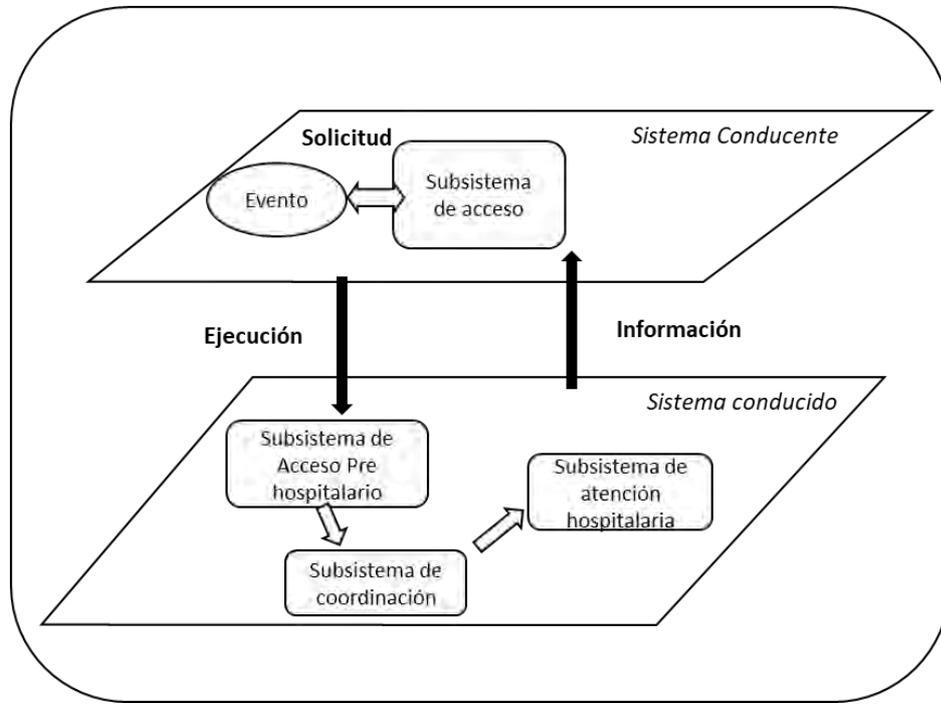
Después de ocurrido el accidente, interactúa el Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM) con el propósito de ofrecer pronta al evento. Es en éste momento cuando el desempeño de dicho sistema adquiere gran importancia, ya que un nivel de servicio inadecuado impactará en costos sociales.

Descripción del sistema de servicios de urgencias médicas

En la Ciudad de México la atención médica pre hospitalaria se brinda mediante el Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM), el cual está compuesto por cuatro subsistemas:

- **el subsistema de acceso:** cuyo objetivo es captar la totalidad de la demanda ,
- **el subsistema de acceso pre hospitalario:** tiene el propósito de brindar atención inicial urgente especializada médica
- **el subsistema de coordinación:** cuyo objetivo es asegurar que la demanda de servicios sea correctamente cubierta con la actual oferta pre hospitalaria y hospitalaria
- **el subsistema de atención hospitalaria:** tiene por propósito brindar atención médica urgente

FIGURA 17 REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE ATENCIÓN DE URGENCIAS MÉDICAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARÍA DE SALUD



Componentes del sistema de servicios de urgencias médicas

El Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM), por interactuar con diferentes dependencias de gobierno en distintas direcciones e intensidades, se consideran un sistema abierto y complejo. De acuerdo a (Sussman et al., 2007) la complejidad de un sistema figura en términos de cuatro aspectos complejos:

- **complejidad estructural**, en términos de que existen gran cantidad de componentes del sistema, cuyas interconexiones y relaciones son conocidas, sin embargo, varían en magnitud en el tiempo y el espacio.
- **complejidad en el comportamiento**, porque a pesar de reconocer a los componentes del sistema y sus interacciones es difícil predecir el comportamiento de las salidas del sistema.
- **complejidad anidada**, ocurre cuando un sistema físico está embebido en una sistema normativo.

- **complejidad evaluativa**, en términos de que existen diferentes puntos de vista de los stakeholders y es difícil establecer el proceso de decisión sobre el sistema.

EL SUBSISTEMA DE ACCESO

De acuerdo a (“911 | Gobierno | gob.mx”, 2017) El 911 es un número homologado que sustituye a los números de corporaciones que atienden urgencias médicas, de seguridad y de protección civil: : 060 (Policía Local), 061 (Policía Judicial Estatal y del Ciudad de México), 065 (Cruz Roja), 066 (Sistema Nacional de Atención de Urgencias de la Ciudadanía), 068 (Bomberos) y 080 (Seguridad Urgencias) autorizados a las entidades gubernamentales y de servicio social, deberán migrar hacia el Número 911.

EL SUBSISTEMA DE ACCESO PRE-HOSPITALARIO

El sistema pre hospitalario tiene el objetivo de brindar atención inicial urgente especializada, sin embargo, (Antonio & Prado, s/f), al no contar con accesos unificados y al no trabajar coordinadamente, disminuye la posibilidad de que su respuesta sea la más adecuada.

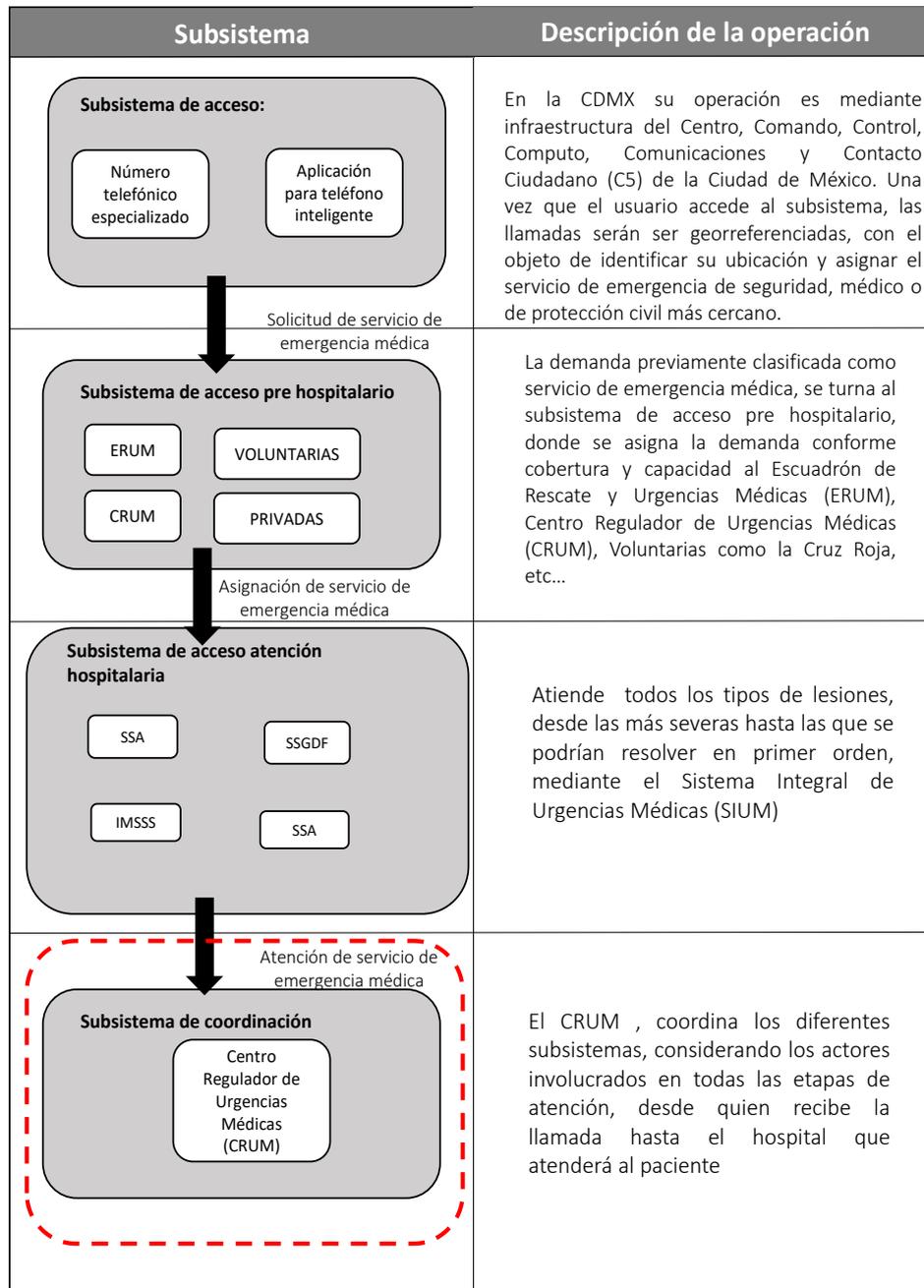
EL SUBSISTEMA DE COORDINACIÓN

El sistema de coordinación regula la relación entre la oferta y la demanda, mediante el Centro Regulador de Urgencias Médicas, En palabras de (Antonio & Prado, s/f) el CRUM : “es una unidad administrativa-operativa quien funge como herramienta gerencia para concentrar la información sobre la disponibilidad de la oferta de la atención hospitalaria, para así asignar dicha oferta de manera racionalizada a las necesidades de los usuarios que demanden atención médica de urgencia”

EL SUBSISTEMA DE ATENCIÓN HOSPITALARIA

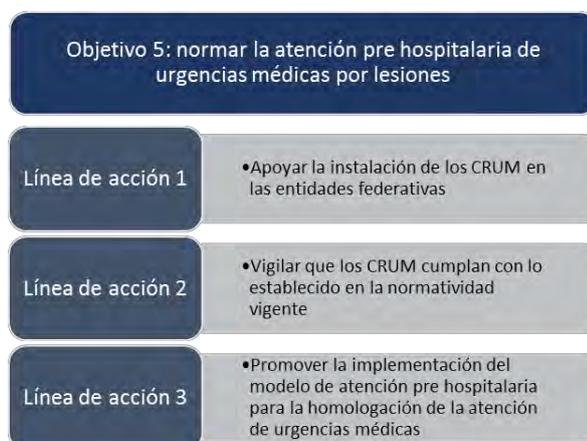
La oferta hospitalaria es heterogénea en términos de su estructura, normativa y organización, la cual se compone de: a) instituciones que brindan atención a la población abierta, b) instituciones que brindan atención a derechohabientes e c) instituciones privadas con o sin fines de lucro. En la siguiente figura, se muestra el detalle de funcionamiento de los componentes de cada subsistema que conforma al SSUM.

FIGURA 18 COMPONENTES DEL SISTEMA, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (ANTONIO AND PRADO N.D.), (SALUD N.D.) (ANON 2017)



El Centro Regulador de Urgencias es el componente del Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM), que impactan significativamente en la regulación entre la oferta y demanda, así pues dicho elemento presenta dominancia sobre los demás componentes del sistema. Cabe destacar que en el programa de acción específico de seguridad vial 2013-2018, (Salud, 2014) establece en su quinto objetivo, fortalecer la atención pre hospitalaria, mediante la instalación de los Centros Reguladores de Urgencias en cada entidad federativa ver la siguiente figura.

FIGURA 19 PROGRAMA DE ACCIÓN ESPECÍFICO DE SEGURIDAD VIAL, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (SALUD 2014)



UBICACIÓN

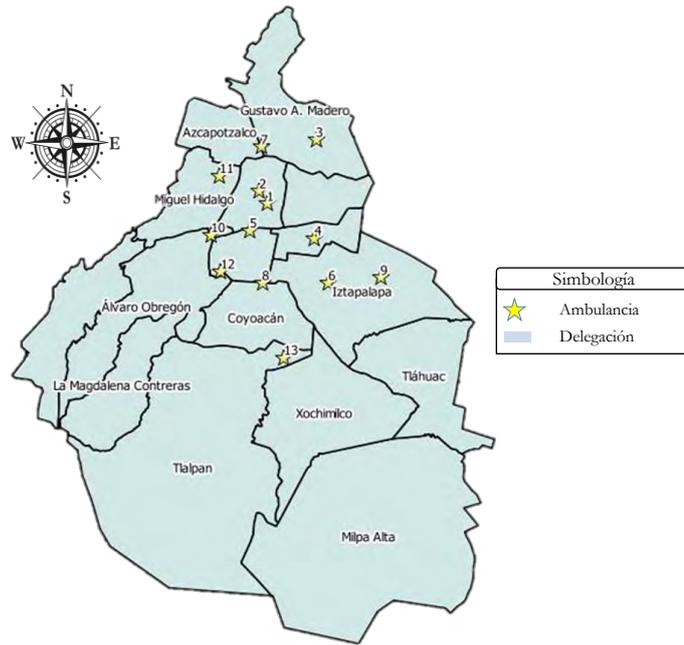
El Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM) se encuentra localizado en la delegación Venustiano Carranza en la calle sur 103 no. 1110, Venustiano Carranza, el Parque, 15970 ciudad de México, CDMX, ver la siguiente figura.

FIGURA 20 UBICACIÓN DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE GOOGLE MAPS



Desde su ubicación cubre la regulación médica en las delegaciones: Venustiano Carranza, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Benito Juárez, Iztapalapa, Azcapotzalco, Coyoacán, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón y Tlalpan. En la siguiente figura se muestra la cantidad de ambulancias asignadas a cada una de las delegaciones que cubre el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la CDMX

FIGURA 21 LOCALIZACIÓN DE AMBULANCIAS Y LA COBERTURA DEL CRUM. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (S. SALUD 2017)



La ubicación de la oferta de ambulancias fue de acuerdo a la experiencia del CRUM, se muestra el detalle en la siguiente tabla

TABLA 8 UBICACIÓN DE AMBULANCIAS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO (CRUM CDMX). ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (S. SALUD 2017)

Ambulancia	Delegación política	Colonia	Calle 1	Calle 2
Ambulancia 1	Venustiano Carranza.	El parque.	Fray Servando Teresa de Mier	Lucas Alamán.
Ambulancia 2	Cuauhtémoc.	Centro.	Av. Juárez.	Balderas.
Ambulancia 3	Gustavo a madero.	Granjas modernas.	Eduardo Molina.	San Juan de Aragón.
Ambulancia 4	Iztacalco.	Gabriel Ramos Millán.	Benito Juárez.	Av. Río Churubusco.
Ambulancia 5	Benito Juárez.	Narvarte.	Calz. Obrero Mundial.	Av. Cuauhtémoc.
Ambulancia 6	Iztapalapa.	San Pablo.	Calz. Ermita Iztapalapa.	Av. Javier rojo Gómez.
Ambulancia 7	Azcapotzalco.	Héroes de Nacozari.	Calz. Vallejo.	Av. Cuitláhuac.
Ambulancia 8	Coyoacán.	San Diego Churubusco.	Calz. de Tlalpan.	Av. Río Churubusco.
Ambulancia 9	Iztapalapa.	Santa María Aztahuacan.	Av. Luis Méndez.	Av. Guelatao.
Ambulancia 10	Miguel hidalgo.	Tacubaya.	Héroes de Padierna.	Blvd. Adolfo Ruiz Cortinez.
Ambulancia 11	Miguel hidalgo.	Los manzanos.	Calz General Mariano Escobedo.	Av. Marina Nacional.
Ambulancia 12	Álvaro obregón.	Crédito Constructor.	Ceres.	Av. Insurgentes Sur.
Ambulancia 13	Tlalpan.	Narciso Mendoza.	Calz. Acoxa.	Av. Canal de Miramontes sur.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ATENCIÓN MÉDICA PRE-HOSPITALARIA

Se examinó el proceso de atención médica pre hospitalaria mediante entrevistas dirigidas a personal operativo y administrativo, siguiendo la secuencia del flujo de actividades y el flujo de información: con la finalidad de entender la forma en que se transforman los recursos, la información y las solicitudes, en la prestación del servicio de urgencias médica.

En la siguiente sección se muestran las políticas de operación, las cuales sirven como lineamientos generales para cada una de las actividades desarrolladas a lo largo del proceso. Adicionalmente, con el objeto de describir la forma de desarrollo del actual proceso, se generó un diagrama de flujo y su procedimiento.

POLÍTICAS DE OPERACIÓN

- El primer respondiente, deberá brindar los primeros auxilios a través de los procedimientos en los que fue capacitado y autorizado. En ningún caso podrá realizar procedimientos invasivos que signifiquen un riesgo mayor para la salud, la integridad física o la vida del paciente.
- La atención médica pre hospitalaria se brindará en áreas geográficas determinadas por el CRUM, conforme lo indiquen los criterios de regionalización, isócronas de traslado de la base de ambulancias al sitio de la urgencia médica.

PROCEDIMIENTO PARA BRINDAR ATENCIÓN MÉDICA PRE-HOSPITALARIA

En el siguiente apartado, se explica el proceso de atención médica Pre hospitalaria del Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM) de la Ciudad de México. Se detalla el despliegue de los métodos de trabajo, desde una perspectiva técnica, identificando las funciones, las entradas y salidas, así como los funcionarios que interactúan en el proceso

El proceso se desarrolla en dos etapas:

- a) Demanda de Atención Médica de Urgencia (DAMU):** cuando surge la necesidad, se solicita el servicio médico adecuado y se coordinan diferentes entidades,
- b) Necesidad de Atención Médica de Urgencia (NAMU):** una vez identificado el tipo de urgencia, se despliegan los procesos adecuados para brindar pronta respuesta a la solicitud de atención médica de urgencia.

Descripción del proceso:

1. Demanda de atención médica de urgencia (DAMU):
 - 1.2 Solicitud de servicio
 - 1.2.1 El solicitante requiere auxilio y lo solicita mediante una llamada telefónica al 911 o presencialmente al personal de policía, bomberos o protección civil, el cual turna la solicitud al 911.

1.3 Recepción:

1.3.1 El clasificador recibe la llamada, evalúa la veracidad de la solicitud.

¿Es una urgencia verdadera?

NO:

1.3.2 Cancela la solicitud

SI:

1.4 Registro y validación del tipo de urgencia:

1.4.1 Clasificador solicita ubicación, nombre del solicitante, número telefónico, descripción de la urgencia y registra en el sistema

1.4.2 Valida el tipo de urgencia.

¿Es una urgencia médica?

NO:

1.4.3 Se turna la solicitud de urgencia a la instancia correspondiente

SI:

1.5 Clasificación de la urgencia:

1.5.1 Se turna la solicitud al área de Atención de Urgencias Médicas, donde participan Técnicos en Urgencias Médicas y Técnicos Auxiliar de Regulación Médica, de Escuadrón de Rescate y Urgencias Médicas (ERUM), del Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM) y de la Cruz Roja

1.5.2 Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM) evalúa la oportunidad de atender la urgencia médica conforme el número de ambulancias disponibles y la cobertura para cada una. En caso de que no sea oportuno atender la urgencia, se turna la solicitud a otra instancia.

2. Necesidad de Atención Médica de Urgencia (NAMU):

2.1 Clasificación de la urgencia:

2.1.1 El Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM), realiza pre-diagnóstico y clasifica la solicitud de urgencia médica conforme al Código Triage y determina Tiempo de Respuesta Médica

T r i a g e	Código Rojo
	Situación crítica con altas posibilidades de supervivencia
	Código Amarillo
	Atención hospitalaria inmediata, pone en riesgo su vida o algún órgano
	Código Verde
	Paciente no crítico y en estado estable

2.1.1 El Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM), turna la solicitud clasificada al Médico Regulador de Urgencia Médica.

2.1.2 Médico Regulador, realiza diagnóstico, define el tipo de ambulancia a emplear y hospital recomendado conforme a la capacidad y a la especialidad requerida.

2.2 Distribución:

2.2.1 Conforme a lo definido por el Médico Regulador, se distribuye la cuadrilla (Médico especializado en atención de urgencias médicas y Técnico en Urgencias Médicas) en ambulancia especializada hacia la ubicación del accidente.

2.2.2 Arriba la ambulancia y se procede a valorar el accidente y a brindar la atención médica pre hospitalario pertinente.

2.2.3 Se traslada al accidentado al hospital correspondiente

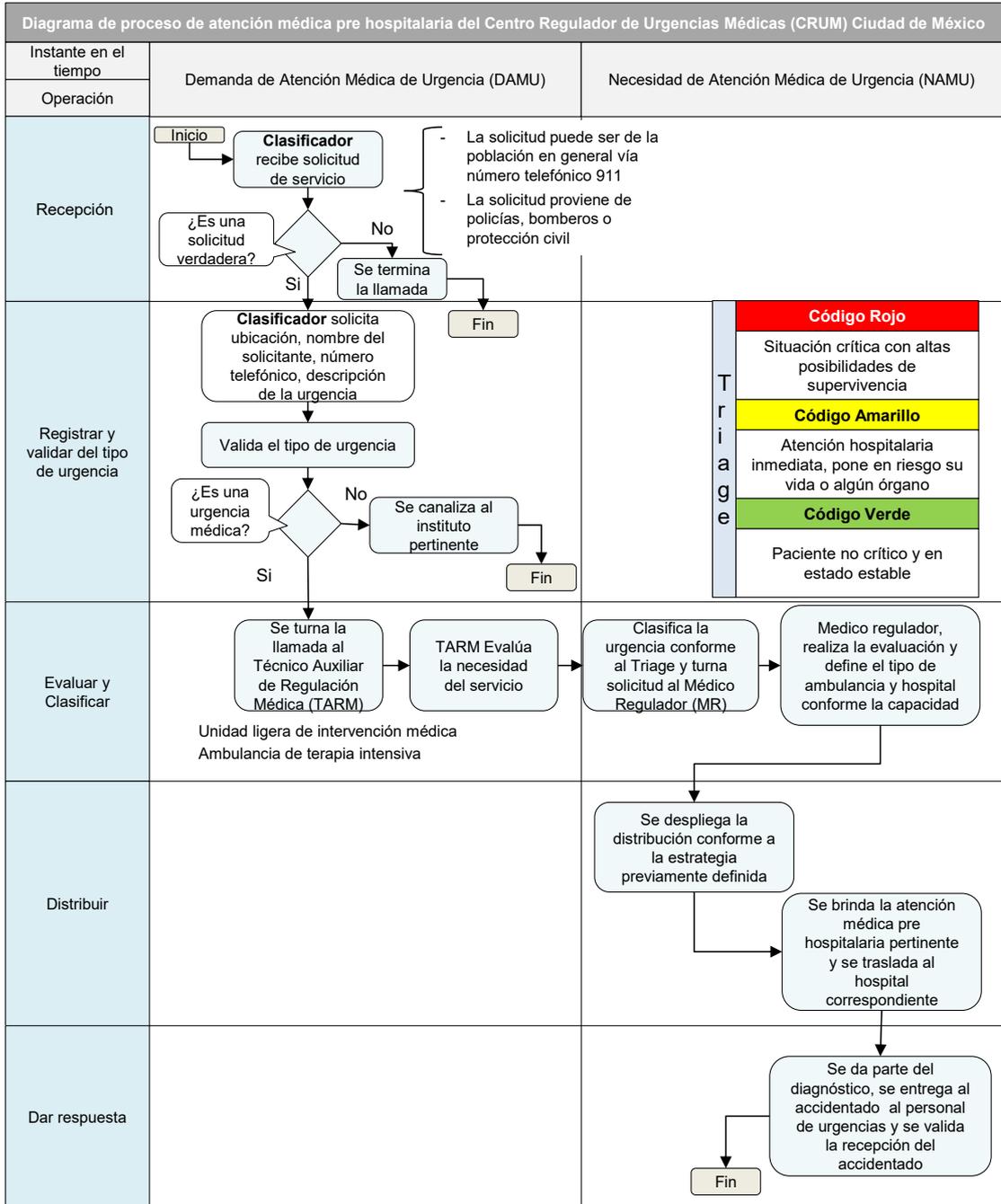
2.3 Respuesta médica:

2.3.1 Arriba la ambulancia al hospital, la cuadrilla procede a bajar al accidentado de la ambulancia.

2.3.2 Se procede la entrega del accidentado al área de urgencias y a dar la parte médica.

2.3.3 Médico especialista en urgencias médicas valida la correcta recepción del accidentado y solicita firma de conformidad en acuse de recibido.

FIGURA 22 DIAGRAMA DE PROCESO DE ATENCIÓN MÉDICA PRE HOSPITALARIA DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS (CRUM) DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

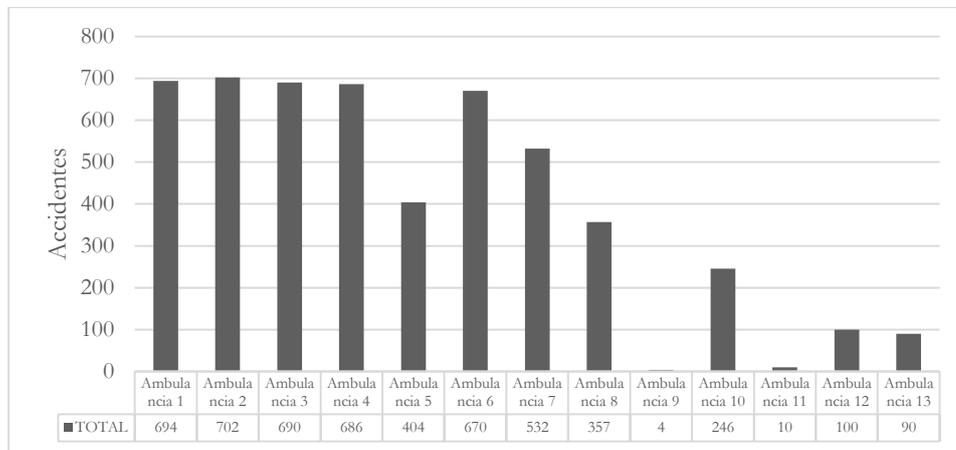


DESEMPEÑO ACTUAL DEL SISTEMA

CAPACIDAD

De acuerdo a la cantidad de accidentes atendidos por el CRUM en 2016, fue posible realizar la segregación por cada ambulancia, en el Diagrama 1 se muestra la capacidad de cada ambulancia. Cabe destacar que las ambulancia 1, ambulancia 2, ambulancia 3 y ambulancia 7 son las que se atienden mayor cantidad de accidentes anualmente; mientras que la ambulancia 9 apenas atendió 4 usuarios.

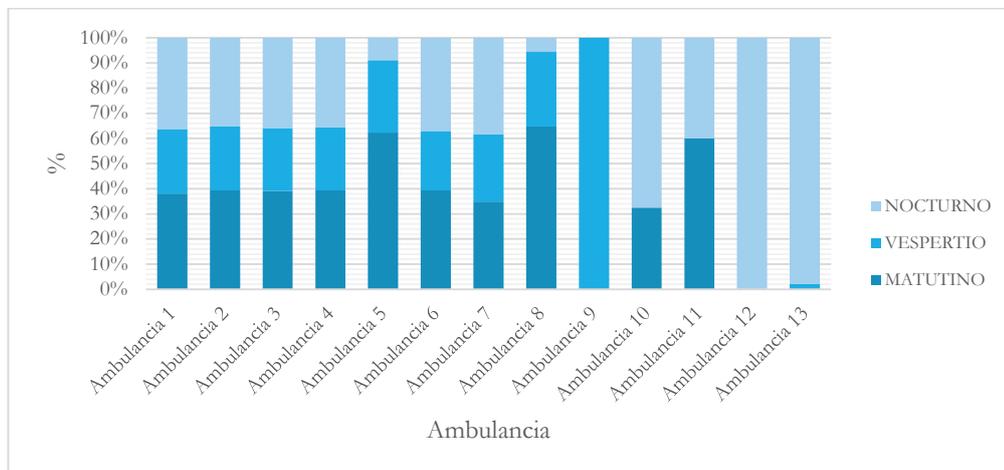
DIAGRAMA 1 DEMANDA ATENDIDA POR AMBULANCIA EN 2016 DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS CDMX,



Fuente: elaboración propia con datos (S. Salud, 2017)

Fue posible obtener el detalle de accidentes por turno matutino (6:00-14:00) vespertino (14:00-22:00) y nocturno (22:00-6:00) durante al año 2016 ver Tabla 9, Las ambulancias 1,2 y 3 muestran un comportamiento equilibrado, sin embargo, las ambulancias 5 y 8 cubren principalmente demanda matutina, ver Diagrama 2

DIAGRAMA 2 DEMANDA ATENDIDA POR AMBULANCIA EN 2016 DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS CDMX



Fuente: elaboración propia con datos (S. Salud, 2017)

TABLA 9 DEMANDA ATENDIDA POR AMBULANCIA DE CRUM CDMX EN EL AÑO 2016. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS (S. SALUD, 2017)

Ambulancia	Accidentes en el turno matutino	Accidentes en el turno vespertino	Accidentes en el turno nocturno	Total
Ambulancia 1	264	178	252	694
Ambulancia 2	276	178	248	702
Ambulancia 3	270	172	248	690
Ambulancia 4	270	172	244	686
Ambulancia 5	252	116	36	404
Ambulancia 6	264	158	248	670
Ambulancia 7	186	142	204	532
Ambulancia 8	231	106	20	357
Ambulancia 9	0	4	0	4
Ambulancia 10	80	0	166	246
Ambulancia 11	6	0	4	10
Ambulancia 12	0	0	100	100
Ambulancia 13	0	2	88	90
TOTAL	2099	1228	1858	5185

NIVEL DE SERVICIO

En el Diagrama 3 se muestra la cantidad de regulaciones médicas por año clasificadas por prioridad, de acuerdo a (General Consejo de salubridad, 2013), "el Triage es una escala de gravedad, que permite establecer un proceso de valoración clínica preliminar a los pacientes, antes de la valoración diagnóstico y terapéutica completa en el servicio de urgencias" La prioridad emplea un código de colores para señalar la criticidad del paciente. En México, es regulada por la NOM-027-SSA3-2013 y por el Triage Hospitalario de Primer Contacto en los Servicios de Urgencias Adultos para el Segundo y Primer Nivel; se establecen los siguientes niveles de severidad (Marisol, 2016):

I Urgencias	II Urgencia	III Urgencia menor
Atención médica <10 minutos	Atención médica de 30 a 60 minutos	Atención médica de 61 a 120 minutos
ROJO	AMARILLO	VERDE

El color azul significa que el paciente no presenta urgencia y el color negro significa que el paciente falleció

DIAGRAMA 3 REGULACIONES MÉDICAS SOLICITADAS AL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS POR AÑO Y PRIORIDAD TRIAGE. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (SECRETARÍA DE SALUD DE LA CDMX)

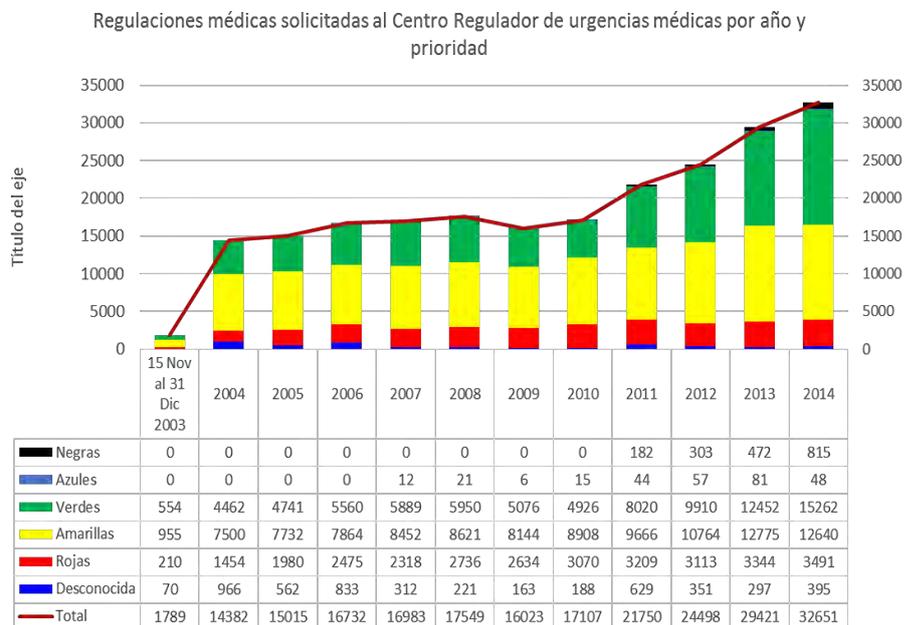
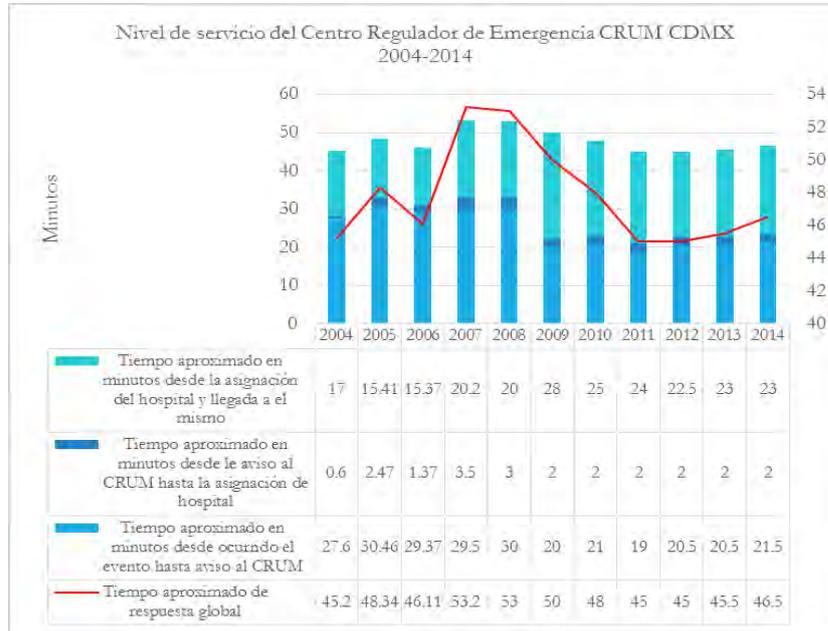


DIAGRAMA 4 NIVEL DE SERVICIO PROMEDIO DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS CDMX.
ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARÍA DE SALUD DE LA CDMX



Fase 2: análisis y diagnóstico

Los resultado obtenidos del mapeo del Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) desde la perspectiva normativa y física (de los subsistemas de: i) acceso, ii) acceso pre-hospitalario, iii) de coordinación, y de iv) atención prehospitalaria), se procedieron a analizar y discutir con los agentes clave. En el siguiente apartado se resumen los resultados:

Discusión de la problemática del sistema

La discusión del Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) se orientó conforme a sus componentes: i) subsistema de acceso, ii) subsistema de atención pre hospitalaria, iii) subsistema de coordinación y iv) subsistema de atención hospitalaria.

Subsistema de acceso:

Cabe señalar que mediante el uso del número telefónico 911 se desea estandarizar el flujo de solicitudes de atención, sin embargo, durante la mesa de trabajo se destacó el hecho de que en la práctica, cuando ocurre una accidente, se suele pedir apoyo directamente a la Policía o a los servicios de ambulancia particulares. Adicionalmente, dicho número telefónico es administrado por personal policiaco el Centro de Control, Comando,

Comunicación, Cómputo y Calidad (C-5) de la Ciudad de México, quienes carecen de los conocimientos técnicos para diagnosticar el tipo de lesión, determinar el nivel de urgencia y canalizar especialidad de ambulancia requerida.

Subsistema de atención pre hospitalaria:

Éste subsistema está conformado por diversas instituciones que cuentan con infraestructura necesaria para la atención médica pre hospitalaria, como lo son: el Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM), Escuadrón de Rescate y Urgencias Médicas (ERUM), Cruz Roja, hospitales privados y hospitales públicos. El desafío de éste sistema radica en la complejidad y diversidad estructural de las instituciones, sus marcos normativos y sus capacidades para atender diferentes especialidades médicas, las cuáles no necesariamente están empataadas con las necesidades de la demanda.

Subsistema de coordinación:

Cabe señalar que, conforme al diseño original el Centro Regulador de Urgencias Médicas, sería el encargado de realizar la coordinación entre la demanda de servicios por parte de los lesionados y la oferta de la infraestructura para la atención a la urgencia.

Subsistema de atención hospitalaria

El Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México (CRUM) señalo que el subsistema de atención pre hospitalaria cotidianamente solicita traslados entre hospitales, reduciendo la capacidad del Centro Regulador para la atención de urgencias médicas.

Discusión de la problemática del proceso de atención Pre-hospitalario y su desempeño

Demanda de Atención Médica de Urgencia (DAMU)

En las actividades de recepción, registro y validación del tiempo de urgencia, existen el desperdicio de sobre proceso debido a la validación y de clasificación del tipo de urgencias. Adicionalmente, se provoca otro desperdicio de Espera del usuario en torno a la respuesta.

Adicionalmente en el paso del proceso de evaluación y clasificación, se reciben el desperdicio de defecto de una mala clasificación de la urgencia médica, provocando la necesidad de volver a clasificar el tipo de urgencia médica, generando el desperdicio de sobre proceso.

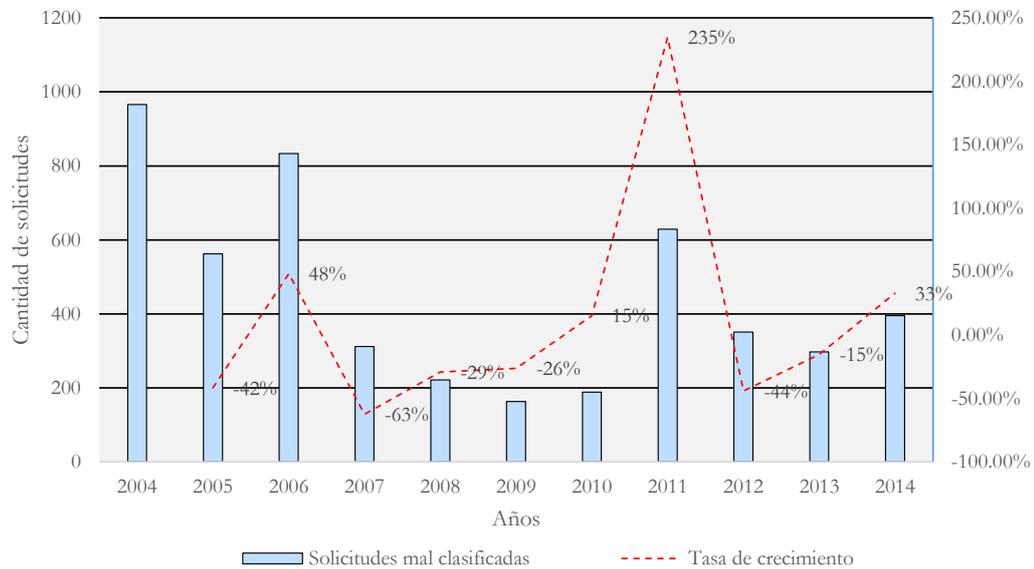
FIGURA 23 PROBLEMÁTICA EN LA DEMANDA DE ATENCIÓN MÉDICA DE URGENCIAS. ELABORACIÓN PROPIA, CON DATOS DE (SALUD N.D.)

Paso del proceso	Desperdicios encontrados	Acción potencial a realizar
Recepción	Espera	Mejorar el paso del proceso
Registrar y validar el tipo de urgencia	Sobre proceso , Espera y Defectos	Combinar con el paso de Recepción
Evaluar y clasificar	Sobre proceso	Combinar con el paso de Recepción y mejorar el proceso de clasificación

Cabe señalar que las malas clasificaciones de urgencia médica durante el periodo de años comprendido entre el 2004 y 2014, presentaron un máximo histórico en el año 2011 con 235% de solicitudes de urgencia médica mal clasificada respecto al año 2010. En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento histórico.

FIGURA 24 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LAS SOLICITUDES MAL CLASIFICADAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARIA DE SALUD.

Periodo	Solicitudes mal clasificadas	diferencia	Tasa de crecimiento
15 de Noviembre al 31 de diciembre 2003	70		
2004	966		
2005	562	-404.00	-42%
2006	833	271.00	48%
2007	312	-521.00	-63%
2008	221	-91.00	-29%
2009	163	-58.00	-26%
2010	188	25.00	15%
2011	629	441.00	235%
2012	351	-278.00	-44%
2013	297	-54.00	-15%
2014	395	98.00	33%
Total	4987		



Oferta de Atención Médica de Urgencia (DAMU)

Durante el paso del proceso de evaluación y clasificación, el médico regulador evalúa y define el tipo de ambulancia de acuerdo al tipo de ambulancias disponibles, a la cobertura y cercanía estimada de cada ambulancia, con la expectativa de brindar un tiempo de respuesta mínimo, conforme a su experiencia y a la dinámica del día. Cabe señalar que el nivel de servicio brindado en ésta paso ha oscilado históricamente de 0.6 minutos en 2004 hasta un máximo de 2 minutos en 2014, debido a una incorrecta evaluación y clasificación de las solicitudes.

FIGURA 25 PROBLEMÁTICA EN LA NECESIDAD DE URGENCIA MÉDICA, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARÍA DE SALUD

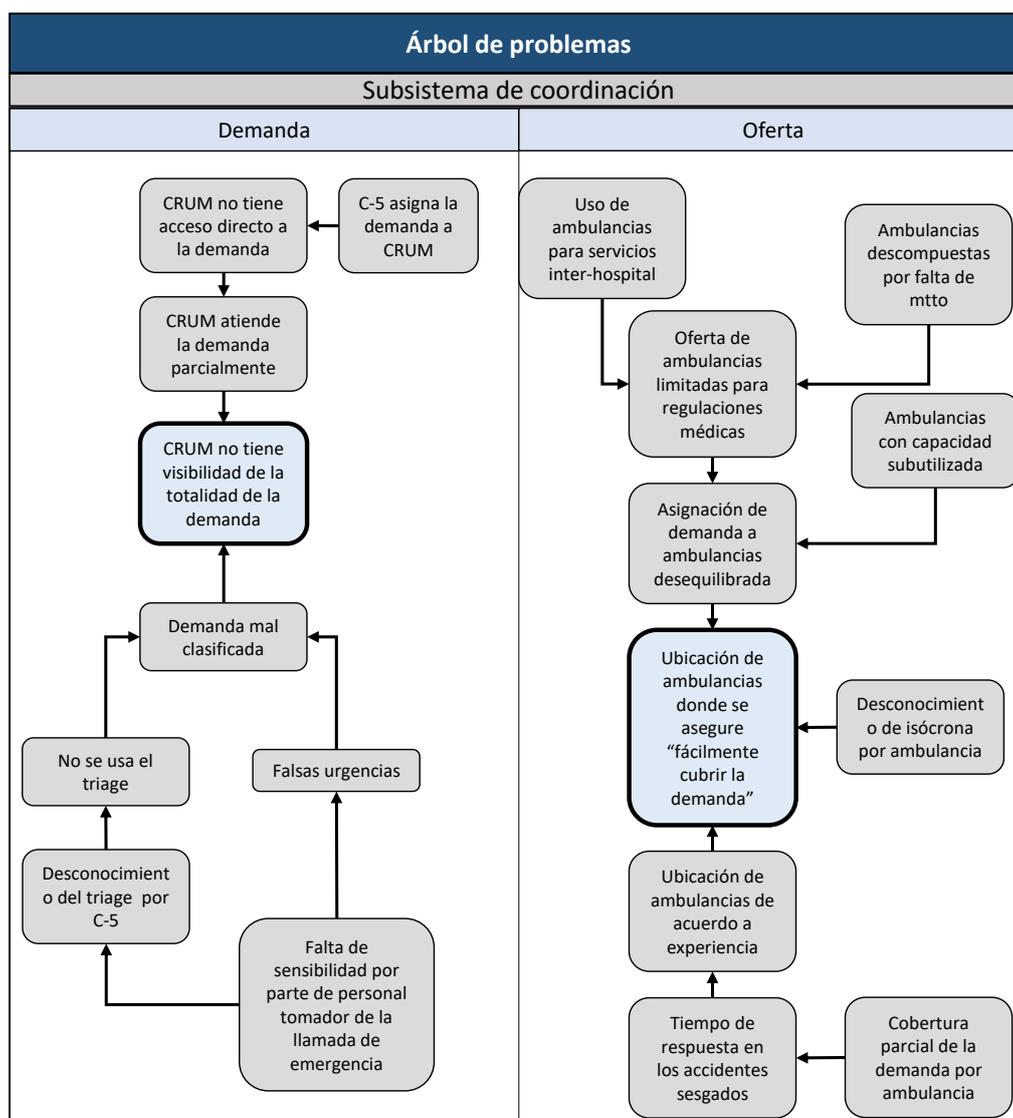
Paso del proceso	Tipo de Desperdicio	Acción potencial a realizar
Evaluar y Clasificar	Talento mal aprovechado	Mejorar la etapa proceso
Distribuir	Espera	Mejorar el proceso
Dar respuesta	Espera	Mejorar el proceso

Mesa de trabajo con agentes clave del Centro Regulador de Urgencias Médicas

Se realizaron dos mesas de trabajo con la Coordinación General del Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México, con médicos especialistas en urgencias médicas, con técnicos en urgencias médicas y con personal que toma atiende las solicitudes de servicio. La primera mesa de trabajo consistió en mostrar los resultados generados de las etapas del 1 al 3

La segunda mesa de trabajo, consistió en una lluvia de ideas para la detección dificultades para la atención pre hospitalaria. Dichas sugerencias, fueron escritas en post it y colocadas en el pizarrón por cada integrante de la mesa de trabajo. Se agruparon los comentarios entorno a dificultades encontradas en la demanda de urgencias médicas, y en torno a la oferta de atención pre hospitalario. En la siguiente figura se muestra el resumen la segunda mesa de trabajo:

FIGURA 26 ÁRBOL DE PROBLEMAS, ELABORACIÓN PROPIA



Fase 3: elaboración de propuestas.

En el capítulo anterior se desplegaron una serie de mesas de trabajo con el objeto de identificar y revisar los componentes del Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM), con el propósito de obtener un diagnóstico así como la problemática en torno a la oferta y demanda de la Atención Médica pre hospitalaria.

La siguiente sección tomará como insumo el diagnóstico previo, y desarrollará un proceso de diseño de estrategias con la esperanza de que puedan mejorar de manera significativa en el sistema, para posteriormente evaluarlas y priorizarlas.

Diseño preliminar de estrategias

Se desplegó un proceso de diseño caracterizado por el involucramiento, participación y consenso de los integrantes del Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México. Así, mediante sesiones de trabajo, se analizaron los resultados del diagnóstico, se establecieron objetivos de mejora, y se determinaron estrategias potenciales para mejorar el desempeño del Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM)

Estudio conceptual y definición de objetivos de mejora

Para un mejor entendimiento de la problemática del sistema, se procedió a clasificar los síntomas conforme al subsistema y conforme a la siguiente clasificación:

- **Problemas relacionados al uso de las ambulancias y los equipos:** se refiere al conjunto de síntomas que potencialmente se presentan durante la operación, condiciones de uso o alteran la capacidad planeada del equipo especializado y las ambulancias durante el proceso de atención pre hospitalaria en la Ciudad de México
- **Problemas relacionados al personal:** agrupa la problemática en torno a la organización de los equipos de trabajo, sus capacidades, talento y conocimiento que aportan al Sistema de Servicios de Urgencias Médicas de la Ciudad de México
- **Problemas relacionados al método de trabajo:** identifica el conjunto de prácticas, actividades que transforman insumos en salidas específicas en cada uno de los subsistemas bajo observación.

En la siguiente tabla se muestran los problemas asociados a la clasificación previa.

TABLA 10 ESTUDIO CONCEPTUAL DE LA PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL SISTEMA DE SERVICIO DE URGENCIAS MÉDICAS. ELABORACIÓN EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

Elemento del sistema	Clasificación		
	Método de trabajo	Personal	Ambulancias y equipo
1) Subsistema de acceso	C-5 Asigna la demanda	Personal clasifica de manera incorrecta las solicitudes de servicio.	n/a
	CRUM no carece de visibilidad de la demanda	Falsas Urgencias	
	Desconocimiento del uso de Triage	Falta de conocimiento para evaluar la solicitud de servicio	
2) Subsistema de acceso pre hospitalario	Desconocimiento de la cobertura por ambulancias	n/a	Ambulancias descompuestas por falta de mantenimiento
	Ubicación de ambulancias de manera empírica sin un método de trabajo		
	Tiempo de respuesta sesgado		
	Cobertura parcial de la demanda por ambulancia		
3) Subsistema de coordinación.	CRUM no tiene visibilidad de la totalidad de la demanda.	Oferta limitada para regulaciones médicas.	Asignación de demanda a ambulancias desequilibrada.
4) Subsistema de atención hospitalaria	n/a	n/a	Uso de ambulancias para servicios inter-hospital

Se procedió a formular los siguientes objetivos, los cuales se clasificaron de acuerdo a su magnitud en objetivos a desarrollar por el Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM) y objetivos donde se permite la participación del tesista.

Objetivos donde se permite la participación del tesista:

a) Objetivo de mejora para el subsistema de acceso:

Diseñar una propuesta de proceso que permita recibir y clasificar las solicitudes de servicio, conforme al protocolo triage, la totalidad de la demanda de servicios de urgencias médicas en la Ciudad de México antes de finalizar la maestría

b) Objetivo de mejora para el subsistema de coordinación:

Diseñar una propuesta de ubicación de las ambulancias del Centro Regulador de Urgencias Médica que permitan cubrir los accidentes conforme al protocolo triage.

Objetivos a desarrollar por el Centro Regulador de Urgencias Médicas:

Objetivo de mejora para el subsistema de acceso pre hospitalario:

En conjunto con la Secretaria de Salud de la Ciudad de México, establecer un protocolo de asignación de solicitudes de urgencias médicas en la CDMX a más tardar el segundo semestre del año 2018.

Objetivo de mejora para el subsistema de atención hospitalaria:

En conjunto con la Secretaria de Salud de la Ciudad de México, diseñar un plan para dar respuesta a las solicitudes de atención médica de urgencia, sin comprometer los servicios interhospitalarios a más tardar el segundo semestre del año 2018.

Diseño preliminar de estrategias

Estrategias en relación al método de trabajo:

Mejorar el proceso de recepción y asignación de la demanda: ésta estrategia consiste en optimizar los flujos de información de demanda y asegurar una óptima asignación de los recursos limitados. Dicha estrategia implica un esfuerzo interinstitucional para el análisis, optimización y/o posible rediseño del proceso, adicionalmente es necesario generar las interfaces necesarias para homologar sistemas, métodos de trabajo y posibles codificaciones. Cabe destacar que la estrategia es compatible con la puesta en marcha del número telefónico universal de urgencias 911, bajo esos términos, se sugiere aprovechar el cambio y homologación del número, y asegurar un correcto flujo de información. En términos de temporalidad, se considera que la estrategia es factible para su implementación en mediano plazo.

Para llevar a cabo ésta estrategia se realizarán las siguientes actividades:

Actividades del tesista:	Actividades del CRUM:
Análisis del proceso de atención médica pre-hospitalaria, en especial en la recepción y clasificación de solicitudes.	Brindar información necesaria al tesista
Generación de un método de trabajo para la recepción y clasificación de solicitudes	Identificar los sistemas actualmente empleados e investigar la migración al sistema de 911

Optimización de la localización de las ambulancias:

Ésta estrategia consiste en optimizar la ubicación de las ambulancias, asegurando un nivel de servicio que oferte una atención oportuna a las urgencias médicas. Dicha estrategia implica un conocimiento de la totalidad de la demanda, así como su correcta clasificación; bajo esos términos es necesario personal especializado, con la sensibilidad adecuada para analizar la sintomatología del paciente, identificar su nivel de criticidad y categorizar su solicitud. Para que ésta estrategia funcione correctamente se requiere conocer la totalidad de la oferta de ambulancias, su capacidad y de ser posible estandarizarlas

Actividades del tesista:	Actividades del CRUM:
Realizar el estudio para optimizar la ubicación de las ambulancias del CRUM	Brindar información necesaria al tesista

Estrategias en relación al personal:

Personal especializado y capacitado en la asignación de la demanda:

Ésta estrategia es complementaria a la de mejora del proceso de asignación de la demanda, se caracteriza por capacitar al personal que toma las solicitudes telefónicas en el protocolo de intervención Triage, para su correcta implementación, se requiere personal especializado que pueda evaluar las prioridades de atención médica, que privilegie la posibilidad de supervivencia conforme a las necesidades terapéuticas y a la infraestructura disponible.

Actividades del CRUM:
Capacitar al personal en el protocolo triage e implementar el proceso diseñado por el tesista

Estrategias en relación al equipo y ambulancias

Optimizar la asignación de capacidad de ambulancias:

Para el éxito de la implementación de ésta estrategia, se requiere tener acceso a la totalidad del inventario ambulancias la Ciudad de México y conocer sus capacidades, se necesita un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que asegure la continuidad del servicio. Adicionalmente es importante la coordinación y comunicación entre instituciones, para asegurar que la correcta asignación de ambulancias.

Actividades del CRUM:
Capacitar al personal en el protocolo triage e implementar el proceso diseñado por el tesista, como alcance inicial sería la Centro Regulador de Urgencias Médicas.

Evaluación y selección del conjunto de estrategias

Con base al diagnóstico del sistema de servicio de urgencias médicas, se procedió a realizar una sesión de trabajo, bajo un enfoque de detección de fallas en los componentes del sistema, considerando su grado de severidad y su nivel de ocurrencia. Para dicho análisis, se recurrió a la herramienta Análisis del modo y efecto de la falla, para poder discernir y priorizar el conjunto de estrategias a diseñar.

Análisis del modo y efecto de la falla

Para la ejecución del análisis del modo y efecto de la falla, se realizaron las siguientes actividades:

1. Establecer la escala consensuada para medir el grado de severidad, el grado de ocurrencia y el grado de detección.
2. Con el equipo de trabajo analizar los modos de falla en cada uno de los subsistemas.
3. De acuerdo a la experiencia del equipo, se definió el efecto potencial de la falla.
4. Identificar, en caso de su existencia, modos o controles de detección de las fallas en cada subsistema.
5. Conforme a las escalas previamente definidas, establecer el grado de severidad, el grado de ocurrencia y el grado de detección.
6. Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR), priorizar la intervención y el diseño de estrategias.

DEFINICIÓN DE METRICAS

A continuación se muestra una serie de conceptos establecidos para la realización del Análisis del modo y efecto de Falla (AMEF)

- **Grado de severidad:** es una métrica que define el nivel de integridad del usuario al ser atendido por el sistema de servicio de urgencias médicas. Mediante ésta métrica se establece el grado de impacto de cualquier defecto o acto que implique el riesgo de lesión o muerte en el usuario.

La escala se estableció de menor a mayor en una escala del 1 al 10, donde 10 es lo más severo. A continuación se muestra la convención de escala definida:

TABLA 11 ESCALA EMPLEADA PARA ESTABLECER EL GRADO DE SEVERIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CDMX

Grado de severidad		
Efecto	Rango	Criterio
Nada	1	Sin efecto
Muy poco	2	Usuario no molesto. Poco efecto en el desempeño del sistema
Poco	3	Usuario algo molesto. Poco efecto en el desempeño del sistema
Menor	4	El usuario se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del sistema
Moderado	5	El usuario se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del sistema
Significativo	6	El usuario se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable
Mayor	7	El usuario está insatisfecho. El desempeño del sistema se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado
Extremo	8	Usuario muy insatisfecho. El Sistema es inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Se cumple con reglamentaciones gubernamentales
Peligro	10	Efectos peligrosos. Incumplimiento con reglamento del gobierno. Fallas repentinas en el sistema

- **Grado de ocurrencia:** ésta métrica nos ayuda a visualizar el nivel de posibilidad de que un usuario experimente un modo de falla. La ocurrencia se mide en una escala de 1 al 10. Donde 10 establece el nivel de ocurrencia más alto que pudiese acontecer.

TABLA 12 ESCALA EMPLEADA PARA ESTABLECER EL GRADO DE OCURRENCIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CDMX

Grado de Ocurrencia		
Efecto	Rango	Criterio
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas en el subsistema
Muy poca	2	Solo fallas aisladas.
Poca	3	Solo fallas aisladas.
Moderada	4	El subsistema ha tenido fallas ocasionales
	5	
	6	
Alta	7	El subsistema falla a menudo
	8	
Muy Alta	9	La falla es casi inevitable
	10	

- Grado de detección:** ésta métrica indica el nivel de certidumbre experimentado por el equipo de trabajo, entorno a los actuales controles en el sistema para detectar el potencial de falla. En la siguiente tabla se muestra la escala diseñada, la cual corre desde 1 indicando que es fácilmente detectable la falla, hasta 10 señalando que es improbable su detección

TABLA 13 ESCALA EMPLEADA PARA ESTABLECER EL GRADO DE DETECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CDMX

Grado de detección		
Efecto	Rango	Criterio
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia
Medianamente alta	de 2 a 5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia
Baja	de 6 a 8	El defecto es una característica fácilmente identificable
Muy Baja	9	No es fácil de detectar la falla por métodos usuales. El defecto es una característica oculta o inminente
Improbable	10	La característica no se puede detectar fácilmente en el proceso

GENERACIÓN DEL ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF)

Después de consensuar el grado de severidad, ocurrencia y detección, con el personal del Centro Regulator de Urgencias Médicas (CRUM) se procedió a identificar los modos de falla de cada subsistema, conforme al diagnóstico previamente realizado. En la siguiente tabla se muestra el Análisis del Modo y Efecto de la Falla. Y el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), la cual es una métrica obtenida de la multiplicación del grado de Severidad, Ocurrencia y Detección, que permite realizar una jerarquización, a mayor sea la magnitud del valor del NPR, implica dar prioridad a los efectos de la falla sobre el desempeño del sistema.

$$NPR = \text{severidad} * \text{ocurrencia} * \text{detección}$$

TABLA 14 ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULATOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CDMX

Análisis del modo y efecto de la falla										
Subsistema	#	Modo potencial de falla	S	Efecto potencial de falla	Causa potencial de falla	O	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	D	NPR
1) Subsistema de acceso	1.1	Demanda mal clasificada	9	Falsas urgencias	Desconocimiento de como clasificar las urgencias	7	No existe	Pre diagnóstico de Técnico Regulator de Urgencias Médicas	3	189
	1.2	No se tiene acceso a la totalidad de la demanda	4	Falla la planeación	El proceso así está diseñado	8	No existe	No existe	9	288
2) Subsistema de acceso	2.1	Desconocimiento del nivel de servicio de cada ambulancia conforme su ubicación	7	No se cubre la totalidad de la demanda	Desconocimiento de la cobertura real por ambulancia	8	Ubicación de ambulancias conforme experiencia	No existe	9	504
					CRUM no tiene visibilidad de la demanda	10	No existe	No existe	9	630
	2.2	Ambulancias descompuestas por falta de mantenimiento	8	Falta refacciones de	4	Solicitud de refacciones	Archivo de control de inventario	3	96	

Subsistema	#	Modo potencial de falla	S	Causa potencial de falla	O	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	D	NPR
3) Subsistema de Coordinación	3.1	Asignación de demanda desequilibrada	4	CRUM no tiene visibilidad de la demanda	10	No existe	No existe	9	360
4) Subsistema de atención hospitalaria	4.1	Oferta limitada de ambulancias	6	Uso de ambulancias para servicio inter-hospitalario	10	No existe	Solicitud de servicio inter-hospitalario	4	240

SELECCIÓN DEL CONJUNTO DE ESTRATEGIAS CONFORME A LA CRITICIDAD

El análisis de Modo y efecto de la Falla revela que la Cobertura Parcial de la demanda por ambulancia, seguido de asignación de demanda desequilibrada y la falta de acceso a la totalidad de la demanda son los modos de falla potencial que presentan mayor riesgo para el Sistema de Servicio de Urgencias Médicas. En la siguiente tabla se muestra de manera jerárquica el nivel de riesgo de cada modo potencial de falla.

TABLA 15 EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN CONJUNTO CON EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CDMX

Modo potencial de falla	Ocurrencia	Severidad	NPR	%NRP
Desconocimiento del nivel de servicio de cada ambulancia conforme su ubicación	10	7	567	32.6%
Asignación de demanda desequilibrada	10	4	360	20.7%
No se tiene acceso a la totalidad de la demanda	8	4	288	16.6%
Oferta limitada de ambulancias	10	6	240	13.8%
Demanda mal clasificada	7	9	189	10.9%
Ambulancias descompuestas por falta de mantenimiento	4	8	96	5.5%

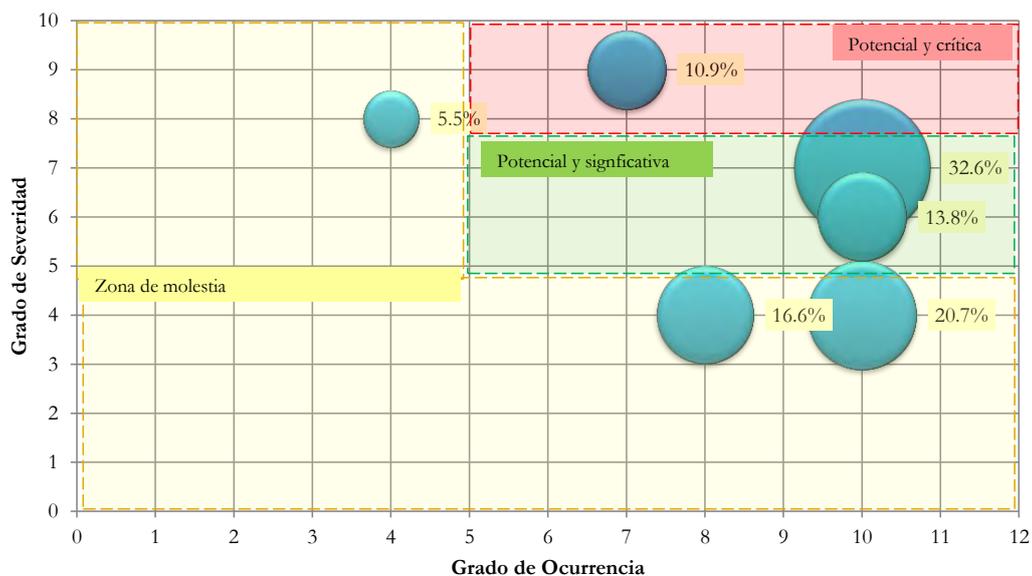
Con el objetivo de explicar de manera más sencilla los resultados obtenidos del cálculo del número de prioridad de riesgo, se procedió a caracterizar los modos de falla en términos

de su grado de severidad y grado de ocurrencia, clasificándolos dos grandes rubros: riesgo potencial y zona de molestia/precaución.

Aquellos modos de falla cuyo nivel de severidad superan el grado de ocho y nivel de ocurrencia mayor a cinco, se clasifican en la zona de potencial y crítica. Aquellos modos de falla cuyo grado de severidad oscila en magnitud de cinco a ocho, y cuyo nivel de ocurrencia es mayor a cinco se clasifican en la zona de potencial y significativo. Los modos de falla cuyo grado de severidad o grado de ocurrencia no se asignan los intervalos anteriormente mencionados se clasifican en la zona de molestia o de precaución.

La siguiente figura se muestra la categorización de cada modo de falla potencial por color, adicionalmente el diámetro del círculo es proporcional al peso relativo en porcentaje de cada modo de falla.

FIGURA 27 CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO AL MODO DE FALLA, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULAR DE URGENCIA MÉDICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO



Por tanto se sugiere priorizar los modos de falla, de acuerdo a las siguientes categorías:

Modos de falla en zona de potencial y crítica:

- Demanda mal clasificada.

Modos de falla en zona de potencial y significativa:

- Desconocimiento del nivel de servicio de cada ambulancia conforme su ubicación

- Oferta limitada de ambulancias.

Modos de falla en zona de molestia:

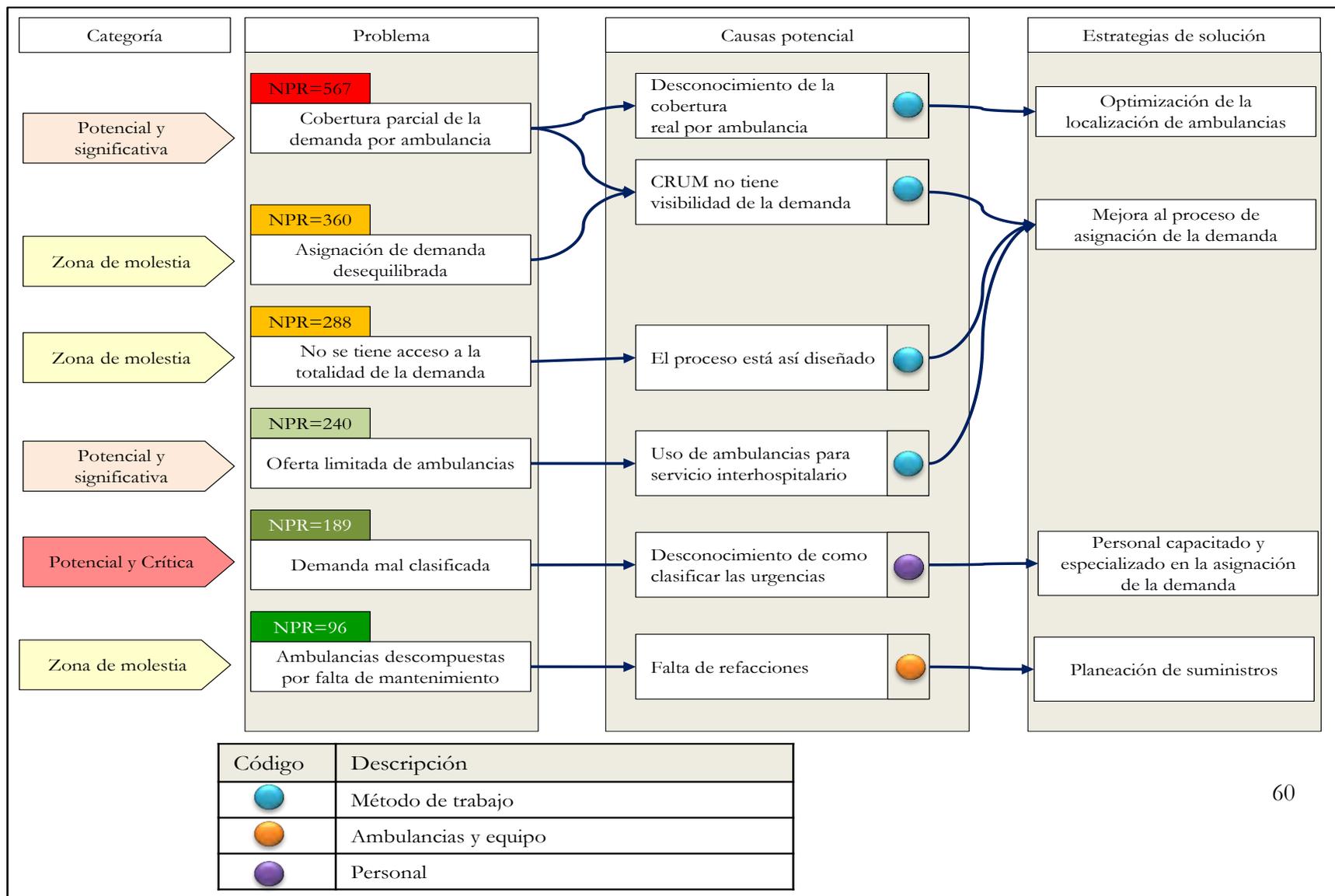
- Asignación de demanda desequilibrada.
- No se tiene acceso a la totalidad de la demanda.
- Ambulancias descompuestas por falta de mantenimiento.

A manera de sintetizar el análisis realizado se generó un árbol de soluciones, identificando el tipo de problema, su categoría, las causas potenciales que lo originan y las estrategias de solución, las cuales son:

- Optimización de la localización de las ambulancias.
- Mejorar el proceso de asignación de la demanda.
- Personal especializado y capacitado en la asignación de la demanda.
- Planeación de suministro de refacciones.

En la siguiente figura se muestra el árbol de soluciones:

FIGURA 28 ÁRBOL DE SOLUCIONES PARA LA PROBLEMÁTICA DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS CDMX, ELABORACIÓN PROPIA.



Diseño del conjunto de estrategias factibles

En común acuerdo con el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México, se acordó que el alcance del siguiente despliegue se delimitaría al diseño de un nuevo proceso de asignación de la demanda y la optimización de la localización de las ambulancias, debido a que capacitar al personal en términos de atención a urgencias médicas es una actividad altamente especializada. Cabe señalar que la planeación de suministros de refacciones, es una actividad centralizada en la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, en la cual anualmente el Centro Regulador de Urgencias Médicas estima un nivel de inventario de refacciones para el mantenimiento de las ambulancias, por lo que no se consideró dentro del alcance.

Optimización de la localización de las ambulancias

Para optimizar la localización de las ambulancias, se diseñó un método de trabajo adecuado a la situación del Centro Regulador de Urgencias Médicas, el cual consiste en los siguientes pasos:

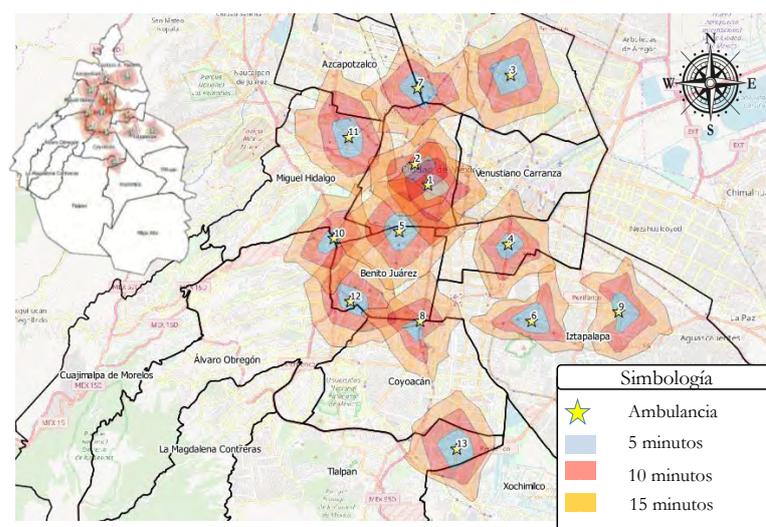
1. **Evaluar la cobertura actual de las ambulancias:** se ubicó la localización actual de las trece ambulancias del Centro Regulador de Urgencias y posteriormente, con base a las especificaciones del tiempo de respuesta de la NOM-027-SSA3-2013 se generaron las isócronas a 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos. Los objetivos de realizar esta evaluación fueron: a) dar certeza en la cobertura de sus ambulancias al Centro Regulador de Urgencias Médicas, b) tener un marco de referencia para la propuesta de localización de ambulancias.
2. **Localizar las intersecciones viales con accidentes:** con base a fuentes de información secundaria y a solicitudes de acceso a la información al IFAI (Instituto Federal de Acceso a la Información), se ubicaron las 160 intersecciones más peligrosas en la Ciudad de México
3. **Localizar ubicaciones posibles de ambulancias:** se consideraron como candidatos módulos de seguridad y participación ciudadana y delegaciones, dando un total de 96 posibles localizaciones para las ambulancias.
4. **Determinar la cantidad de accidentes que cubren los nodos de oferta:** para cada una de las 96 ubicaciones posibles de las ambulancias, se determinaron sus isócronas a 10 minutos conforme a la NOM-027-SSA3-2013 Regulación de los servicios de salud, con el objetivo de determinar la posible demanda que podrían atender.

5. **Generación de Red y matriz Origen Destino:** Se procedió a generar la red, consideran los 93 nodos anteriormente mencionados y se determinó la matriz origen destino de dicha red.
6. **Formulación del problema de localización:** se formularon las ecuaciones con base en el modelo de localización de máxima cobertura.
7. **Programación del algoritmo de solución:** se consideró la heurística del algoritmo glotón y de sustitución.
8. **Generación de escenarios:** se consideraron dos escenarios: el primer escenario ubicando solo 13 ambulancias y el segundo sin considerar restricción de cantidad de ambulancias.
9. **Ubicación espacial de las localizaciones óptimas:** se generó un mapa con la ubicación óptima de las ambulancias y sus isócronas.

Evaluación de la cobertura actual por ambulancia:

Para realizar el proceso de optimización de la localización de ambulancias, se evaluó la cobertura actual de cada una de las 13 ambulancias, a partir de la determinación de sus isócronas, en intervalos de 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos. Cabe señalar que para la generación de las isócronas se tomó en cuenta un escenario base, el cual contempla vialidades semaforizadas, una velocidad máxima de 50 km/hr en vialidades primarias, 40 km/hr en vialidades secundarias, 80 km/hr en vías rápidas. En la siguiente figura se muestra gráficamente la cobertura por ambulancia, conforme en un mapa de isócronas. Una isócrona es un conjunto de líneas dibujado sobre un mapa que define un espacio donde algo ocurre o llega en el mismo tiempo. Un mapa de isócronas de ambulancias, por medio de líneas, definiera espacios donde es posible que lleguen a un tiempo previamente definido

FIGURA 29 COBERTURA ACTUAL POR AMBULANCIA, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA CENTRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



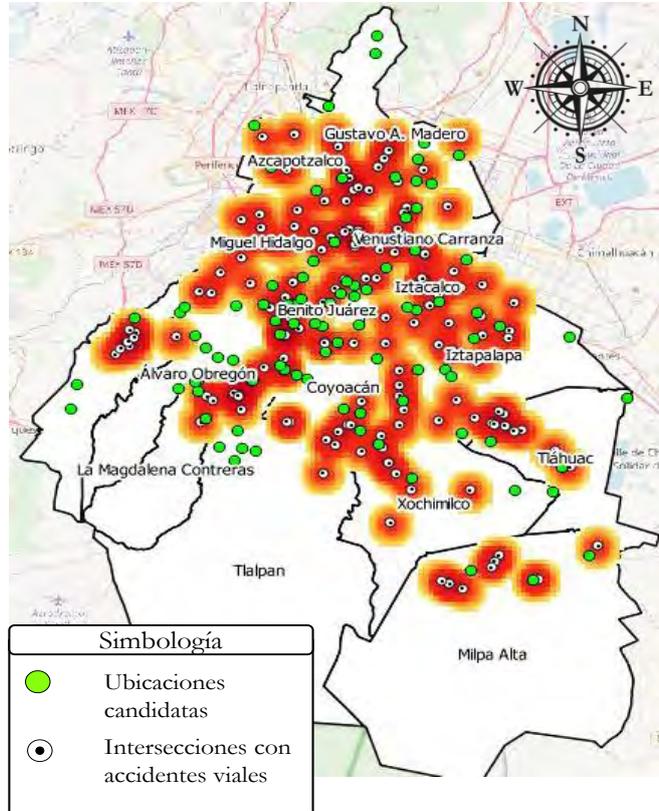
Dicha cobertura se caracteriza por generar traslapes de las ambulancias 1, 25, 10, 2 y 8, lo cual obedece a una estrategia de asegurar el cumplimiento de la demanda, a pesar de que subutilice la cobertura por ambulancia.

Localización de la demanda de accidentes de tránsito y de la oferta de posibles lugares para la localización de ambulancias

Para localizar la ubicación de la demanda, se consultó el Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal del 2009 y se generaron solicitudes de información de accidentes de tránsito en la Ciudad de México, de los accidentes de tránsito durante el periodo de años del 2010 al 2016. Con los cual se pudo determinar las diez principales intersecciones por cada delegación, se determinaron sus coordenadas y se generó un mapa con su respectiva ubicación.

Para determinar la localización de la oferta, se consultó a la Secretaria de Seguridad Pública para obtener la dirección de cada módulo de atención y participación ciudadana, cabe señalar que en las delegaciones donde no se contaba con dichos módulos, se procedió a consultar la dirección de los palacios municipales; posteriormente se ubicaron las coordenadas y se generó un mapa.

FIGURA 30 UBICACIÓN DE LOS PRINCIPALES CRUCEROS CON ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DE LAS LOCALIZACIONES CANDIDATAS PARA LAS AMBULANCIAS ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LA SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

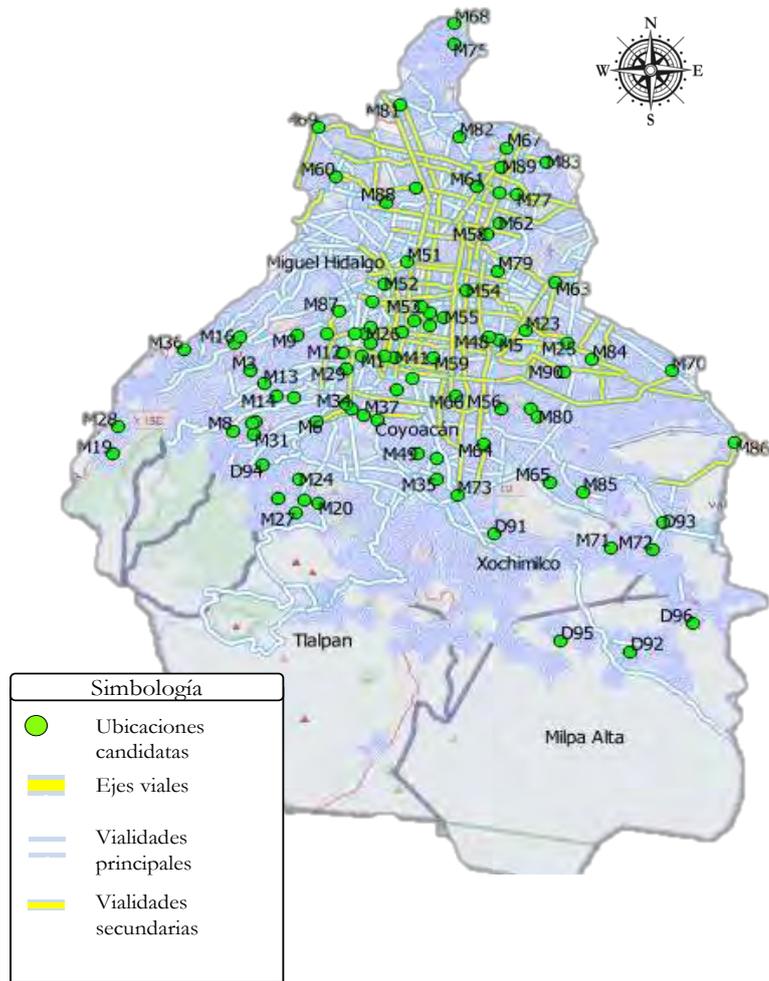


Del análisis espacial anterior, se aprecia una que las delegaciones Venustiano Carranza, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Iztapalapa y Cuauhtémoc históricamente han sido las que generan mayor cantidad de accidentes de tránsito.

Generación de Red y matriz Origen Destino

Para el proceso de generación de la Red, se consideraron los posibles movimientos de las ambulancias en ejes viales, ejes principales y vialidades secundarias, posteriormente se asignó el nodo de ubicación potencial a la vialidad que estuviera más cercana. En la siguiente figura se muestra la red considerada.

FIGURA 31 RED CONSIDERADA PARA DETERMINAR LA MATRIZ ORIGEN-DESTINO, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (UNAM IIG ; Secretaria de Salud, 2009)



Una vez obtenida la red, se procedió a determinar la matriz origen-destino para todos los pares de nodos potenciales de ubicación de ambulancias en la Ciudad de México, obteniéndose una matriz de 93 filas por 93. Posteriormente se procedió a analizar la matriz origen-destino y hacer una evaluación preliminar de la cobertura de cada nodo candidato a ubicar una ambulancia (de ahora en adelante se llamarán nodos oferta), considerando un tiempo de respuesta de 10 minutos, con base a la NOM-027-SSA3-2013 Regulación de los servicios de salud, con el objetivo de cuantificar la demanda potencial que puede ser atendida, considerando que se ubique una ambulancia en cada nodo oferta. En la siguiente tabla se resumen la demanda potencial a cubrir por cada nodo candidato.

TABLA 16 DEMANDA ATENDIDA POR NODOS CANDIDATOS, ELABORACIÓN PROPIA

ID	Nodo candidato	Demanda potencial	ID	Nodo candidato	Demanda potencial	ID	Nodo candidato	Demanda potencial
O1	M51	269	O32	M35	59	O63	D94	14
O2	M43	174	O33	M50	59	O64	M31	14
O3	M22	169	O34	M53	59	O65	M83	13
O4	M47	157	O35	M41	58	O66	M10	11
O5	M29	151	O36	M80	58	O67	M21	11
O6	M40	137	O37	M89	58	O68	M81	11
O7	M1	135	O38	M57	56	O69	D91	8
O8	M61	115	O39	M37	52	O70	P95	7
O9	M79	114	O40	M88	51	O71	D93	6
O10	M23	111	O41	M77	49	O72	M36	6
O11	M76	105	O42	M30	48	O73	M8	6
O12	M26	102	O43	M67	47	O74	D92	5
O13	M12	101	O44	M45	45	O75	M16	3
O14	M32	100	O45	M55	45	O76	M7	3
O15	M84	93	O46	M39	41	O77	M24	2
O16	M90	93	O47	M4	40	O78	M72	2
O17	M87	92	O48	M42	40	O79	M13	1
O18	M58	88	O49	M49	40	O80	M3	1
O19	M5	86	O50	M74	40	O81	P96	1
O20	M54	86	O51	M38	39	O82	M14	0
O21	M11	84	O52	M56	39	O83	M19	0
O22	M6	80	O53	M63	35	O84	M20	0
O23	M46	77	O54	M59	34	O85	M27	0
O24	M48	77	O55	M85	34	O86	M28	0
O25	M64	68	O56	M66	33	O87	M33	0
O26	M52	67	O57	M15	28	O88	M68	0
O27	M62	65	O58	M65	27	O89	M70	0
O28	M82	65	O59	M9	24	O90	M71	0
O29	M25	62	O60	M69	20	O91	M75	0

ID	Nodo candidato	Demanda potencial		ID	Nodo candidato	Demanda potencial		ID	Nodo candidato	Demanda potencial
O30	M34	62		O61	M60	19		O92	M86	0
O31	M78	61		O62	M17	16		O93	M73	15

Formulación del problema de localización de ambulancias

Para realizar la formulación, se empleó como modelo conceptual del problema de la máxima cobertura, ya que éste problema a tiende a dos necesidades requerimientos básicos:

- localizar la mayor cantidad de servidores en posibles nodos candidatos,
- con el propósito de cubrir la mayor cantidad de demanda.

El modelo de máxima cobertura consiste en determinar un número fijo de instalaciones cuidando maximizar la cobertura de la demanda atendida por dichas instalaciones. De acuerdo a (Daskin, 1995) a continuación se presentan los parámetros empleados en el modelo de localización de máxima cobertura:

Entradas:

h_i : Demanda atendida del nodo i -ésimo. Para $i = \{O1, O2, O3...O93\}$

P : Número de ambulancias a ubicar

Variables de decisión:

$z_i = \begin{cases} 1 & \text{si el nodo } i \text{ es cubierto} \\ 0 & \text{si no es cubierto.} \end{cases}$

Modelo:

$$\text{Max } \sum_i h_i z_i$$

Sujeto a:

$$z_i \leq \sum_j a_{ij} x_j \quad \forall i$$

$$\sum_j x_j \leq P$$

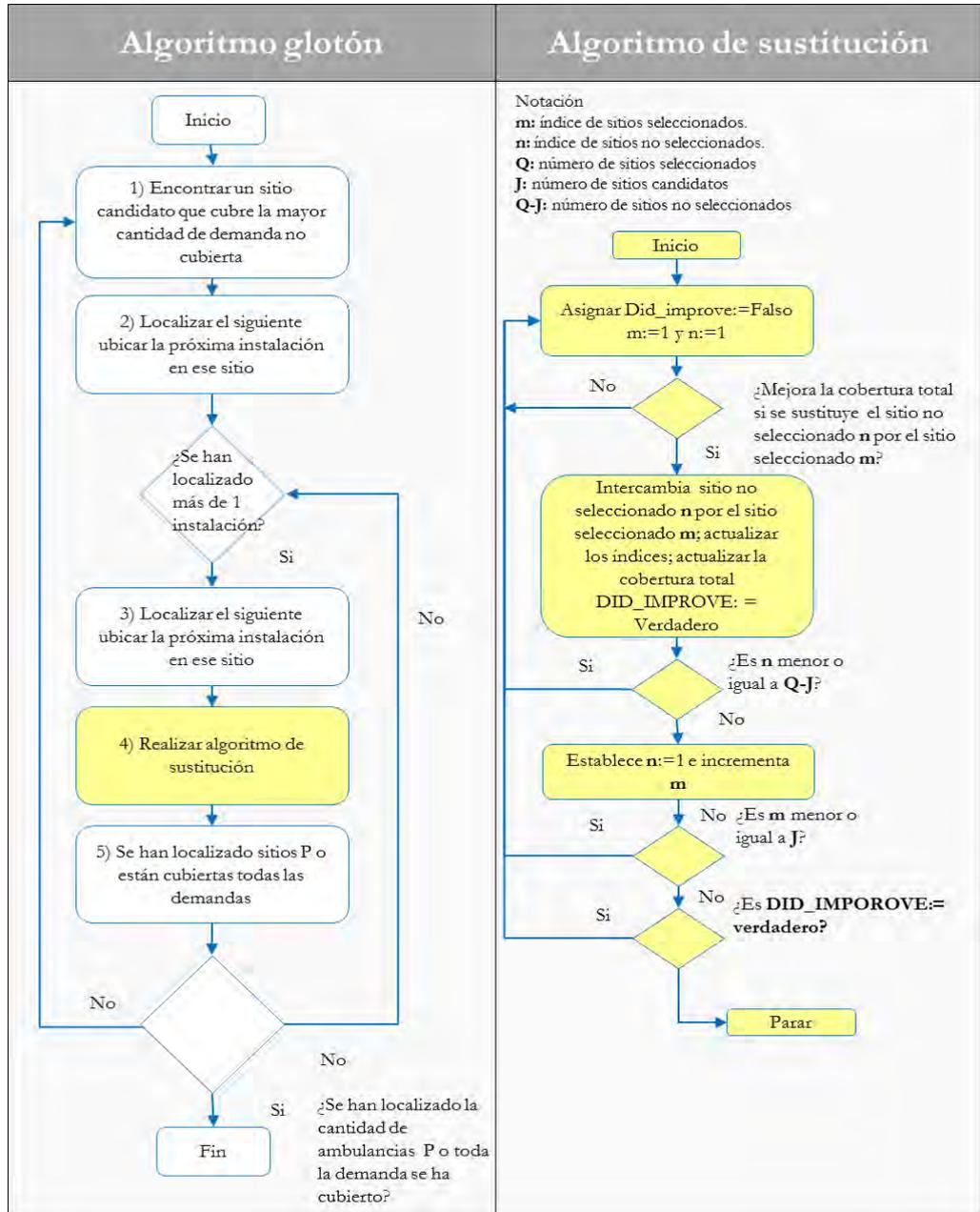
$$x_j = 0,1$$

$$z_i = 0,1$$

Programación del algoritmo de solución:

Para resolver éste problema, se usó el algoritmo glotón combinado con el algoritmo de sustitución. Cabe señalar que el algoritmo glotón se caracteriza por ser una heurística que consiste en seleccionar la opción óptima en cada paso local, con la esperanza de llegar a una solución general óptima, el algoritmo glotón empleado consiste en tres pasos generales y un cuarto paso que consiste en el algoritmo de sustitución. En la siguiente figura se explica el algoritmo empleado.

FIGURA 32 ALGORITMO EMPLEADO PARA LA LOCALIZACIÓN DE AMBULANCIAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (DASKIN 1995)



Se procedió a programar el algoritmo y ejecutarlo considerando la matriz Origen-Destino y la demanda atendida para cada nodo de Oferta, considerando dos escenarios base, a) el primer escenario consistió en encontrar la localización óptima de las actuales ambulancias del Centro Regulador de Urgencias Médica, con el lineamiento de atender la mayor cantidad de demanda b) el segundo escenario

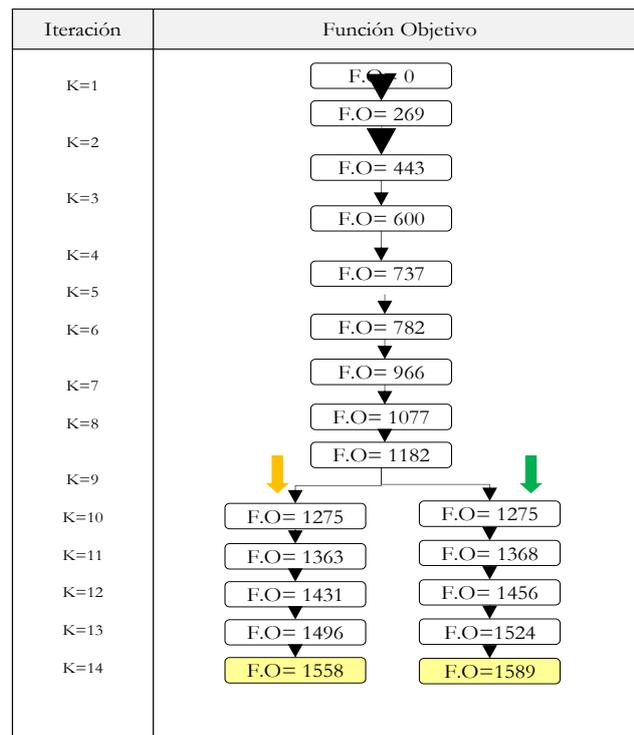
consistió en atender la totalidad de la demanda sin considerar como restricción el número de ambulancias a localizar. En la siguiente sección, se muestra el detalle de dichos escenarios:

Generación de escenarios y ubicación espacial de las localizaciones óptimas

Escenario base 1: ubicación de las 13 ambulancias

Para la obtención del escenario base, se ejecutó 14 veces el algoritmo, encontrando una bifurcación, el primer camino arrojó una solución atendiendo el potencial de 1,158 accidentes de acuerdo a los registros históricos. Mediante el segundo camino, se encuentra la solución óptima localizando 13 ambulancias con 1,589 accidentes. En la siguiente figura se muestra el resumen del algoritmo

FIGURA 33 ITERACIONES ESCENARIO BASE 1: LOCALIZACIÓN DE LAS 13 AMBULANCIAS, ELABORACIÓN PROPIA.



A continuación se muestra el detalle, paso a paso de la incorporación de los nodos y su evaluación conforme a la función objetivo. La siguiente tabla muestra los resultados para la obtención de la primera solución factible

TABLA 17 ITERACIONES ESCENARIO BASE 1: LOCALIZACIÓN DE LAS 13 AMBULANCIAS PRIMERA SOLUCIÓN, ELABORACIÓN PROPIA

Iteración	Nodo candidato	Nodo seleccionado	Función objetivo	Número de ambulancias (P)
K=1	O1:269		0	0
K=2	O2:174	O1	269	1
K=3	O4:157	O1,O2	443	2
K=4	O6:137	O1,O2,O4	600	3
K=5	O8:115	O1,O2,O4,O8	737	4
K=6	O9:114	O1,O2,O4,O8,O9	782	5
K=7	O10:111	O1,O2,O4,O8,O9,O10	966	6
K=8	O11:105	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11	1077	7
K=9	O15:93	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11,O15	1182	8
K=10	O18:88	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11,O15, O18	1275	9
K=11	O25:68	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11,O15, O18,O25	1363	10
K=12	O28:65	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11,O15, O18,O25,O28	1431	11
K=13	O30:93	O1,O2,O4,O8,O9,O10, O11,O15, O18,O25,O28, O30	1496	12
K=14			1558	13

En la siguiente tabla, se muestra el detalle de las iteraciones para llegar a la solución óptima

TABLA 18 ITERACIONES ESCENARIO BASE 1: LOCALIZACIÓN DE LAS 13 AMBULANCIAS, ELABORACIÓN PROPIA

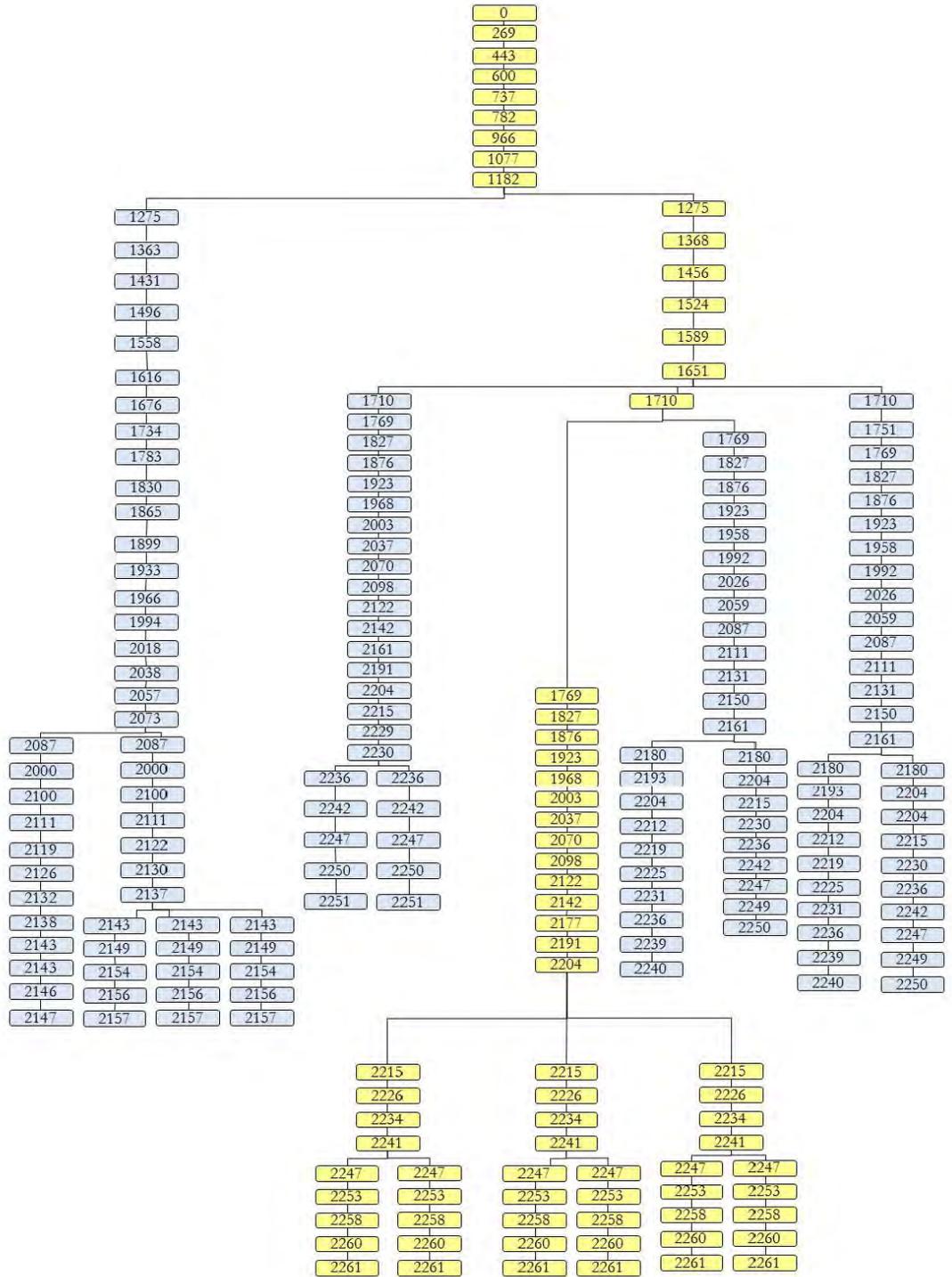
Iteración	Nodo candidato	Nodo seleccionado	Función objetivo	Número de ambulancias (P)
K=1	O1:269	0	0	0
K=2	O2:174	O1	269	1
K=3	O4:157	O1,O2	443	2
K=4	O6:137	O1,O2,O4	600	3
K=5	O8:115	O1,O2,O4,O6	737	4
K=6	O9:114	O1,O2,O4,O6,O8	782	5
K=7	O10:111	O1,O2,O4,O6,O8,O9	966	6
K=8	O11:105	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10	1077	7
K=9	O16:93	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11	1182	8
K=10	O15:93	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11,O16	1275	9
K=11	O18:88	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11,O15,O16,O18	1368	10
K=12	O25:68	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11,O15,O16,O18,O25	1456	11
K=13	O28:65	O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11,O15,O16,O18,O25,O28	1524	12
K=14		O1,O2,O4,O6,O8,O9,O10,O11,O15,O16,O18,O25,O28	1589	13

Escenario base 2: cobertura total de la demanda

Se procedió a correr el algoritmo para determinar la localización de las ambulancias que pudieran cubrir la totalidad de la demanda, obteniendo 16 soluciones factibles,

sin embargo, la localización óptima se logra al ubicar 36 ambulancias y cubriendo 2,261 accidentes potenciales.

FIGURA 34 ITERACIONES ESCENARIO BASE 2: COBERTURA TOTAL DE LA DEMANDA, ELABORACIÓN PROPIA.



En la siguiente tabla se muestra el detalle de las iteraciones para la generación del escenario base 2

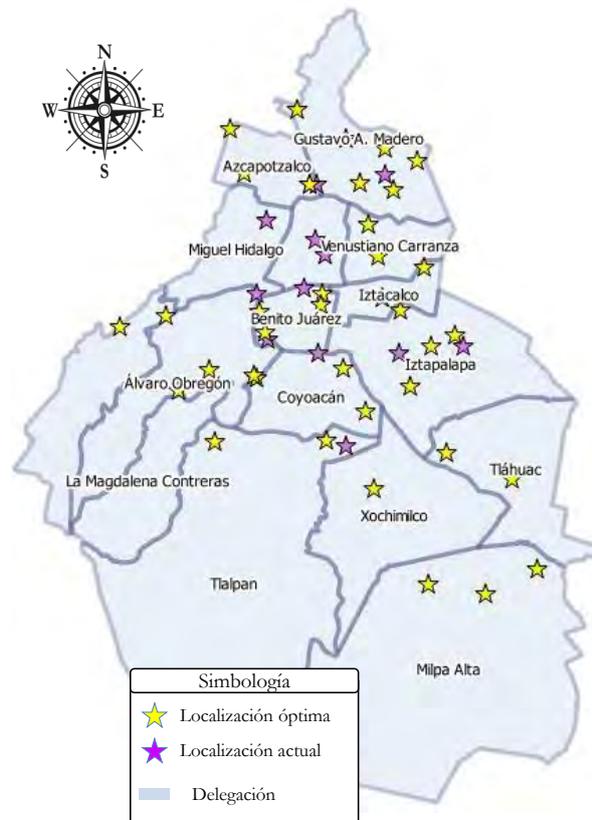
TABLA 19 SOLUCIÓN ÓPTIMA PARA LA COBERTURA DE LA DEMANDA. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

Iteración	Nodo	Función objetivo
1		0
2	0	269
3	O1	443
4	O1,O2	600
5	O1,O2,O6	737
6	O1,O2,O6,O8	782
7	O1,O2,O6,O8,O9	966
8	O1,O2,O6,O8,O9,O10	1077
9	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11	1182
10	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16	1275
11	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15	1368
12	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18	1456
13	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25	1524
14	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28	1589
15	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30	1651
16	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32	1710
17	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33	1769
18	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36	1827
19	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41	1876
20	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43	1923
21	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44	1968
22	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53	2003
23	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55	2037
24	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56	2070
25	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57	2098
26	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16	2122
27	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60	2142
28	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61	2177
29	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,	2191
30	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65	2204
31	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66	2215
32	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,O16,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O68	2226

Iteración	Nodo	Función objetivo
33	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69	2234
34	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70	2241
35	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70,O71	2247
36	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70,O71,O72	2253
37	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70,O71,O72,O74	2258
38	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70,O71,O72,O74,O77	2260
39	O1,O2,O6,O8,O9,O10,O11,016,O15,O18,O25,O28,O30,O32,O33,O36,O41,O43,O44,O53,O55,O56,O57,O16,O60,O61,O62,O65, O66, O69,O70,O71,O72,O74,O77,O81	2261

Una vez identificados los nodos potenciales a cubrir la totalidad de la demanda, se procedió a ubicarlos en cada delegación. En la siguiente figura se muestra el detalle

FIGURA 35 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LAS 36 AMBULANCIAS POR DELEGACIÓN, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO



Adicionalmente se determinaron las isócronas de cada ambulancia para determinar la cobertura a 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos. En la siguiente figura se muestra el detalle la ubicación.

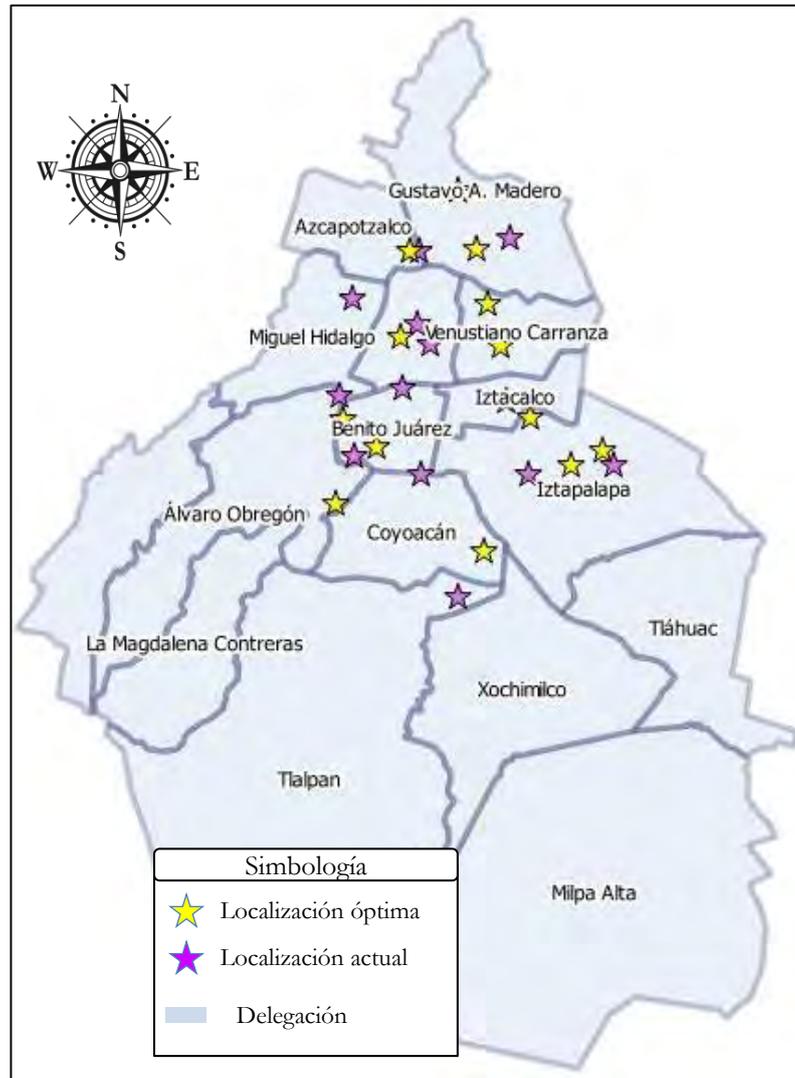
La dirección propuesta para cada ambulancia se muestra a continuación:

TABLA 20 DIRECCIÓN PROPUESTA DE AMBULANCIAS. ELABORACIÓN PROPIA

ID	Nodo	Dirección
O1	M51	MODULO DE SEGURIDAD Y PARTICIPACION CIUDADANA – Policía Bruselas 9Cuauhtémoc06600 Ciudad de México, CDMX
O2	M43	Módulos De Seguridad Y Participación Ciudadana Av. San AntonioNonoalco03700 Ciudad de México, CDMX
O4	M47	Módulo de Seguridad y Participación Ciudadana – Policía Félix Cuevas Col del Valle Centro03100 Ciudad de México, CDMX01 55 5658 1111capitalsocial.com
O6	M40	MÓDULO DE SEGURIDAD Y PARTICIPACION CIUDADANA – Policía Arteaga San Ángel01000 Ciudad de México, CDMX
O8	M61	MODULOS DE SEGURIDAD Y PARTICIPACION CIUDADANA – Policía Esquina Turquesa Joyas Col. Estrella07810 Ciudad de México, CDMX01 55 5339 1830
O9	M79	Módulo de Seguridad y Participación Ciudadana - Oficina de gobierno local Rosario SN Merced Balbuena15810 Ciudad de México, CDMX01 55 5542 1025
O10	M23	MODULO DE SEGURIDAD Y PARTICIPACION CIUDADANA – Policía María de La Luz Bringas 38Actipan03230 Ciudad de México, CDMX
O11	M76	Módulo de Seguridad y Participación Ciudadana - Oficina de gobierno local Central Sur SNPro-Hogar02600 Ciudad de México, CDMX01 55 5355 6647
O15	M90	Módulo de Seguridad y Participación Ciudadana - Sala de reuniones Calle 1 M. Cuevas U.H. Vicente Guerrero09200 Ciudad de México, CDMX
O16	M84	MODULOS DE SEGURIDAD Y PARTICIPACION CIUDADANA – Policía Esq. 5 Av. 9Renovación09209 Ciudad de México, CDMX
O18	M58	Módulo de Seguridad y Participación Ciudadana - Control de seguridad Av. Oficios 20 de Noviembre15300 Ciudad de México, CDMX 01 55 5702 8950
O25	M64	MODULO DE SEGURIDAD Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA - Control de seguridadEsquina Soto y GamaEmiliano ZapataPopular Emiliano Zapata04910 Ciudad de México, CDMX01 55 5636 2500
O28	M82	MÓDULOS DE SEGURIDAD Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA - Oficina de seguridad pública Esquina La Rioja Ramiriqui San Pedro Zacatenco07360 Ciudad de México, CDMX01 55 4604 230

En el siguiente mapa se muestra la ubicación propuesta de las ambulancias por delegación

FIGURA 36 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LAS 13 AMBULANCIAS POR DELEGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA



Una vez encontrado la localización óptima de las ambulancias, se procedió a determinar las isócronas a 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos, con la finalidad determinar la cobertura espacial. A continuación, en las siguientes figuras se muestra la evaluación de la cobertura de cada ambulancia:

FIGURA 37 ISÓCRONAS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS AMBULANCIAS M58, M61, M76 Y M82, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



FIGURA 38 ISÓCRONAS DE LA LOCALIZACIÓN DE LA AMBULANCIA M51. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

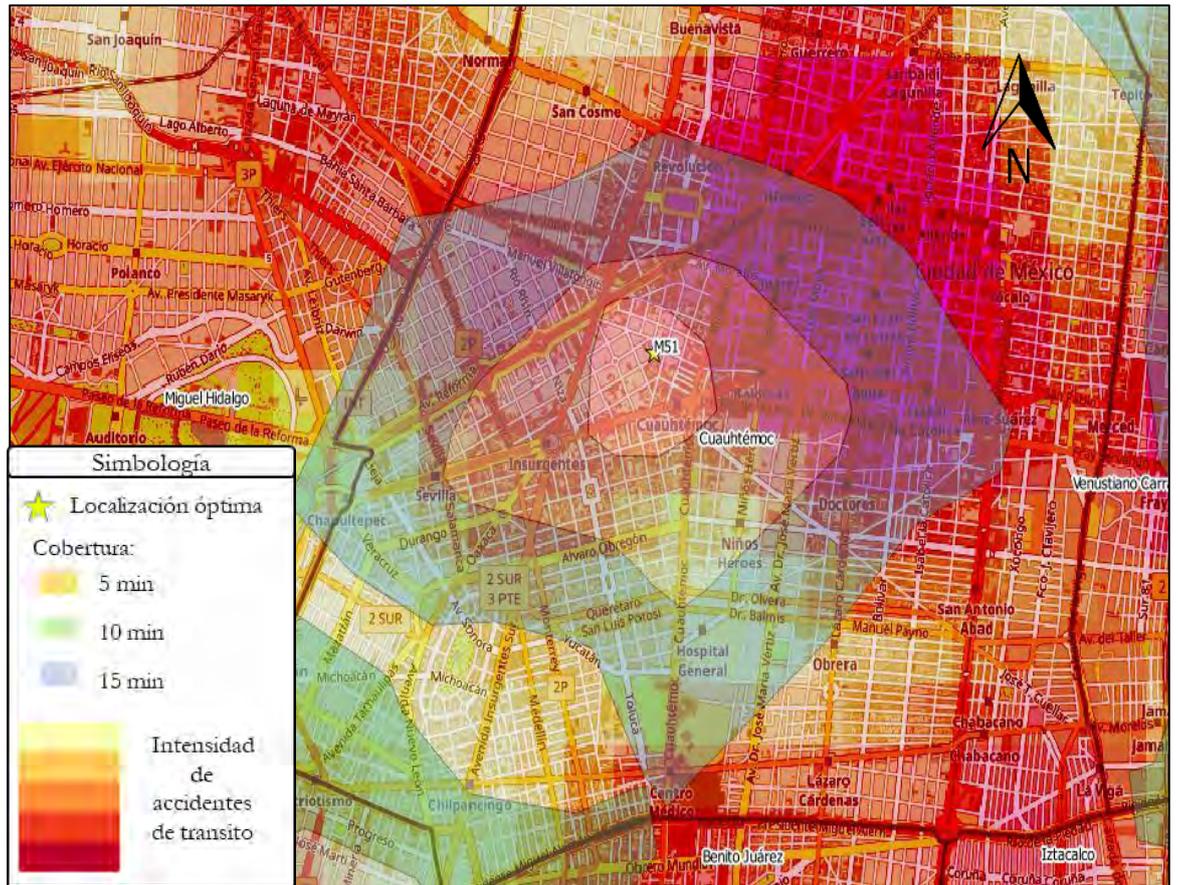


FIGURA 39 ISÓCRONAS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS AMBULANCIAS M43 Y M47, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



FIGURA 40 ISÓCRONAS DE LA LOCALIZACIÓN DE LA AMBULANCIA M40. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

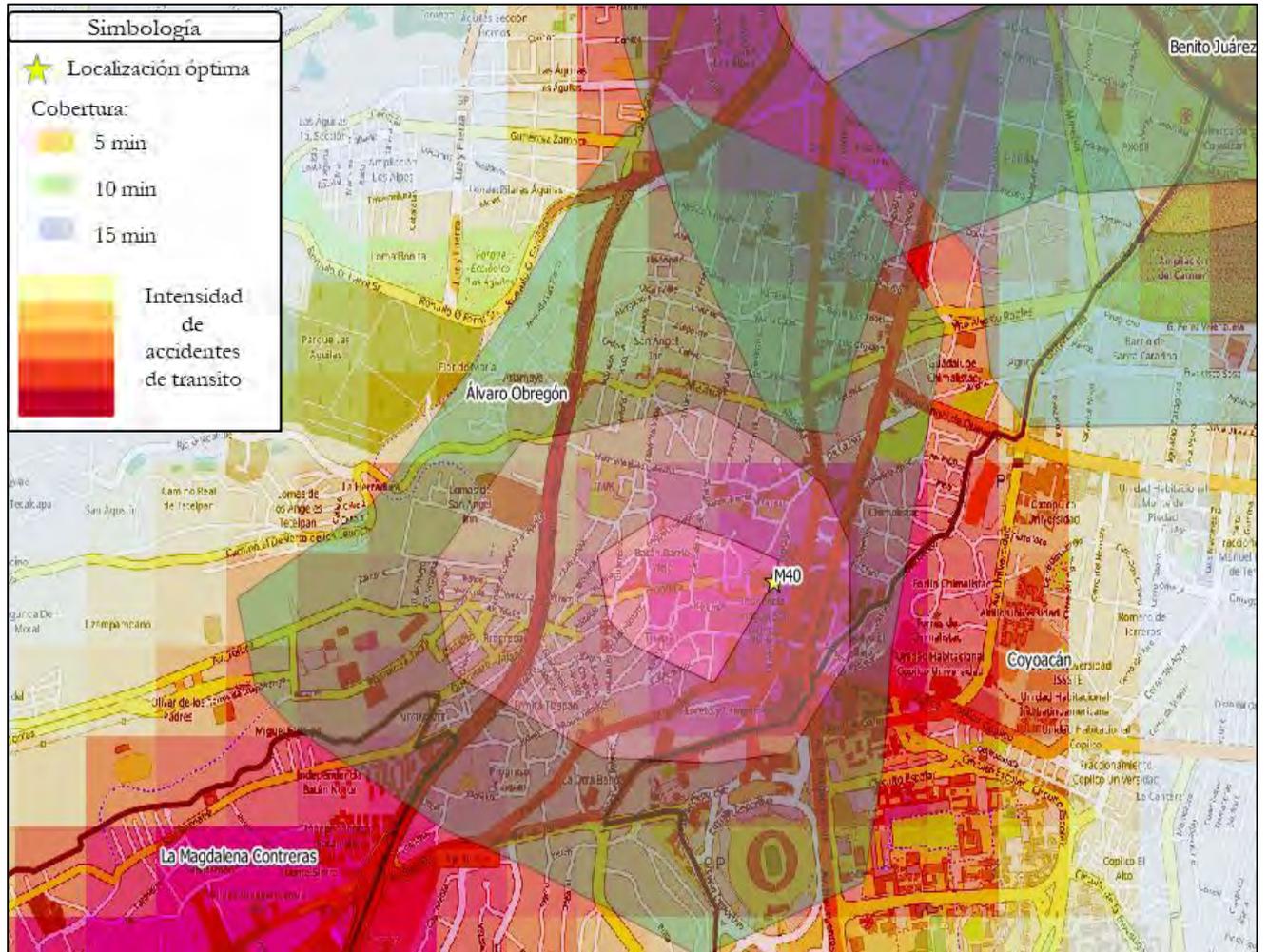


FIGURA 41 ISÓCRONAS DE LA AMBULANCIA M64 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 42 ISÓCRONAS DE LAS AMBULANCIAS M23, M90 Y M84. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 43 ISÓCRONA DE LA AMBULANCIA M79, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

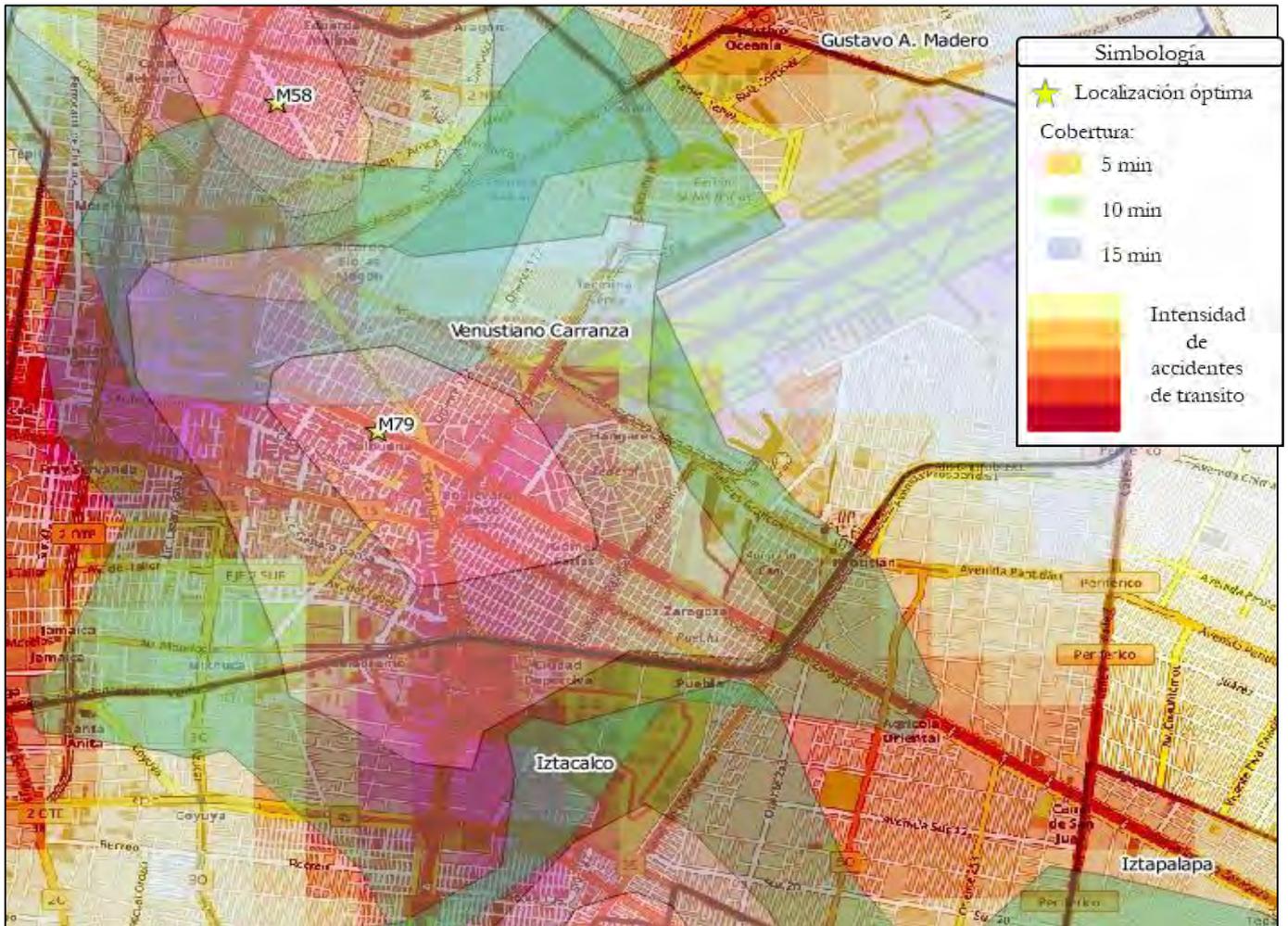
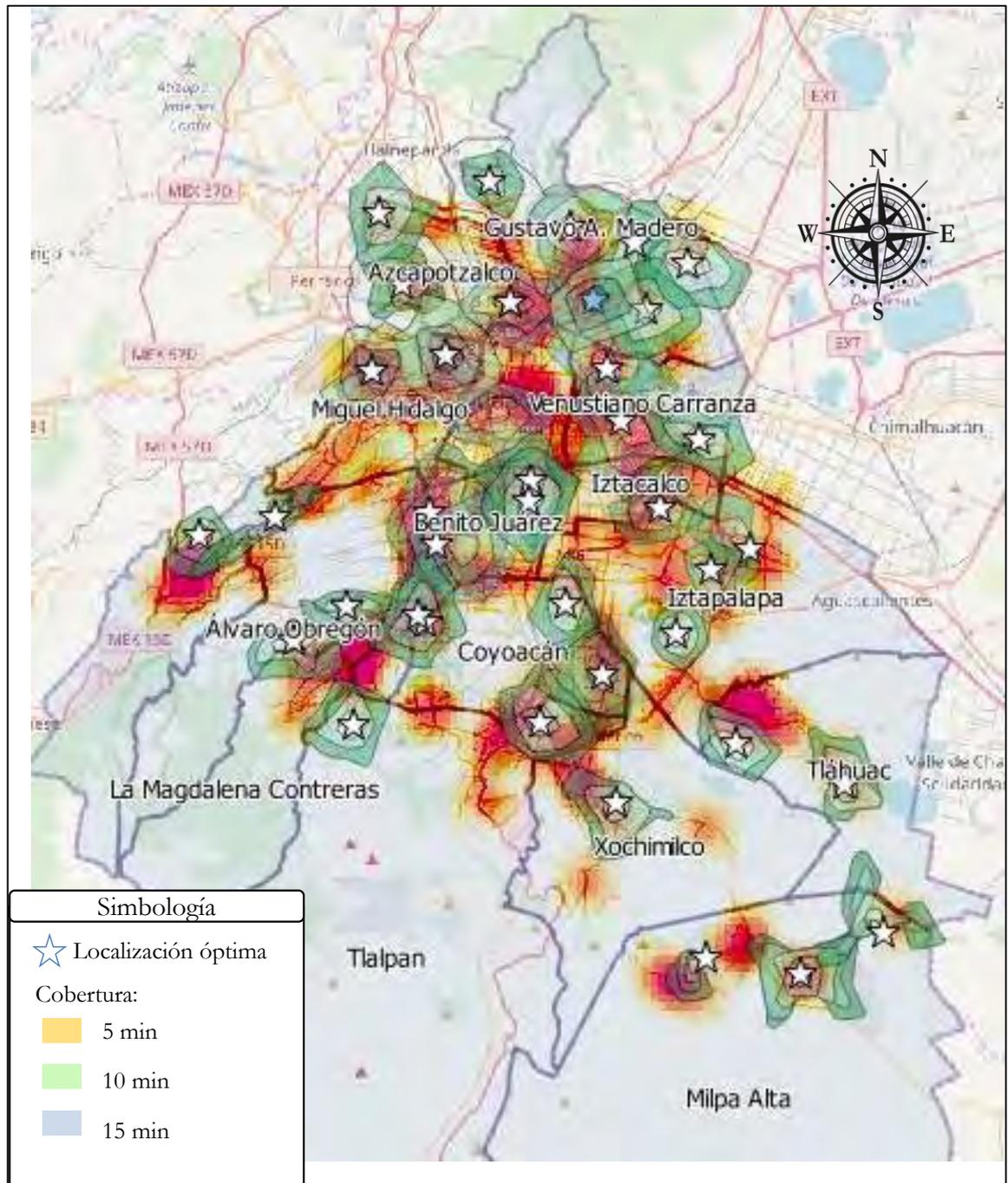


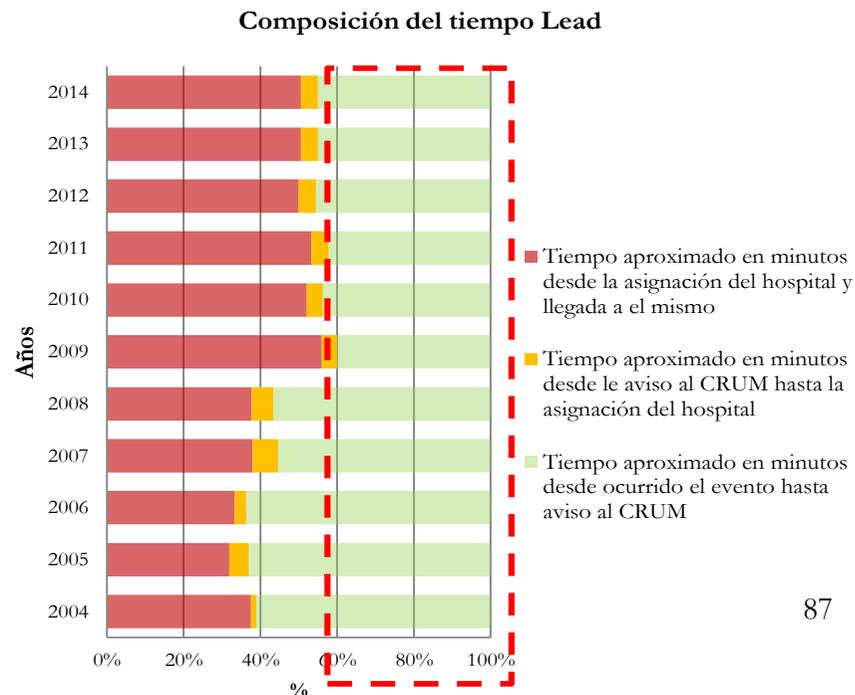
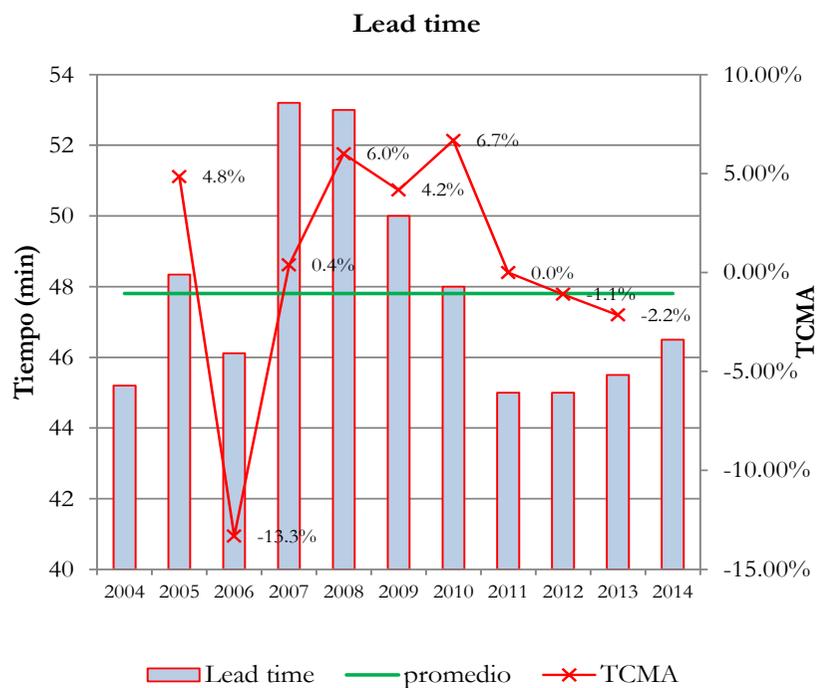
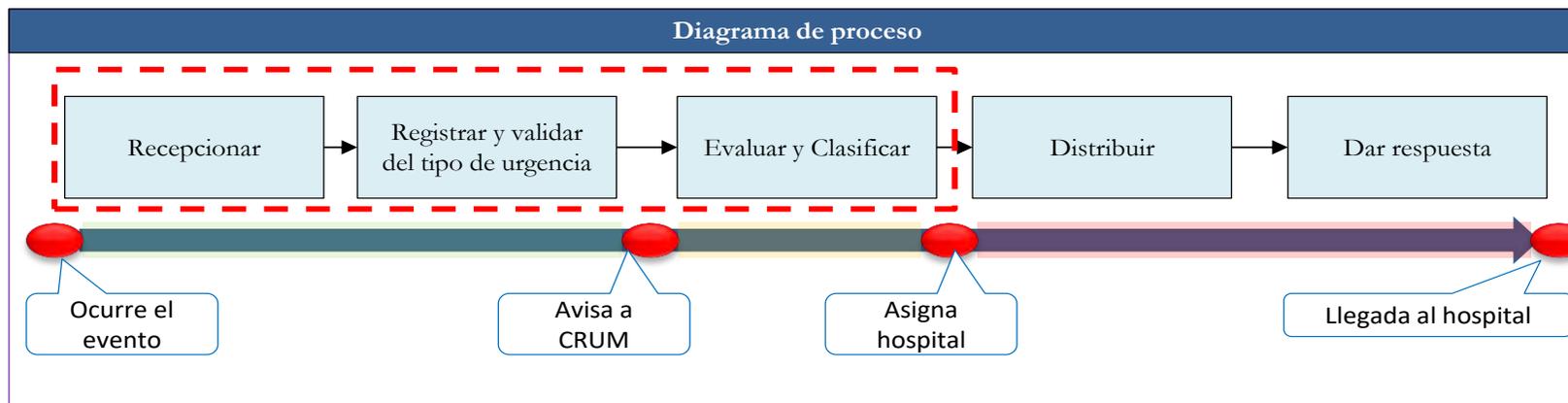
FIGURA 44 ISÓCRONAS DE LAS 36 AMBULANCIAS, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



Mejora la proceso de recepción, clasificación y asignación de solicitudes de servicio.

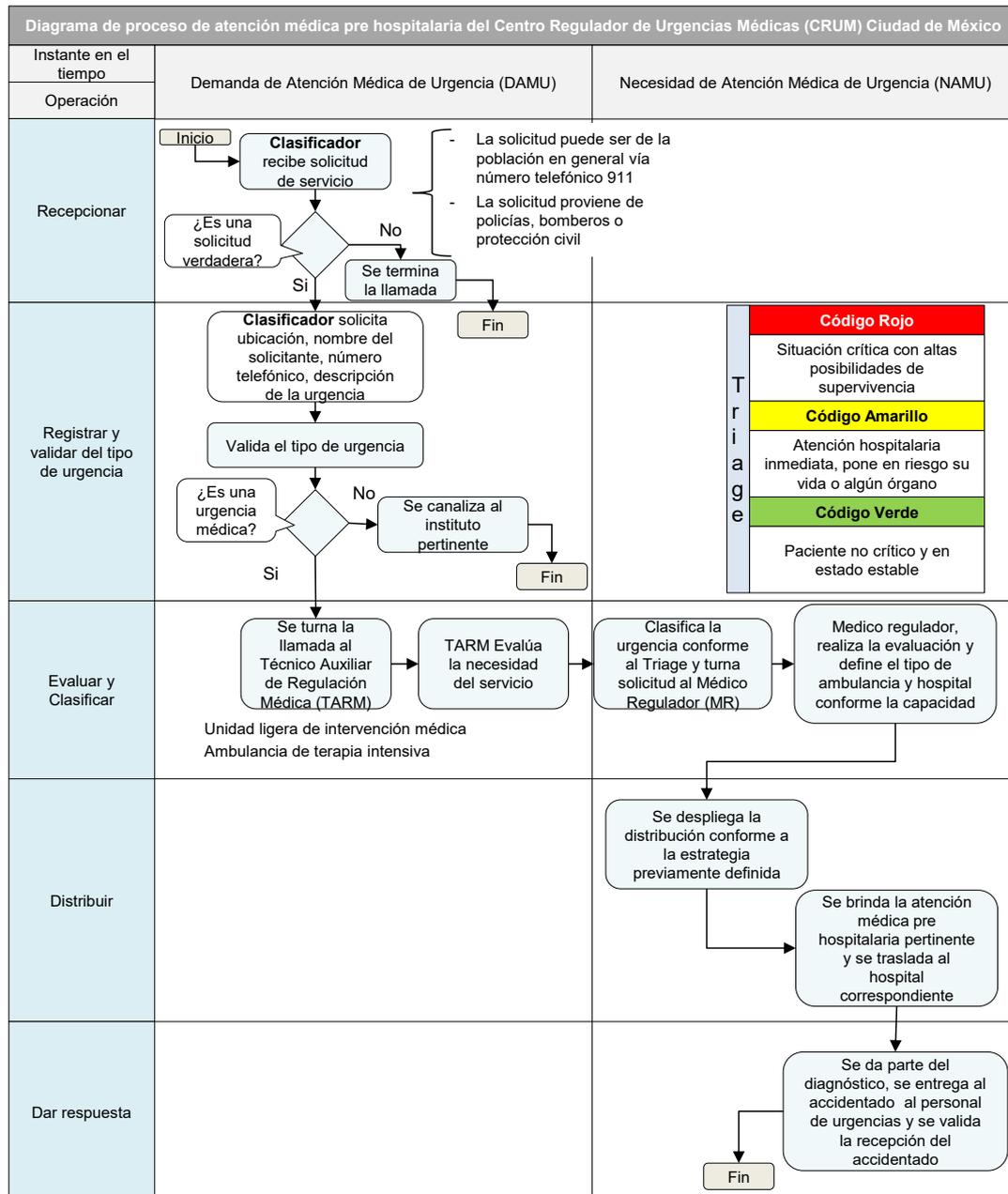
En ésta sección se procedió a evaluar el proceso de asignación de la demanda para la atención médica pre hospitalaria del Centro Regulador de Urgencias Médicas actual en términos de su tiempo de respuesta. De acuerdo a los datos históricos el tiempo desde que ocurre el evento hasta que se da ingreso al hospital ha tenido un comportamiento promedio de 48 minutos a lo largo del periodo del año 2004 hasta el año 2014, ver la siguiente figura.

Análisis del proceso de atención médica pre hospitalaria del Centro Regulator de Urgencias Médicas (CRUM) Ciudad de México



Al analizar la composición del Lead Time, históricamente se muestra que el comportamiento del Tiempo desde ocurrido el evento (accidente) hasta dar aviso al CRUM y el Tiempo desde la asignación del hospital hasta la llegada del mismo han contribuido a más del 90% del Lead Time. La propuesta de mejora consiste en eliminar el reproceso de Evaluar y Clasificar, para el diseño de un proceso que registre y clasifique la urgencia correctamente desde que se recibe la llamada telefónica. En la siguiente figura se muestra el diagrama de proceso propuesto

FIGURA 45 DIAGRAMA DE PROCESO CON LA MEJORA EN LA ASIGNACIÓN DE LA DEMANDA ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



Para que la mejora al proceso se lleve a cabo, es necesario colocar personal capacitado desde la actividad de Recepción, se propone la colocación de Técnicos Auxiliares en Regulación Médica que clasifiquen correctamente la demanda de urgencias médicas. A continuación se especifica el procedimiento para el procedimiento propuesto:

PROCEDIMIENTO PARA BRINDAR ATENCIÓN MÉDICA PRE-HOSPITALARIA:

El proceso se desarrolla en dos etapas:

- a) **Demanda de Atención Médica de Urgencia (DAMU):** cuando surge la necesidad, se solicita el servicio médico adecuado y se coordinan diferentes entidades,
- b) **Necesidad de Atención Médica de Urgencia (NAMU):** una vez identificado el tipo de urgencia, se despliegan los procesos adecuados para brindar pronta respuesta a la solicitud de atención médica de urgencia.

3. Demanda de atención médica de urgencia (DAMU):

1.6 Solicitud de servicio

- 1.6.1 El solicitante requiere auxilio y lo solicita mediante una llamada telefónica al 911 o presencialmente al personal de policía, bomberos o protección civil, el cual turna la solicitud al 911

1.7 Recepción:

- 1.7.1 El Técnico Auxiliar en Regulación Médica (TARM) recibe la llamada, evalúa la veracidad de la solicitud.

¿Es una urgencia verdadera?

NO:

- 1.7.2 Cancela la solicitud

SI:

1.8 Registro y validación del tipo de urgencia:

- 1.8.1 TARM solicita ubicación, nombre del solicitante, número telefónico, descripción de la urgencia y registra en el sistema

- 1.8.2 Valida el tipo de urgencia.

¿Es una urgencia médica?

NO:

- 1.8.3 Se turna la solicitud de urgencia a la instancia correspondiente

SI:

1.9 Clasificación de la urgencia:

- 1.9.1 Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM) evalúa la oportunidad de atender la urgencia médica conforme el número de ambulancias disponibles y la cobertura para cada una.
- 4. Necesidad de Atención Médica de Urgencia (NAMU):
 - 2.1.2 El Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM), realiza pre-diagnóstico y clasifica la solicitud de urgencia médica conforme al Código Triage y determina Tiempo de Respuesta Médica

Código Rojo
Situación crítica con altas posibilidades de supervivencia
Código Amarillo
Atención hospitalaria inmediata, pone en riesgo su vida o algún órgano
Código Verde
Paciente no crítico y en estado estable

- 2.3.4 El Técnico Auxiliar de Regulación Médica (TARM), turna la solicitud clasificada al Médico Regulador de Urgencia Médica.
- 2.3.5 Médico Regulador, realiza diagnóstico, define el tipo de ambulancia a emplear y hospital recomendado conforme a la capacidad y a la especialidad requerida.
- 2.4 Distribución:
 - 2.4.1 Conforme a lo definido por el Médico Regulador, se distribuye la cuadrilla (Médico especializado en atención de urgencias médicas y Técnico en Urgencias Médicas) en ambulancia especializada hacia la ubicación del accidente.
 - 2.4.2 Arriba la ambulancia y se procede a valorar el accidente y a brindar la atención médica pre hospitalario pertinente.
 - 2.4.3 Se traslada al accidentado al hospital correspondiente
- 2.5 Respuesta médica:
 - 2.5.1 Arriva la ambulancia al hospital, la cuadrilla procede a bajar al accidentado de la ambulancia.
 - 2.5.2 Se procede la entrega del accidentado al área de urgencias y a dar la parte médica.
 - 2.5.3 Médico especialista en urgencias médicas valida la correcta recepción del accidentado y solicita firma de conformidad en acuse de recibido.

Resultados y su discusión.

Los resultados técnicos obtenidos se caracterizaron por incidir en el ámbito operativo, la propuesta de diseño procura asegurar una mayor disponibilidad de las ambulancias para atender la mayor cantidad de solicitudes de urgencias médicas. A continuación se enlistan los principales resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta:

- i) la obtención de las ubicaciones óptimas para las ambulancias del Centro Regulador de Urgencias Médicas,
- ii) la representación gráfica de la cobertura en tiempo de cada propuesta de localización de ambulancia,
- iii) el diseño mejorado de un proceso de recepción, clasificación y asignación de solicitudes de servicio.

Como parte del proceso metodológico propuesto, una aportación de la tesis, es la exploración, descripción y diagnóstico desde la perspectiva de ingeniería de sistemas del sistema de atención de urgencias médicas pre hospitalaria, identificando sus componentes, sus interacciones, interrelaciones, su conductor común y el contexto donde habita. A partir de dicho análisis fue posible obtener un conjunto de propuestas de solución sistemáticamente jerarquizadas. Cabe señalar que las propuestas de solución generadas, están limitadas a por:

- i) la carencia en de registros electrónicos de la demanda que recibe el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México,
- ii) por la falta de comunicación entre sistemas y entre instituciones y por
- iii) el proceso actual de recepción, clasificación y asignación de solicitudes de servicio. A continuación se explica cada una de las limitantes:

Carencia de registros electrónicos de registros de la demanda en el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México:

Actualmente los registros de las solicitudes para atender una urgencia en la Ciudad de México, se centralizan en el C-5 (Centro de comando, Control, Computo, Comunicaciones y Contacto ciudadano de la Ciudad de México), una vez clasificada la solicitud como una urgencia médica, se transfiere la Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México, donde a su vez vuelve a clasificar de acuerdo al criterio de gravedad triage, se procede a registrar manualmente la dirección, nombre, referencia de ubicación y descripción de la solicitud en la bitácora del día.

Cabe señalar que se solicitaron dichos registros capturados mediante el Instituto Federal de Acceso a la Información Pública (IFAI), sin embargo la respuesta fue que el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México no tenía la capacidad para realizar la captura de todos los registros. Para poder realizar el modelo de demanda, se empleó como insumo principal el estudio generado por el Instituto de Geografía el Instituto “Diagnóstico espacial: de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal”, (UNAM IIG ; Secretaría de Salud, 2009) como insumo principal para poder realizar la maqueta en el sistema de información geográfica.

Para que se obtengan resultados con mayor grado de precisión e incluso con la capacidad de que se actualice en tiempo real, se requiere eliminar la actividad de registro manual y sustituirla por un registro electrónico.

Falta comunicación entre sistemas y coordinación entre instituciones

El Centro de Control, Comando, Comunicación, Cómputo y Calidad de la Ciudad de México (C-5) recibe la solicitud de urgencia médica y realiza una pre asignación a distintas instituciones: i) Cruz Roja, ii) Escuadrón de Urgencias Médicas (ERUM) y iii) Centro Regulador de Urgencias Médicas (CRUM). Cada uno los cuales compite descoordinadamente por la selección de solicitudes de urgencia médica de acuerdo a la conveniencia de su cobertura y a su capacidad de en ambulancias. En ocasiones, debido a la falta de comunicación entre instituciones se han presentado dos ambulancias de instituciones diferentes en la ubicación donde ocurre la necesidad de atención médica prehospitalaria.

Proceso de recepción, clasificación y asignación de solicitudes de servicio de cada institución

Cada institución, una vez seleccionada la solicitud más conveniente para sí mismas, prosigue con su clasificación conforme al nivel de urgencia; al registro de la solicitud de urgencia en el sistema de la institución o en el peor de los casos en una bitácora manual; y a la asignación de la solicitud a la ambulancia conforme a la cercanía de la ubicación de la urgencia y al equipo de cada ambulancia. Debido a la falta de uniformidad en criterios de pre asignación y clasificación en ocasiones se han presentado falsas clasificaciones, lo cual provoca un despliegue de actividades y recursos innecesarios, como por ejemplo: mandar ambulancias con exceso de equipo especializado para atender una solicitud de atención médica prehospitalaria considerado de bajo nivel de urgencia.

Cabe mencionar que se consideró conveniente considerar como el Problema de Máxima Cobertura, como marco conceptual para el modelaje ya que considera la ubicación estratégica de instalaciones que logren cubrir la mayor cantidad de demanda. Bajo esos términos se procedió a seleccionar la ubicación de los Módulos de Seguridad y Participación Ciudadana, como Nodos Oferta potenciales a disponer una ambulancia, sin embargo, el modelo tiene la flexibilidad de considerar otras posibles ubicaciones que se consideren pertinentes. Debido a la carencia de información actualizada, el alcance del modelo se limitó al histórico de demanda del periodo comprendido entre los años 1997 al año 2005, y consideró la ubicación de las intersecciones donde se han presentado accidentes debido al tránsito.

Capítulo 4: Conclusiones

- 1) Los traumatismos por accidentes de tránsito someten a una gran presión a los sistemas nacionales de salud. Se estima que, en caso de que no se adopten medidas contundentes para evitarlos, para el año 2020 habrá 1.9 millones muertes en el mundo. Se requiere mejorar el cumplimiento de las leyes sobre seguridad vial, las cuales deben de divulgarse adecuadamente y ponerse en práctica oportunamente en los casos en que se requiera infracción.
- 2) De acuerdo a cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, los estados que reportan mayor cantidad de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas son en México: son i) Jalisco, ii) Nuevo León y iii) Chihuahua. Sin embargo sería conveniente evaluar si todos los estados registran completamente los eventos de accidente, así como las solicitudes de atención a urgencia médica pre hospitalaria.
- 3) Mediante el enfoque de sistema CLIOS y cibernético fue posible explorar, analizar y diagnosticar al Sistema de Servicio de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México, el cual está compuesto de los siguientes elementos: i) subsistema de acceso, ii) subsistema de acceso pre hospitalario, iii) subsistema de coordinación y el iv) subsistema de atención hospitalaria.
- 4) Durante la exploración al SSUM, se encontraron distintos problemas entre el nivel de sistema conducente y el nivel de sistema conducido desde el Centro Regulador de Urgencias Médicas de la Ciudad de México.
 - a. Problemas de ejecución: i) sistema conducente (el C-5) asigna las demanda de solicitudes al sistema conducido (CRUM, ERUM, Cruz Roja) sin asegurarse el grado de urgencia médica y en algunos casos sin validar que se requiera atención médica pre hospitalaria.
 - b. Problemas de coordinación, una vez que el C-5 asigna las solicitudes potenciales de atención médica prehospitolaria, los subsistemas compiten por elegir las solicitudes más convenientes conforme a su capacidad, su equipamiento y la ubicación de sus ambulancias. Cabe señalar que a pesar

de que en el diseño original del Sistema de Servicios de Urgencias Médicas (SSUM) de la Ciudad de México se conceptualizó un subsistema que coordinara la oferta de atención médica prehospitalaria y la demanda de solicitudes. Por la naturaleza actual de su arquitectura, el subsistema de coordinación no accede a la demanda ni a la oferta total del sistema, lo que imposibilita su coordinación.

- c. Problemas de información: debido a lo anterior, frecuentemente se presentan ineficiencias en el proceso de atención médica pre hospitalaria como: i) una inadecuada clasificación de la urgencia, ii) falsas urgencias y ii) doble ambulancia para una solicitud.
- 5) Sería recomendable realizar un cambio de paradigma en el modelo de localización y cobertura propuesto bajo las siguientes recomendaciones
- a. Cabe señalar que los parámetros de velocidad propuestos suponen un escenario optimista, sería adecuado para futuros temas de investigación, realizar diferentes estimaciones de cobertura en tiempo para distintos horarios: mañana, tarde, noche y madrugada.
 - b. Se sugiere correr el modelo considerando además de la infraestructura potencial a emplear, también la ubicación de las intersecciones más peligrosas.
 - c. Sería conveniente incorporar al modelo la regla de que al menos se asigne una ambulancia por delegación, para evitar delegaciones sin ambulancia.

ANEXO 1: Análisis estadístico de accidentes debido al tránsito en la República Mexicana, del periodo comprendido del año 1997 al año 2015.

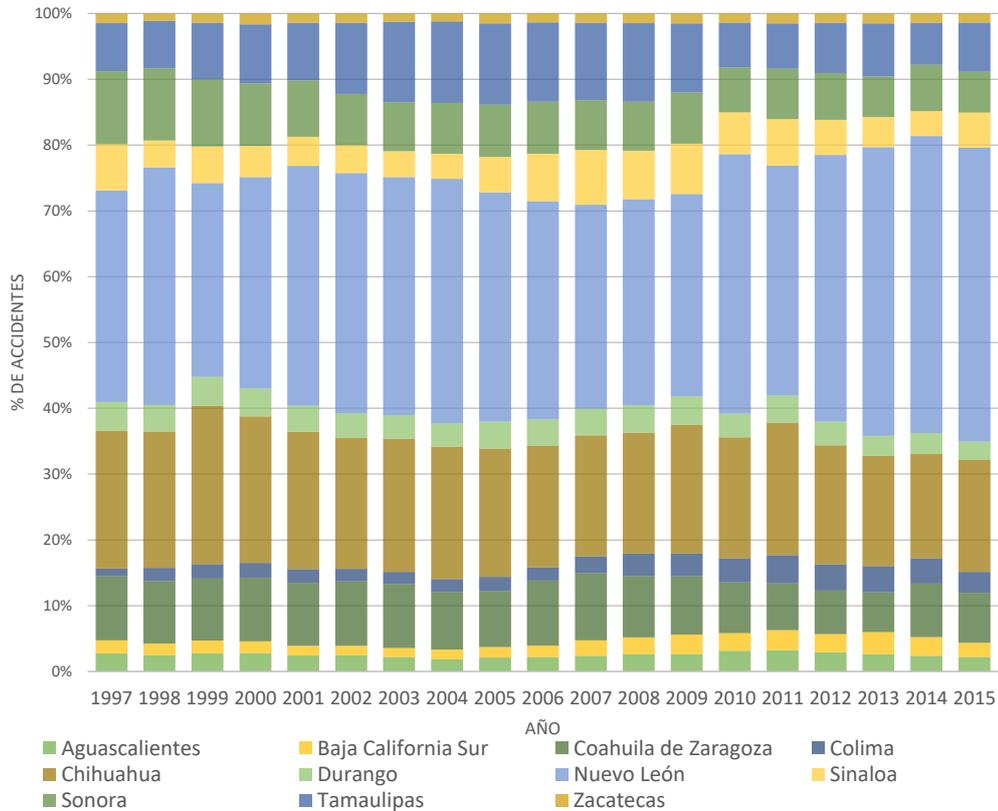
Se realizó una consulta en INEGI, del histórico de accidentes en México, durante el periodo comprendido entre el año 1997 y 2015, se procedió a clasificar la cantidad de accidentes en regiones: Norte, Sur, Este y Oeste. En las siguientes figuras se muestra la distribución de los accidentes por región y por Estado.

Históricamente el mayor volumen de accidentes se concentra en Nuevo León oscilando entre un 35% y 45%, en segundo lugar Chihuahua oscilando entre un 15% y 45% y en tercer lugar Sonora oscilando entre un 10% y 15% del volumen total de accidentes.

FIGURA 46 HISTÓRICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO ZONA NORTE DE MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

Accidentes en la zona norte de México

Año	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Coahuila de Zaragoza	Chihuahua	Durango	Nuevo León	Sinaloa	Sonora	Tamaulipas	Zacatecas
1997	3,864	12,467	2,726	13,557	29,230	6,072	44,778	9,789	15,499	10,150	2,057
1998	3,863	12,170	2,656	14,623	31,916	6,238	55,619	6,281	16,955	11,042	1,761
1999	4,263	15,690	3,037	14,613	37,396	6,803	45,738	8,638	15,799	13,353	2,236
2000	4,967	13,543	3,143	17,026	39,278	7,512	56,733	8,335	16,811	15,807	2,927
2001	4,965	14,631	3,124	19,754	43,166	8,164	75,432	9,165	17,642	18,108	2,960
2002	5,344	18,519	3,067	21,063	42,742	8,213	78,562	9,142	16,749	23,245	3,117
2003	4,901	19,510	3,092	21,716	45,247	8,089	80,984	8,844	16,627	27,368	2,822
2004	4,162	20,461	3,305	19,728	45,070	8,117	83,354	8,571	17,321	27,759	2,713
2005	4,857	21,586	3,573	19,443	44,423	9,421	79,570	12,381	18,119	28,211	3,430
2006	5,180	21,800	4,086	23,105	43,373	9,355	77,861	16,887	18,644	28,187	3,213
2007	5,430	20,621	5,428	23,367	42,163	9,263	70,987	19,091	17,372	26,902	3,288
2008	5,668	24,734	5,396	19,946	39,275	8,902	67,132	15,768	16,032	25,456	3,192
2009	4,921	21,058	5,584	16,534	36,564	8,153	57,490	14,272	14,597	19,624	2,820
2010	6,032	20,605	5,124	14,773	35,167	6,922	75,486	12,188	13,031	13,082	2,666
2011	5,313	15,893	5,065	11,732	33,134	6,944	57,529	11,660	12,596	11,378	2,498
2012	4,928	17,341	4,597	11,174	30,382	6,072	68,195	9,025	11,945	12,808	2,410
2013	4,372	16,920	5,695	10,255	28,291	5,110	74,112	7,727	10,451	13,553	2,581
2014	4,267	15,314	5,079	14,561	28,337	5,744	80,713	6,769	12,604	11,355	2,564
2015	4,204	14,025	4,198	14,641	32,804	5,379	86,110	10,266	11,960	14,385	2,685

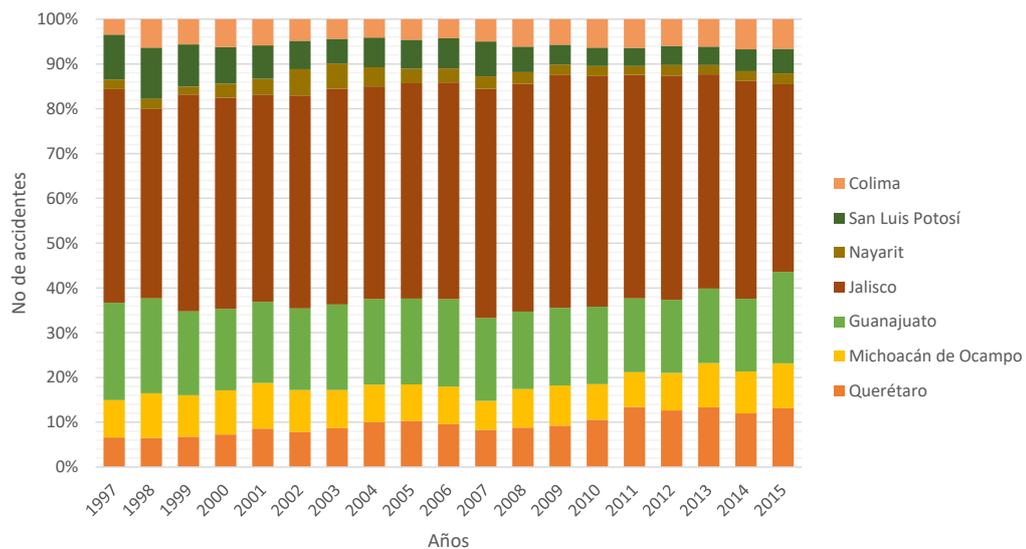


En la Figura 47 se muestra el comportamiento histórico de la Zona Bajío, donde Jalisco ha estado oscilando entre un 30% y 52 %, Guanajuato entre un 15% y 25%, mientras Querétaro entre un 10% y 15% del volumen de accidentes durante el periodo 1997 al 2015.

FIGURA 47 HISTÓRICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO ZONA BAJÍO DE MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

Accidentes en la zona Bajío de México

Año	Colima	Querétaro	Michoacán de Ocampo	Guanajuato	Jalisco	Nayarit	San Luis Potosí
1997	1,604	3,097	3,877	10,137	22,221	1,001	4,669
1998	3,092	3,161	4,836	10,312	20,532	1,084	5,562
1999	3,403	4,103	5,607	11,346	29,325	1,050	5,716
2000	3,982	4,628	6,310	11,590	30,036	1,976	5,212
2001	4,299	6,311	7,473	13,267	33,921	2,554	5,462
2002	4,131	6,694	8,024	15,594	40,692	5,003	5,412
2003	4,132	8,256	8,057	18,123	45,693	5,315	5,286
2004	4,329	10,634	8,858	20,235	50,331	4,512	7,052
2005	4,938	11,055	8,731	20,521	51,519	3,477	6,920
2006	4,780	10,751	9,396	21,883	54,166	3,503	7,576
2007	5,873	9,793	7,611	21,739	60,128	3,302	9,135
2008	7,326	10,528	10,214	20,596	60,579	3,109	6,746
2009	6,471	10,489	10,197	19,686	58,968	2,696	5,037
2010	6,983	11,642	8,711	19,021	56,644	2,516	4,503
2011	7,003	14,713	8,523	18,088	54,691	2,183	4,463
2012	6,708	14,207	9,431	18,377	56,327	2,600	4,829
2013	6,704	14,576	10,814	18,194	52,188	2,330	4,453
2014	6,804	12,099	9,502	16,332	49,151	2,246	4,905
2015	6,132	12,143	9,294	18,907	38,788	2,215	5,064

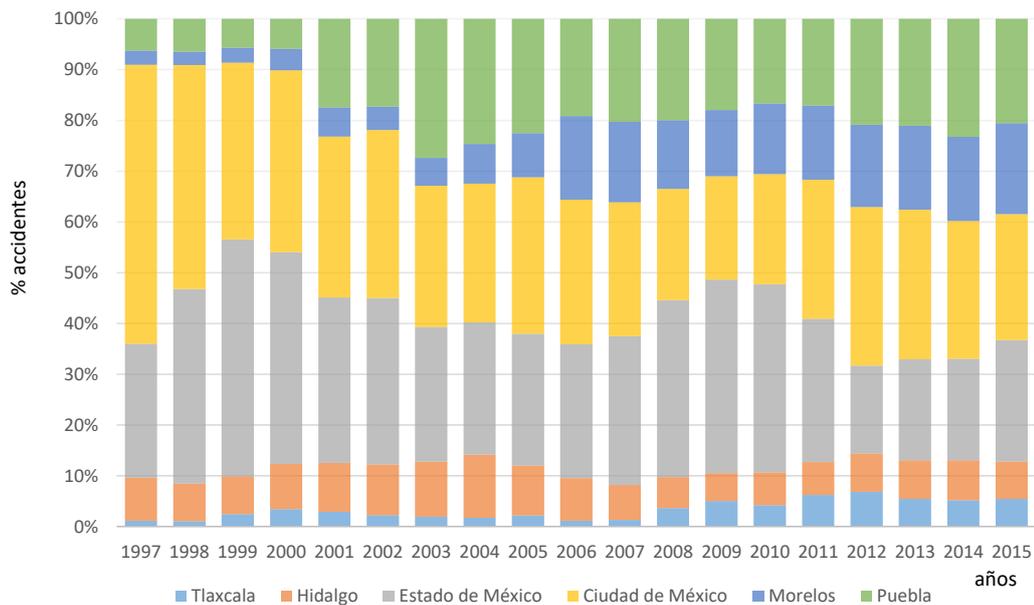


En la figura 3 se puede observar el comportamiento de la zona centro de México, el volumen de la Ciudad de México ha oscilado entre un 10% y 45%, el Estado de México entre un 35% y 65% y en Puebla durante el periodo de 1997 a 2005 representaba un 5%, sin embargo, del 2006 al 2015 el volumen osciló entre un 20% y un 30%

FIGURA 48 HISTÓRICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA CENTRO DE MÉXICO 1997-2015, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA (INEGI, ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS)

Accidentes en la zona Centro de México

Año	Tlaxcala	Hidalgo	México	Ciudad de México	Morelos	Puebla
1997	297	2,203	6,830	14,253	735	1,615
1998	276	1,989	10,265	11,820	709	1,732
1999	731	2,260	14,122	10,512	907	1,709
2000	1,046	2,732	12,805	10,990	1,302	1,809
2001	1,171	3,899	13,223	12,844	2,321	7,070
2002	1,012	4,494	14,798	14,917	2,082	7,797
2003	920	5,288	12,875	13,499	2,670	13,298
2004	890	6,415	13,438	14,115	4,034	12,722
2005	1,082	4,970	13,066	15,525	4,384	11,349
2006	666	4,816	15,198	16,390	9,506	11,019
2007	811	4,428	18,776	16,866	10,146	12,996
2008	2,382	4,026	23,019	14,438	8,920	13,167
2009	3,290	3,634	25,098	13,398	8,586	11,804
2010	2,846	4,388	25,161	14,729	9,449	11,312
2011	3,740	3,906	16,966	16,466	8,814	10,254
2012	3,737	4,161	9,480	17,120	8,877	11,428
2013	2,896	4,063	10,607	15,742	8,803	11,238
2014	2,743	4,153	10,576	14,319	8,783	12,264
2015	2,703	3,659	11,862	12,321	8,900	10,202

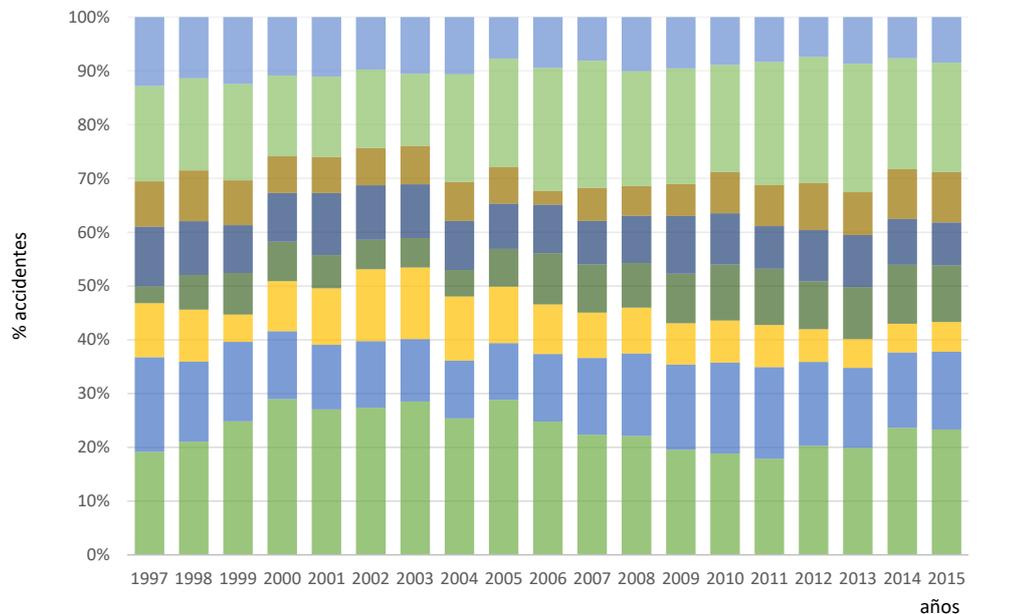


En la Figura 49, se puede observar el histórico de accidentes en la zona Sur de México, Veracruz representa el Estado de mayor volumen en un rango entre un 20% a un 35%, mientras que Quintana Roo oscila entre un volumen 15% y un 25% del histórico de accidentes entre 1997 y 2015.

FIGURA 49 HISTÓRICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA SUR DE MÉXICO 1997-2015, FUENTE ELABORACIÓN PROPIA (INEGI, ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS)

Accidentes en la zona Sur de México

Año	Veracruz de Ignacio de la Llave	Yucatán	Chiapas	Campeche	Guerrero	Oaxaca	Quintana Roo	Tabasco
1997	4,866	4,460	2,552	800	2,819	2,135	4,508	3,246
1998	5,092	3,600	2,338	1,567	2,414	2,291	4,143	2,748
1999	6,737	4,009	1,378	2,099	2,414	2,262	4,866	3,372
2000	9,109	3,972	2,922	2,296	2,864	2,136	4,726	3,413
2001	9,171	4,093	3,553	2,096	3,927	2,265	5,089	3,749
2002	10,555	4,785	5,160	2,110	3,904	2,677	5,630	3,768
2003	11,945	4,866	5,559	2,309	4,175	2,995	5,624	4,405
2004	11,546	4,877	5,429	2,234	4,166	3,305	9,087	4,837
2005	14,335	5,236	5,219	3,474	4,183	3,363	10,054	3,818
2006	12,379	6,267	4,610	4,751	4,513	1,258	11,453	4,700
2007	11,327	7,255	4,295	4,551	4,099	3,107	12,014	4,115
2008	11,028	7,662	4,245	4,127	4,408	2,758	10,644	5,012
2009	9,270	7,538	3,655	4,361	5,101	2,819	10,220	4,532
2010	8,338	7,483	3,481	4,599	4,237	3,378	8,841	3,929
2011	7,793	7,450	3,410	4,554	3,467	3,357	9,963	3,639
2012	8,960	6,918	2,699	3,936	4,214	3,863	10,390	3,272
2013	8,769	6,563	2,350	4,275	4,263	3,528	10,533	3,816
2014	9,298	5,531	2,106	4,313	3,351	3,656	8,129	3,005
2015	8,241	5,124	1,960	3,729	2,822	3,316	7,193	3,000



Veracruz de Ignacio de la Llave Yucatán Chiapas Campeche Guerrero Oaxaca Quintana Roo Tabasco

ANEXO 2: Zonificación de los accidentes debido al tránsito en la República Mexicana en el periodo comprendido del año 1997 al 2015.

A partir del análisis y clasificación del histórico de accidentes en México, del periodo comprendido entre el año 1997 y 2015, se procedió a realizar el análisis espacial por cada región. En las siguientes figuras se muestra la composición de los accidentes por región y por Estado.

FIGURA 50 ZONIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN MÉXICO 1997-2015, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)



FIGURA 51 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA SUR DE MÉXICO 1997-2015. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

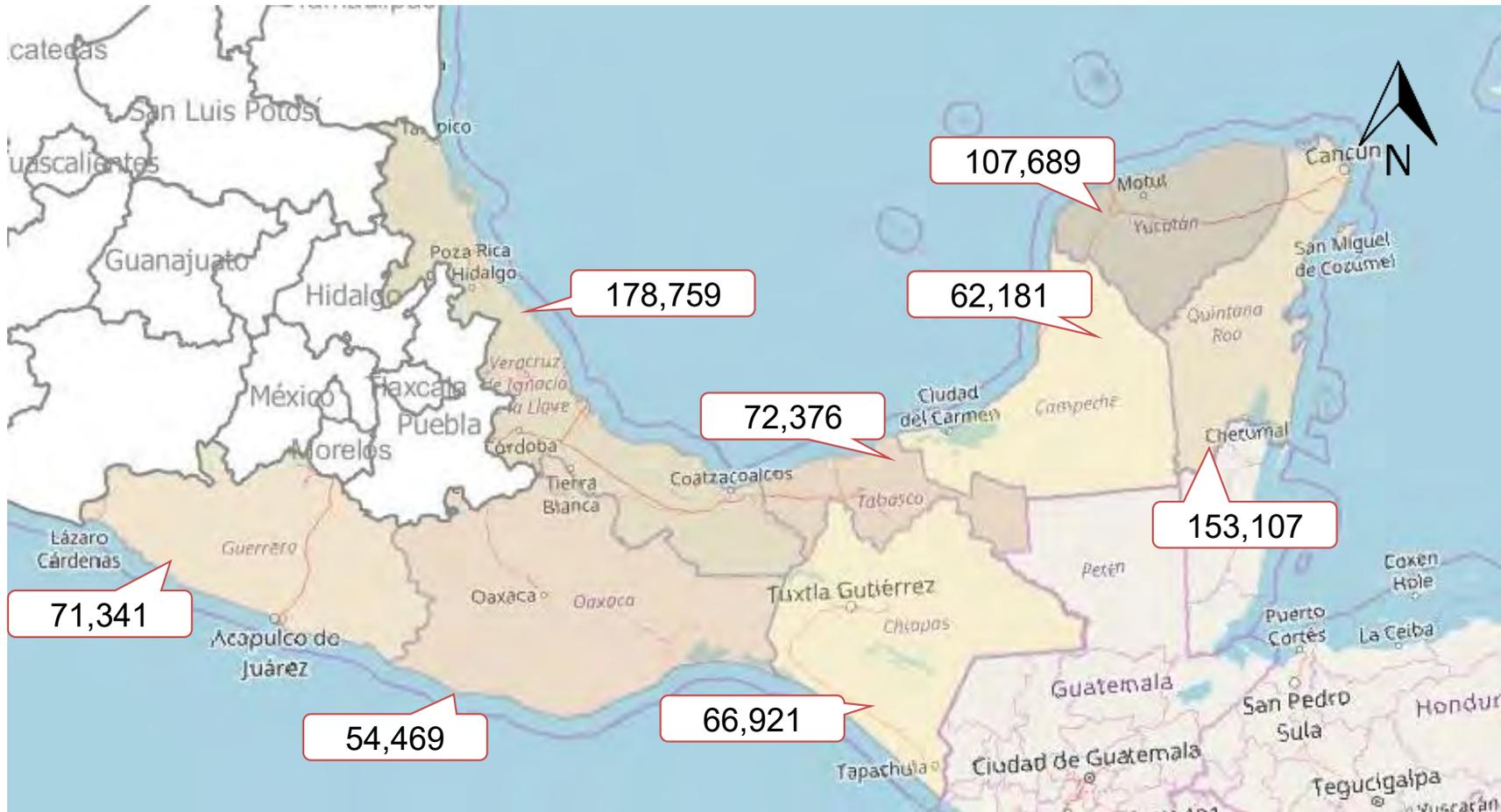


FIGURA 52 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA CENTRO DE MÉXICO 1997-2015. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

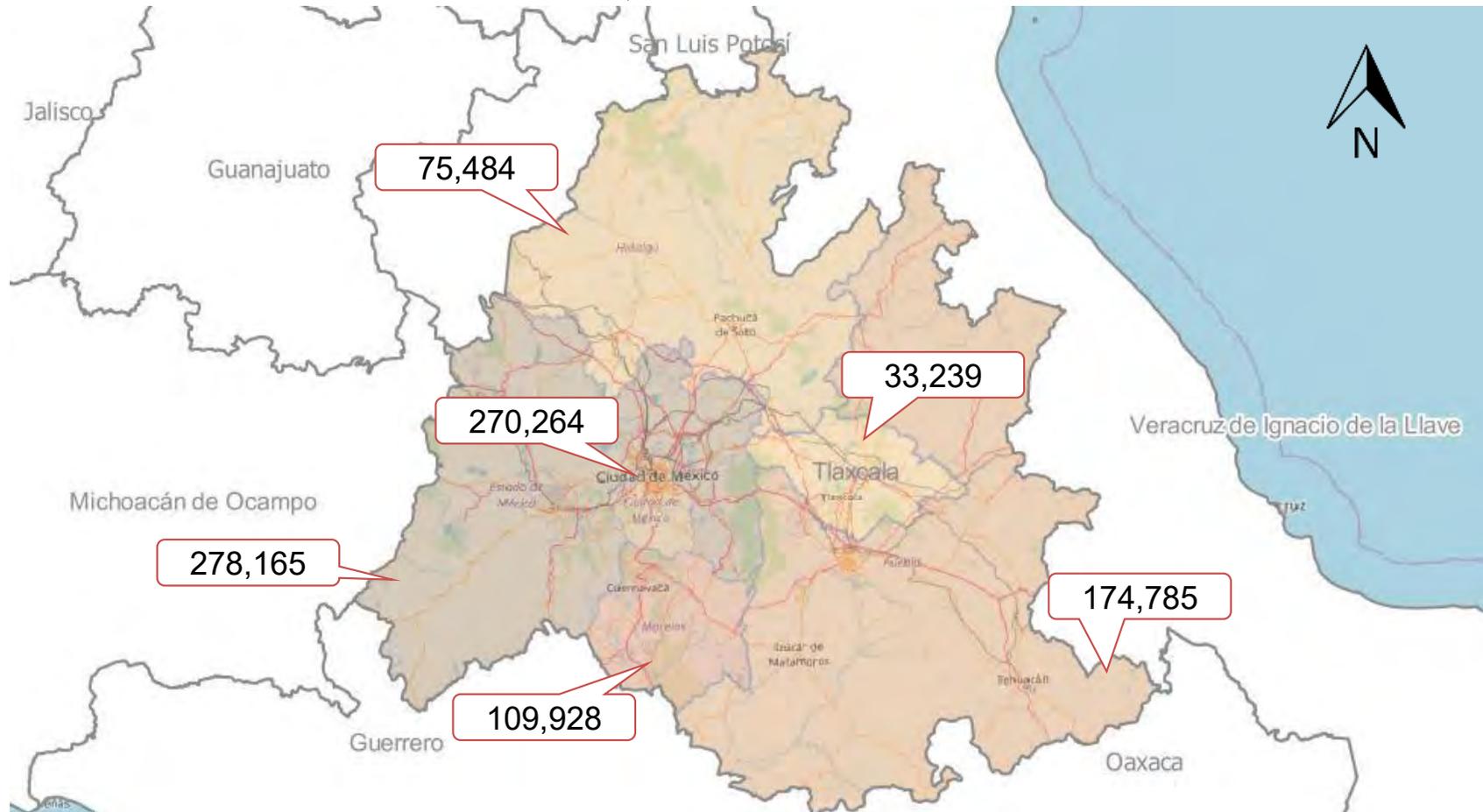


FIGURA 53 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA BAJO DE MÉXICO 1997-2015. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)

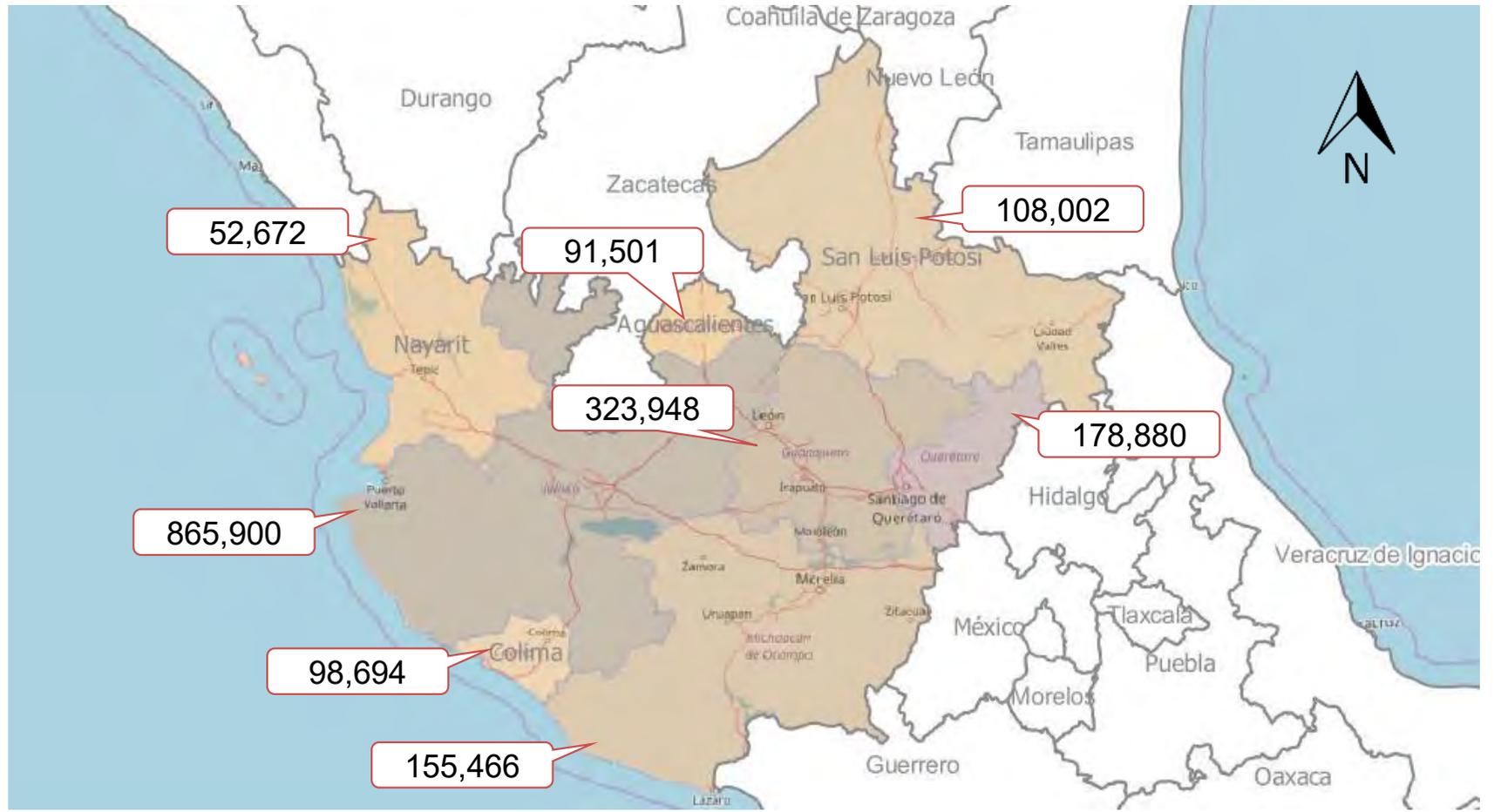
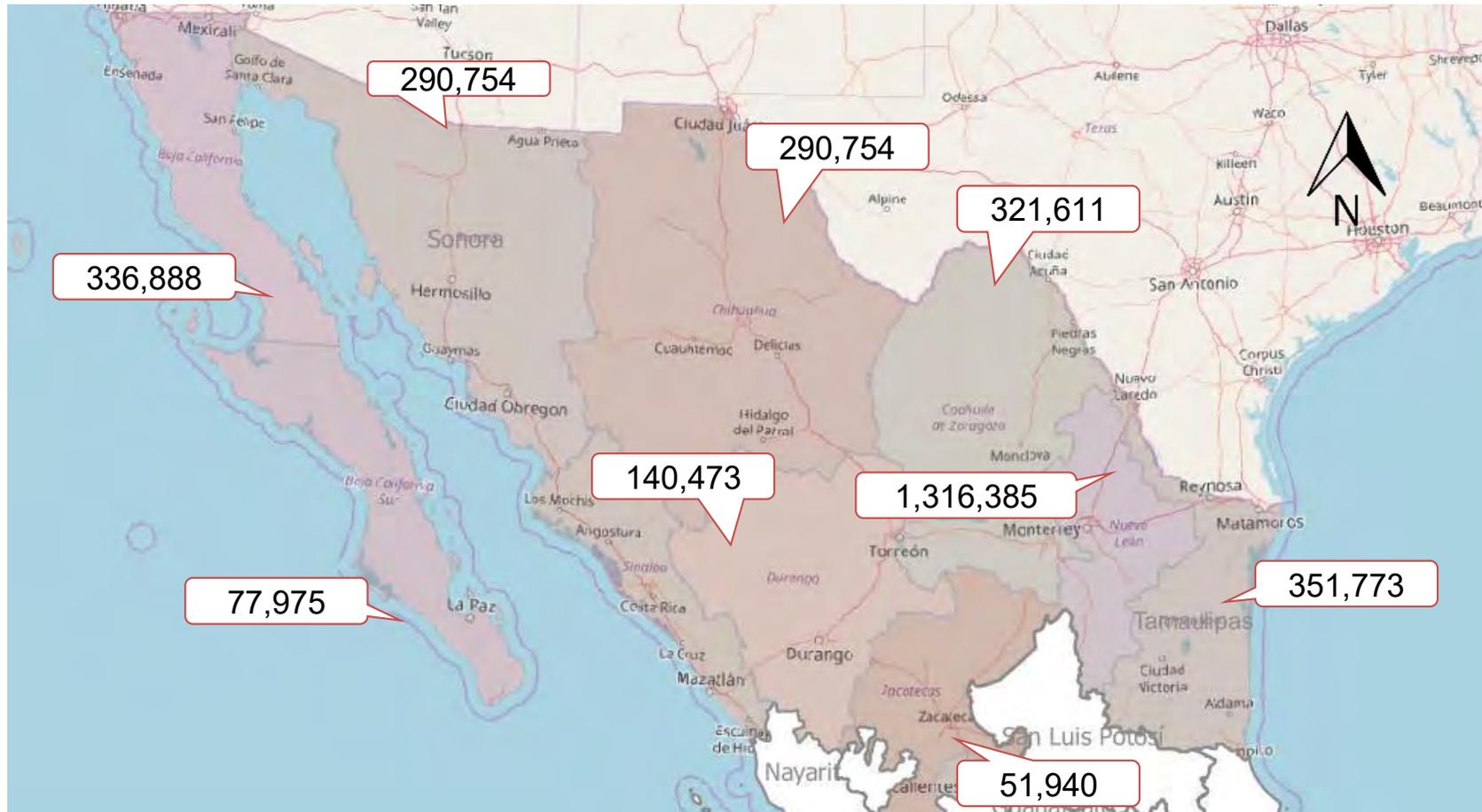


FIGURA 54 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA ZONA NORTE DE MÉXICO 1997-2015. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE (INEGI. ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS.)



ANEXO 3: Mapas de isócronas para la propuesta de
localización de ambulancias de Centro Regulador de
Urgencias Médicas CDMX

FIGURA 55 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA D91, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

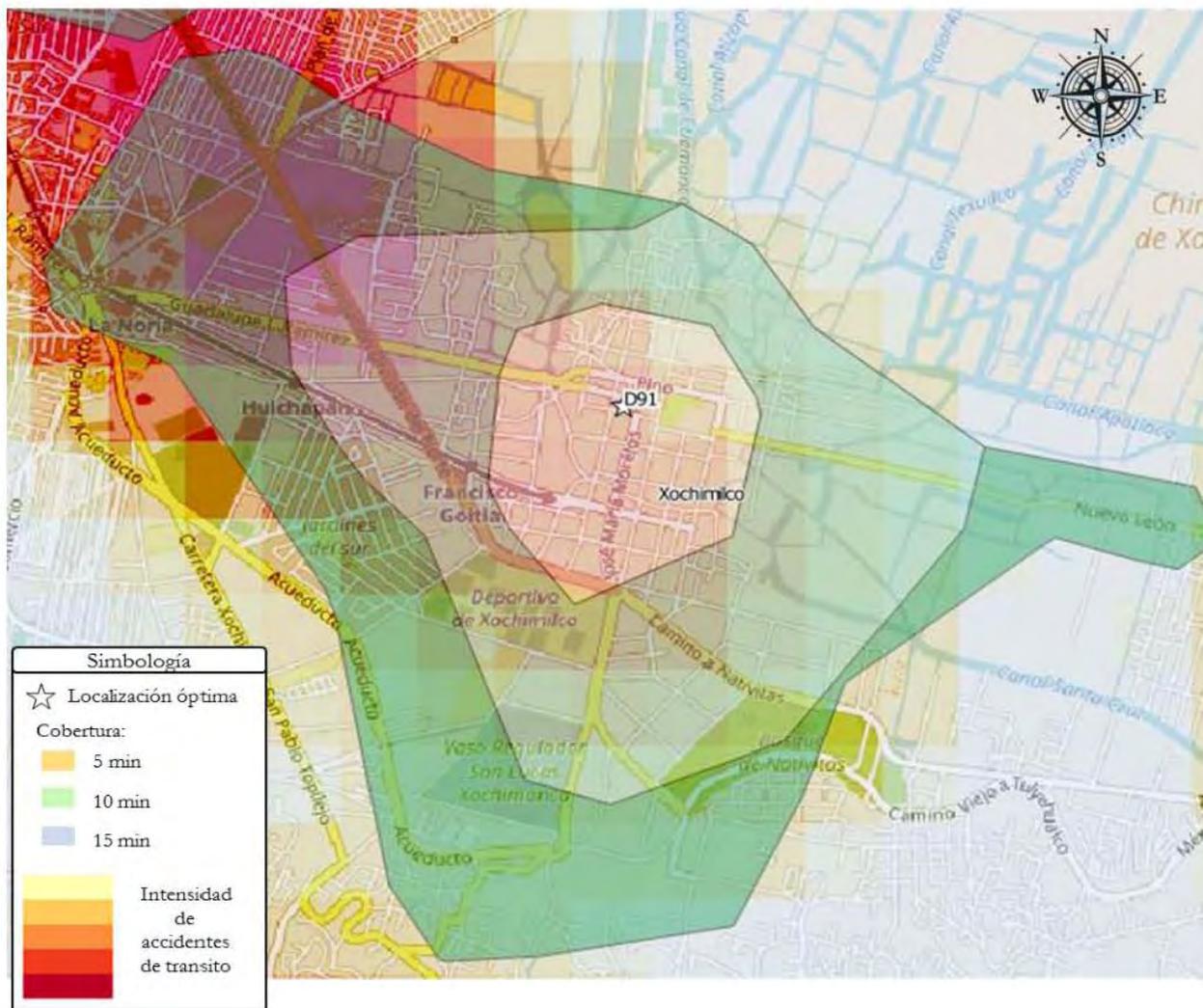


FIGURA 56 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA D93, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

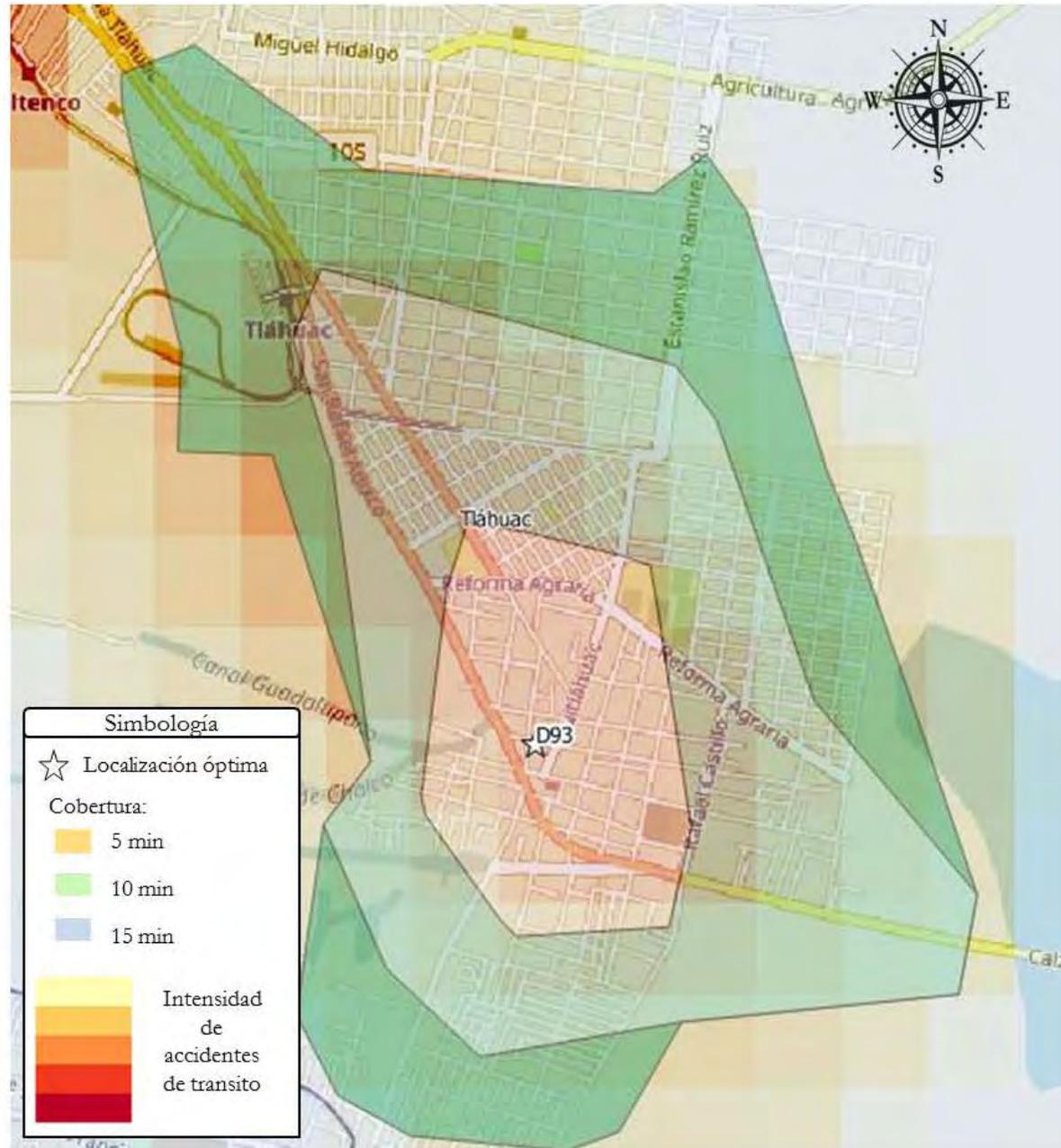


FIGURA 57 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA M10, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

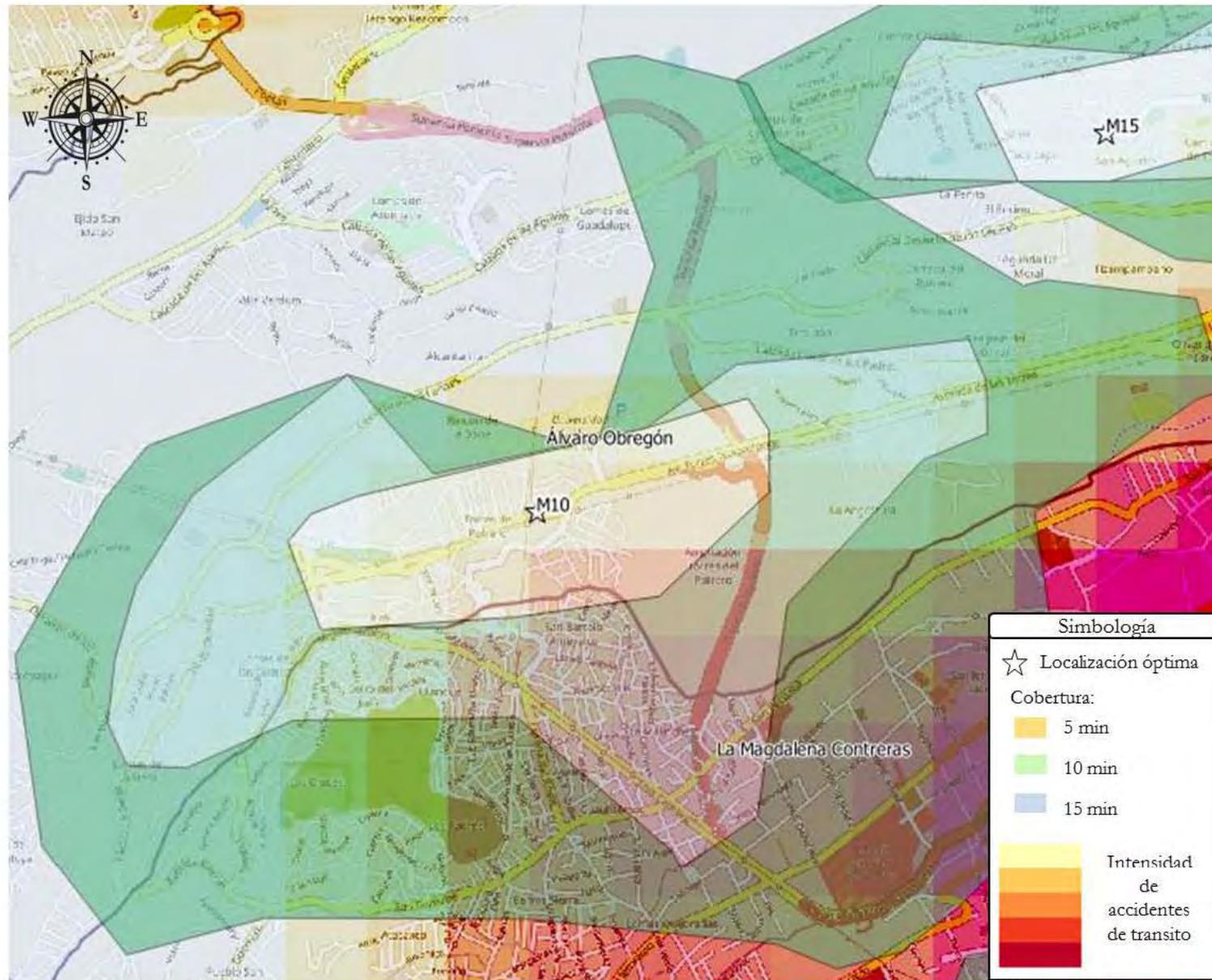


FIGURA 58 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA M23, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



FIGURA 59 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA M15, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

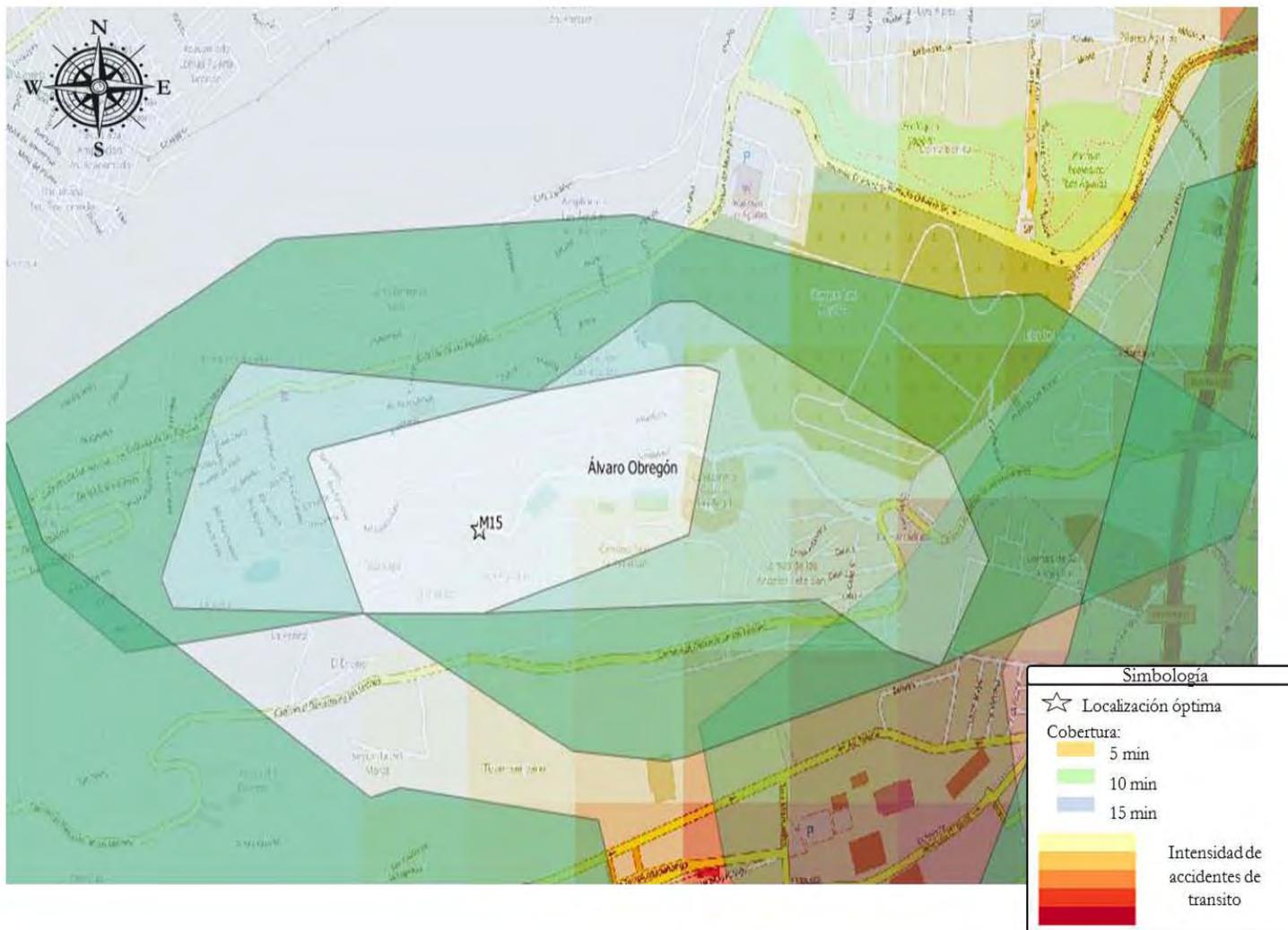


FIGURA 61 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA M24, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

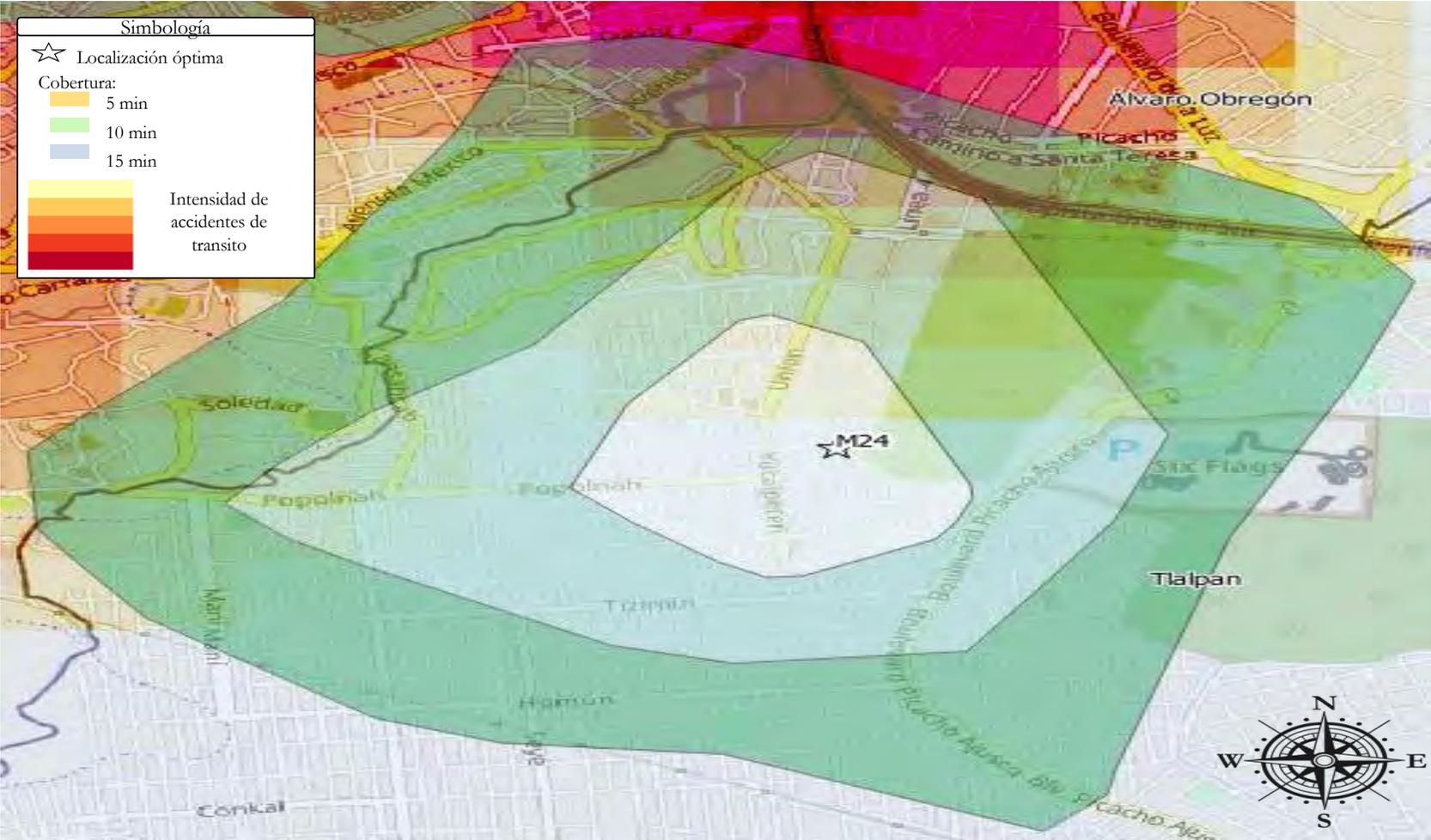


FIGURA 62 ISÓCRONA PARA UBICACIÓN PROPUESTA M36, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

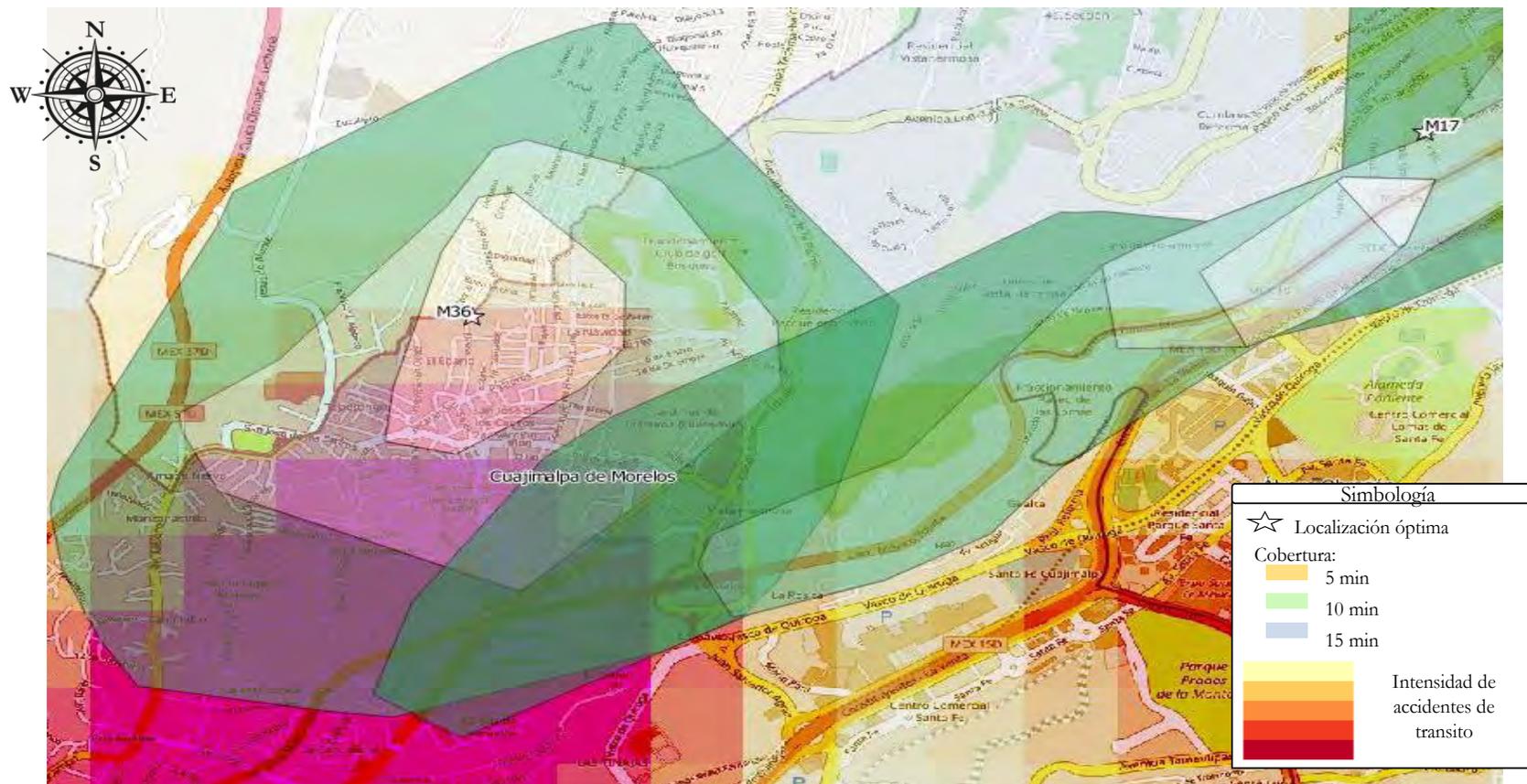


FIGURA 63 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS OP1, OP2, M76, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

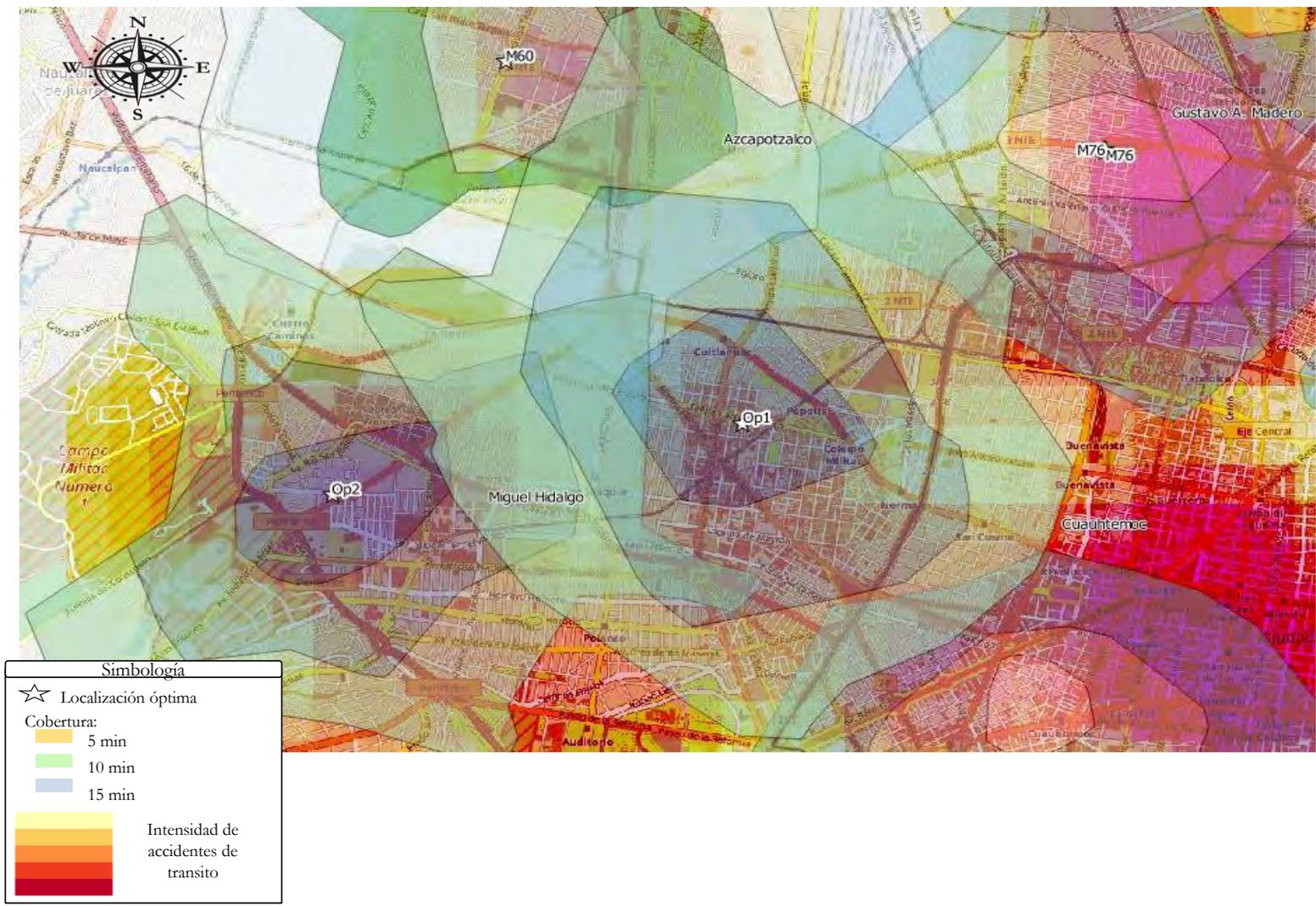


FIGURA 64 ISÓCRONA PARA LA UBICACIÓN PROPUESTA M90 Y M84, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

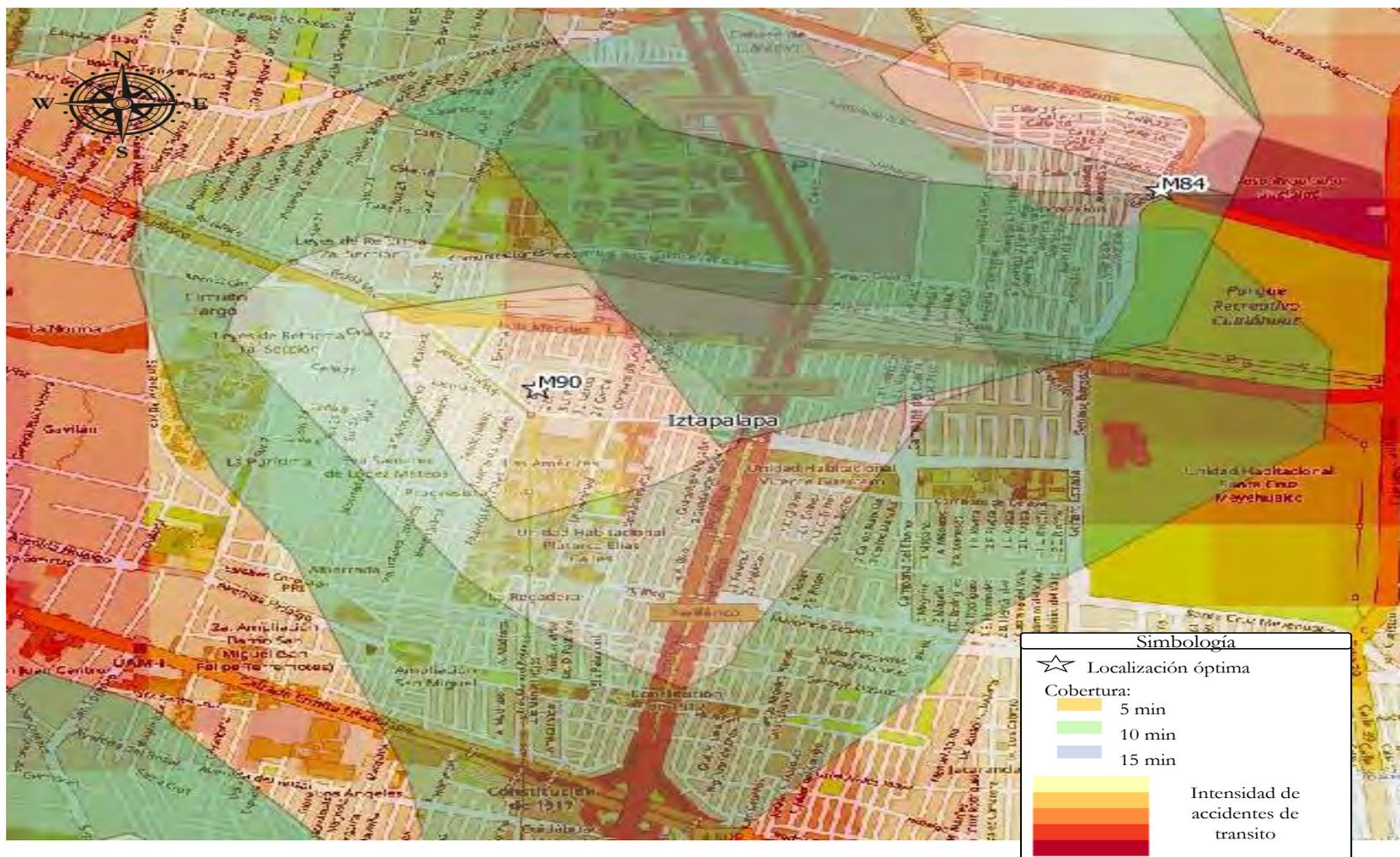


FIGURA 65 ISÓCRONA PARA LA UBICACIÓN PROPUESTA M85, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS

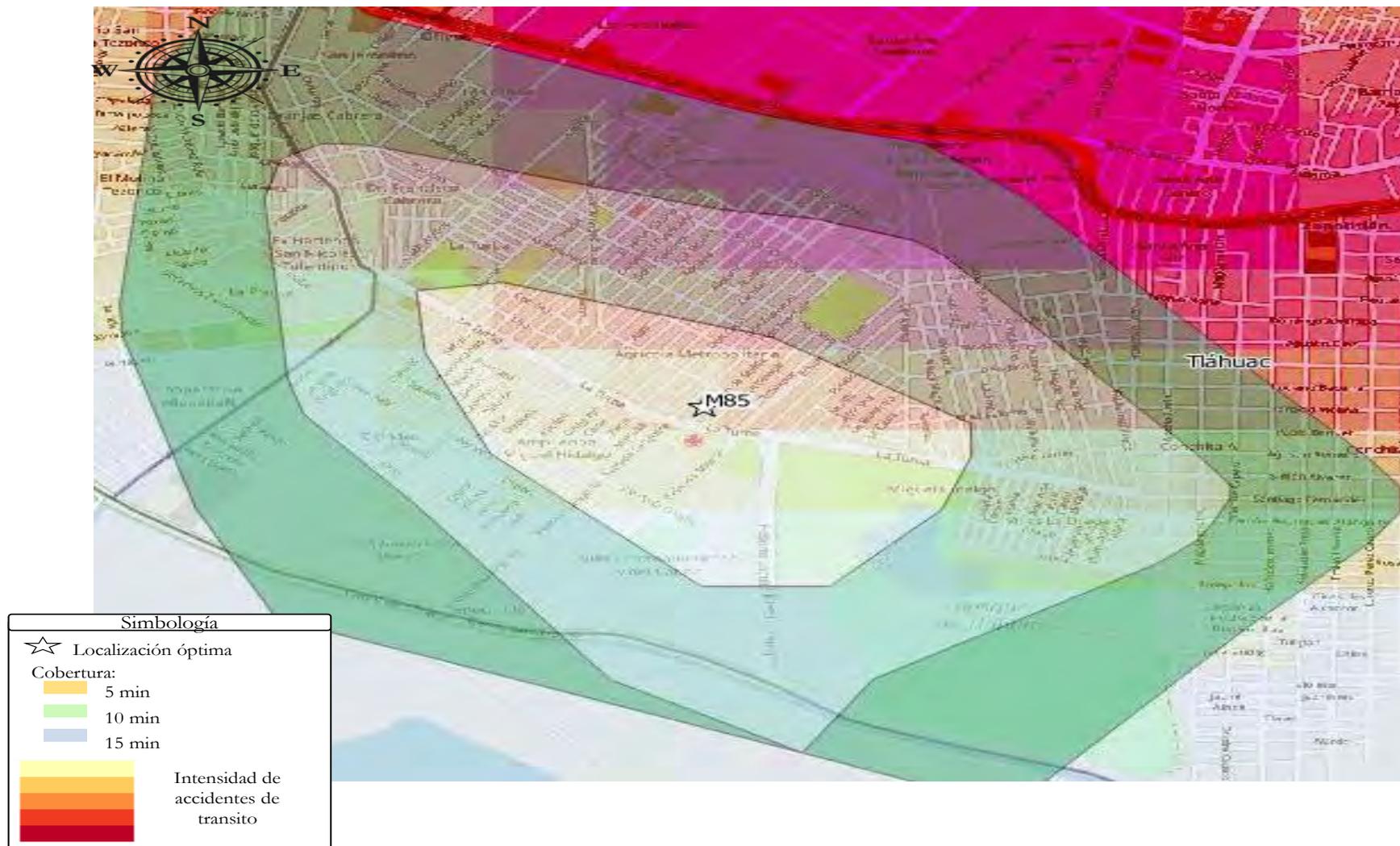


FIGURA 66 ISÓCRONA PARA LA UBICACIÓN PROPUESTA M85, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS



FIGURA 67 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS M67 Y M83, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

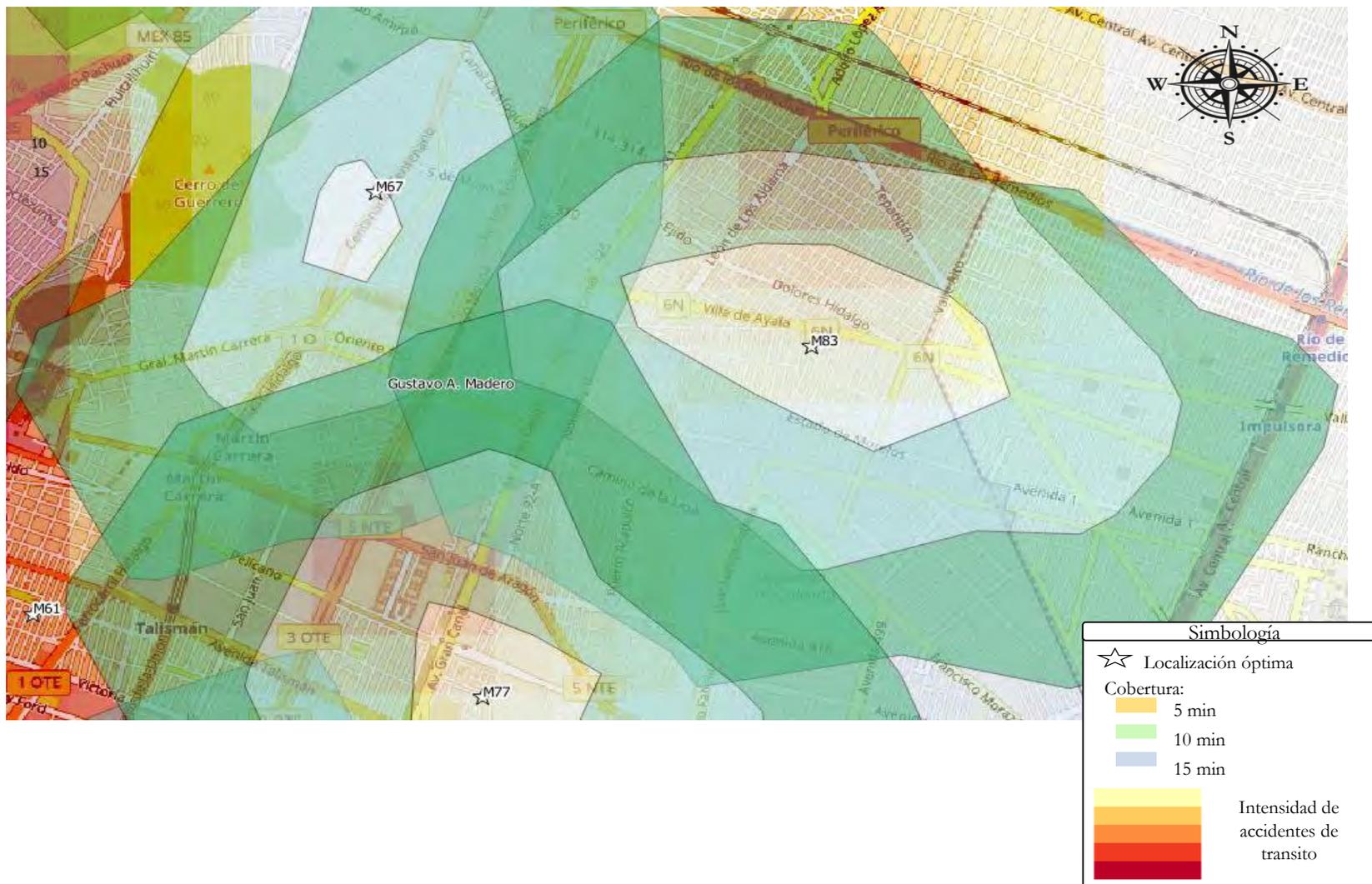


FIGURA 68 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS M67 Y M82, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

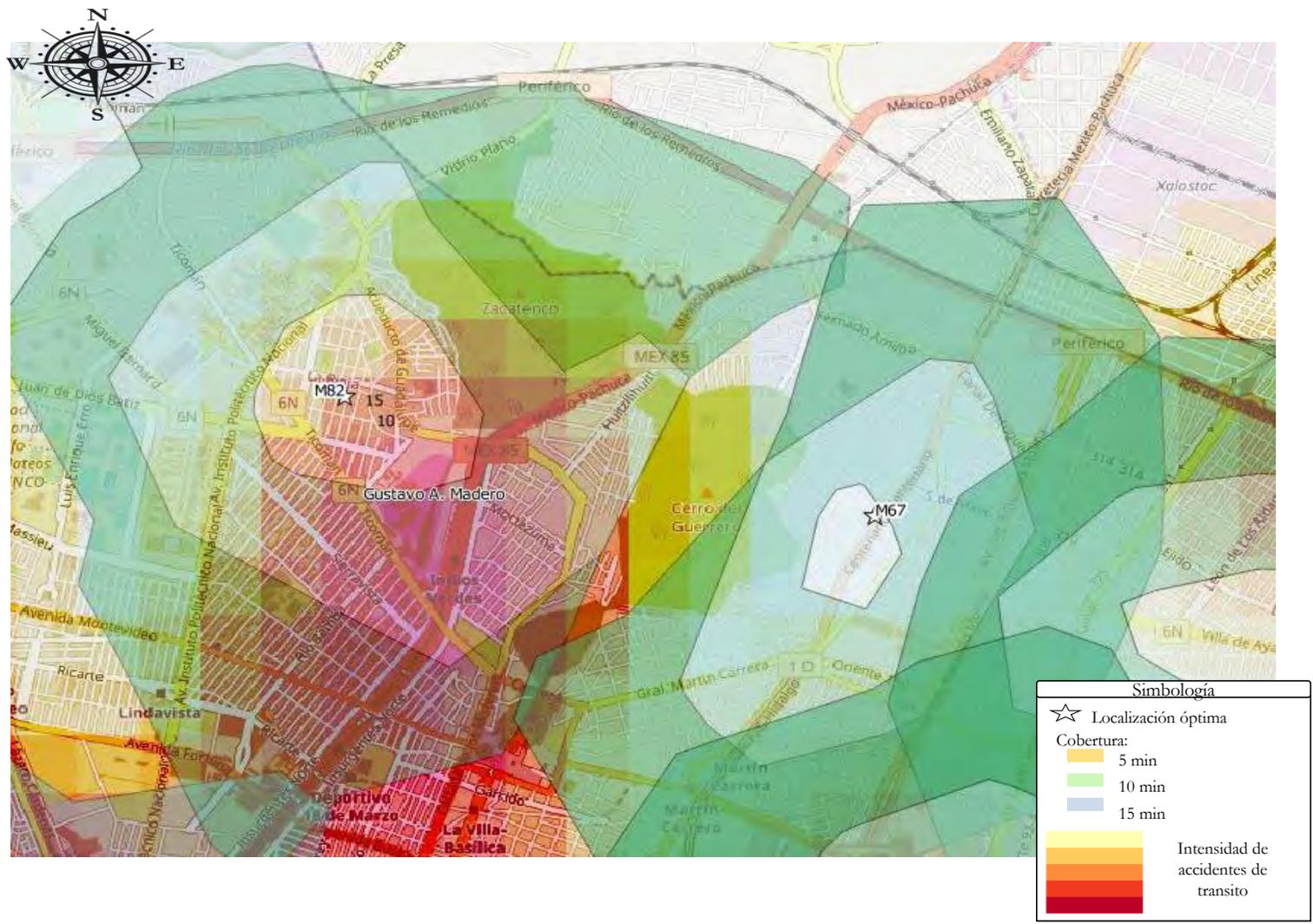


FIGURA 69 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M81, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 70 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M79, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

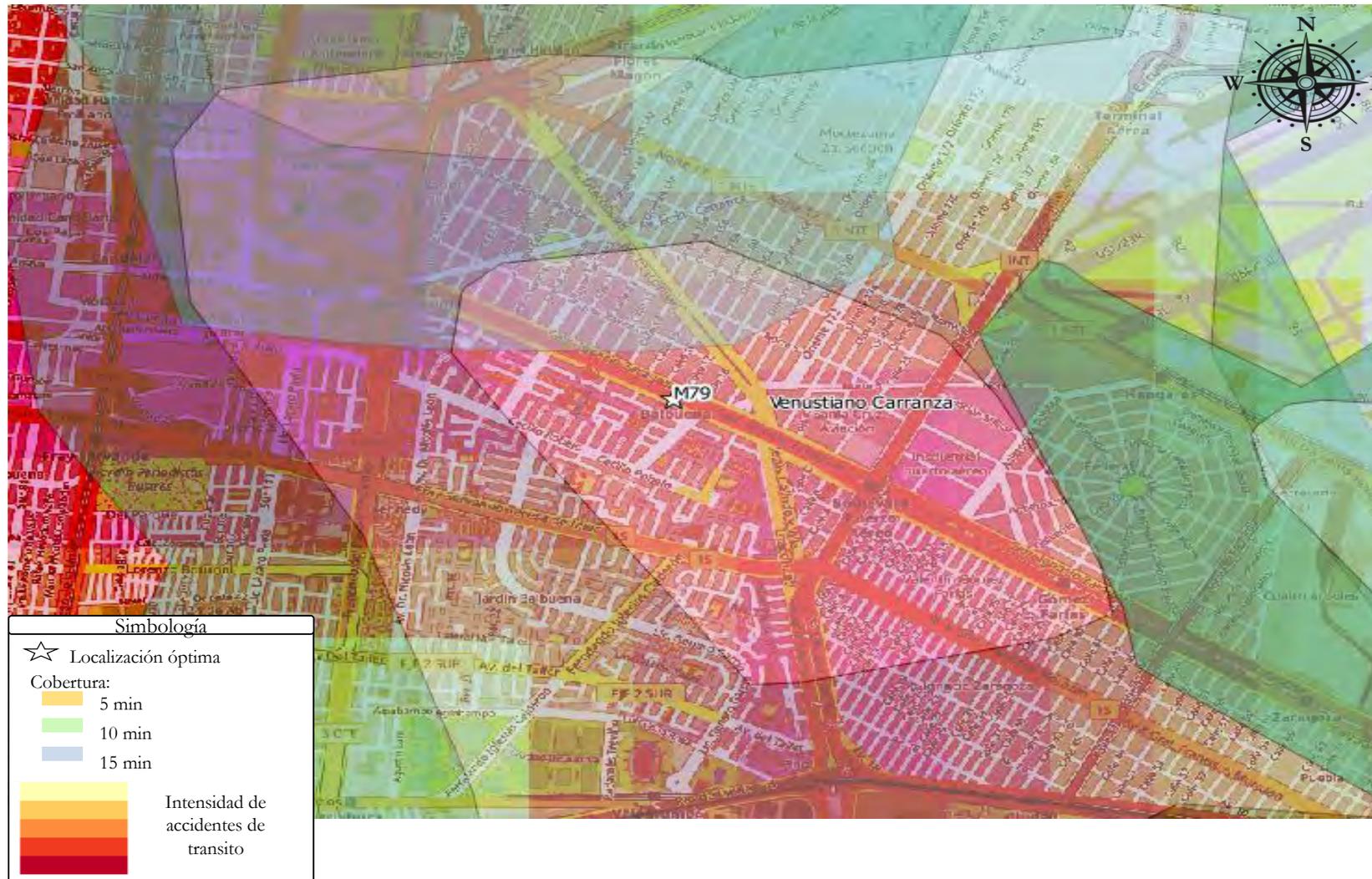


FIGURA 71 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M76, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 72 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M69, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

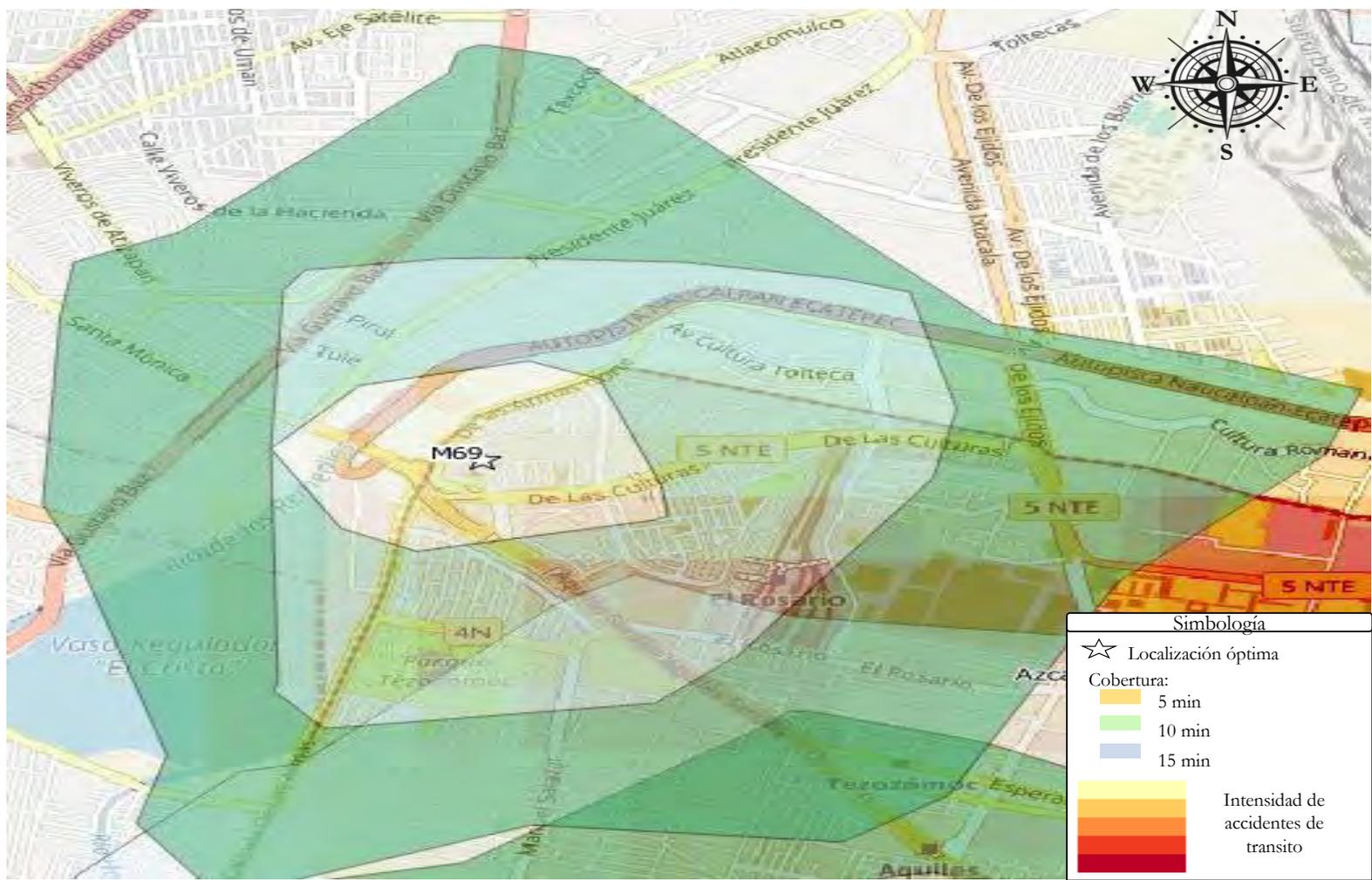


FIGURA 73 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M67 Y M83 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 74 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS M64 Y M35 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



FIGURA 75 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M63 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

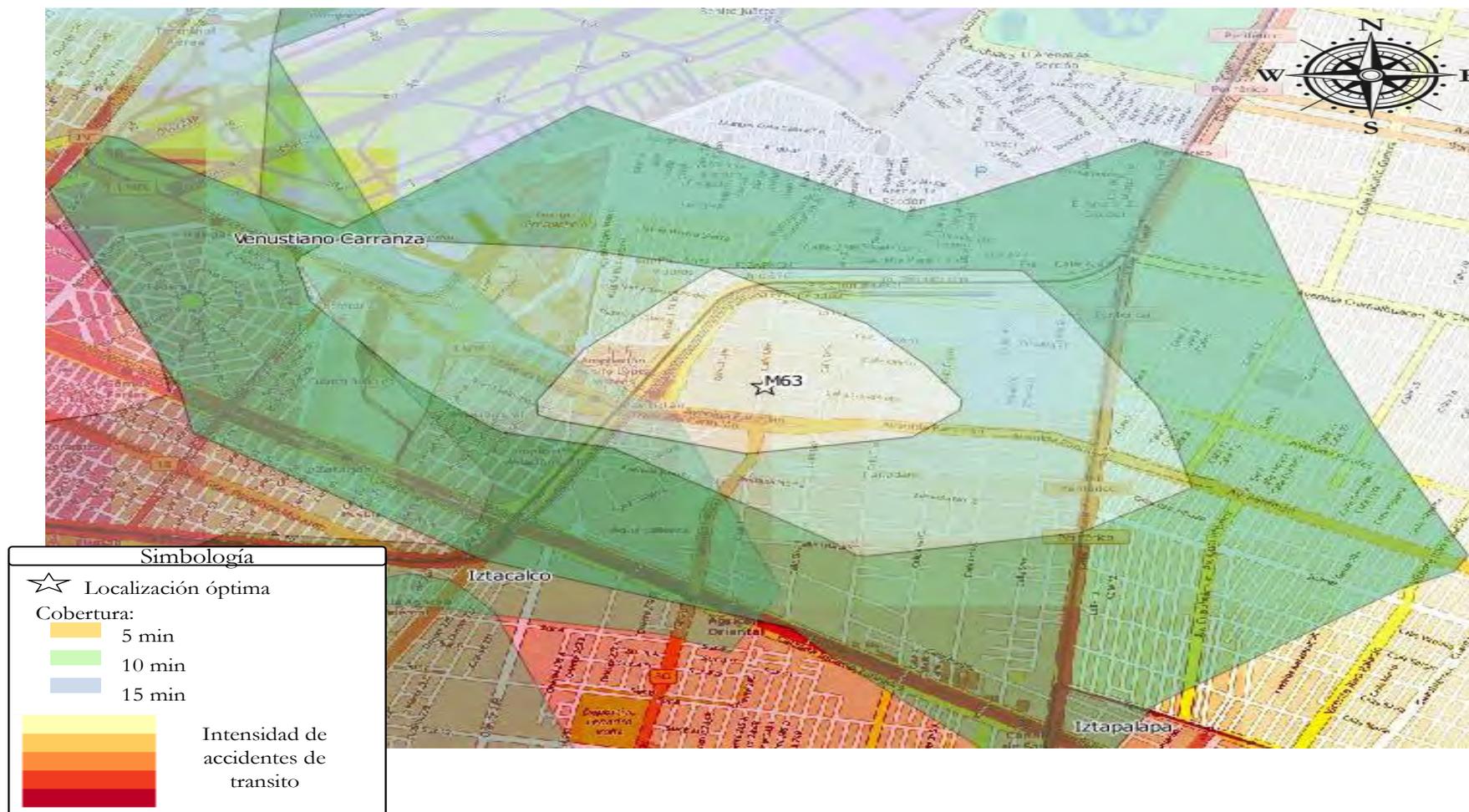


FIGURA 76 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M60 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

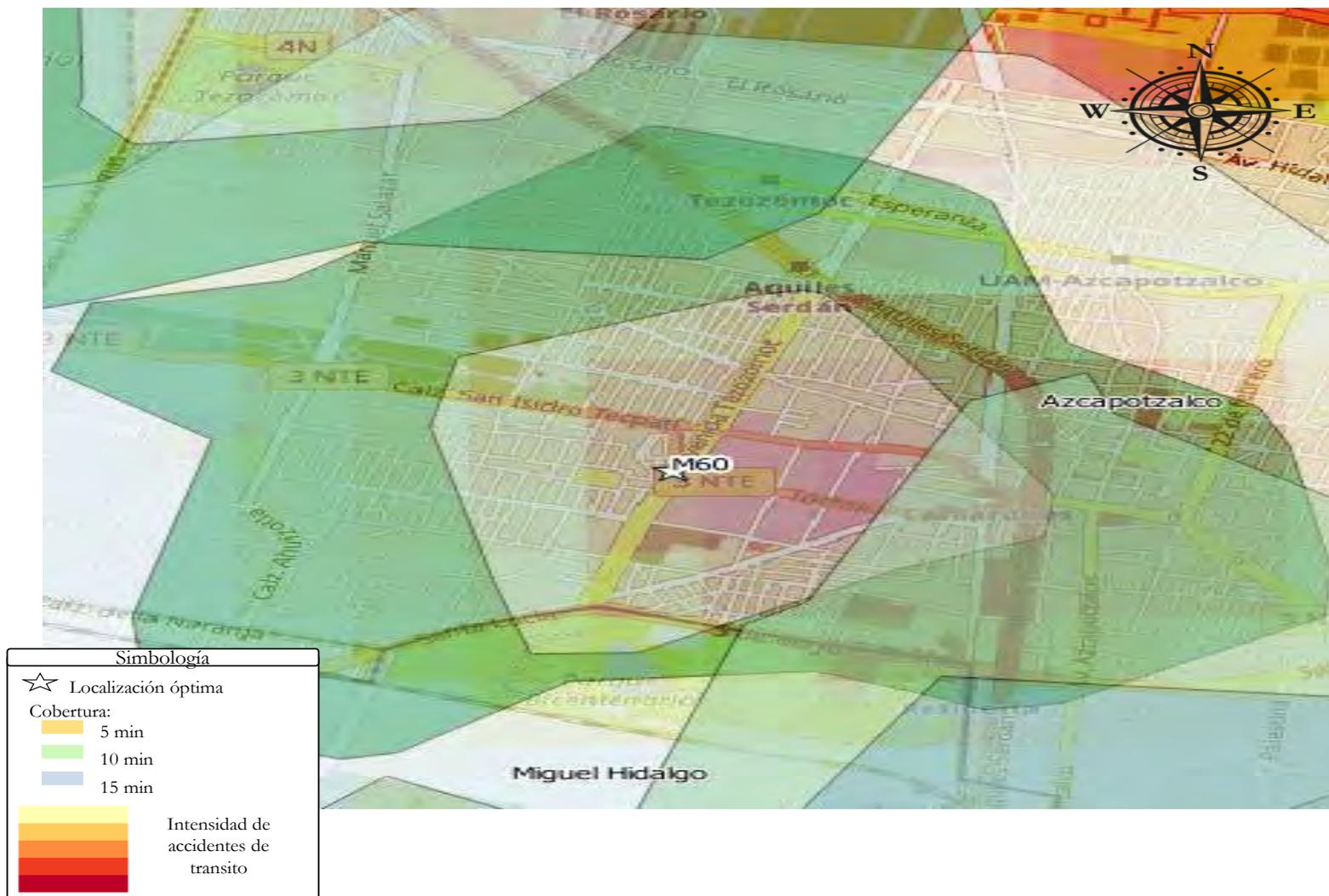


FIGURA 77 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M58 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

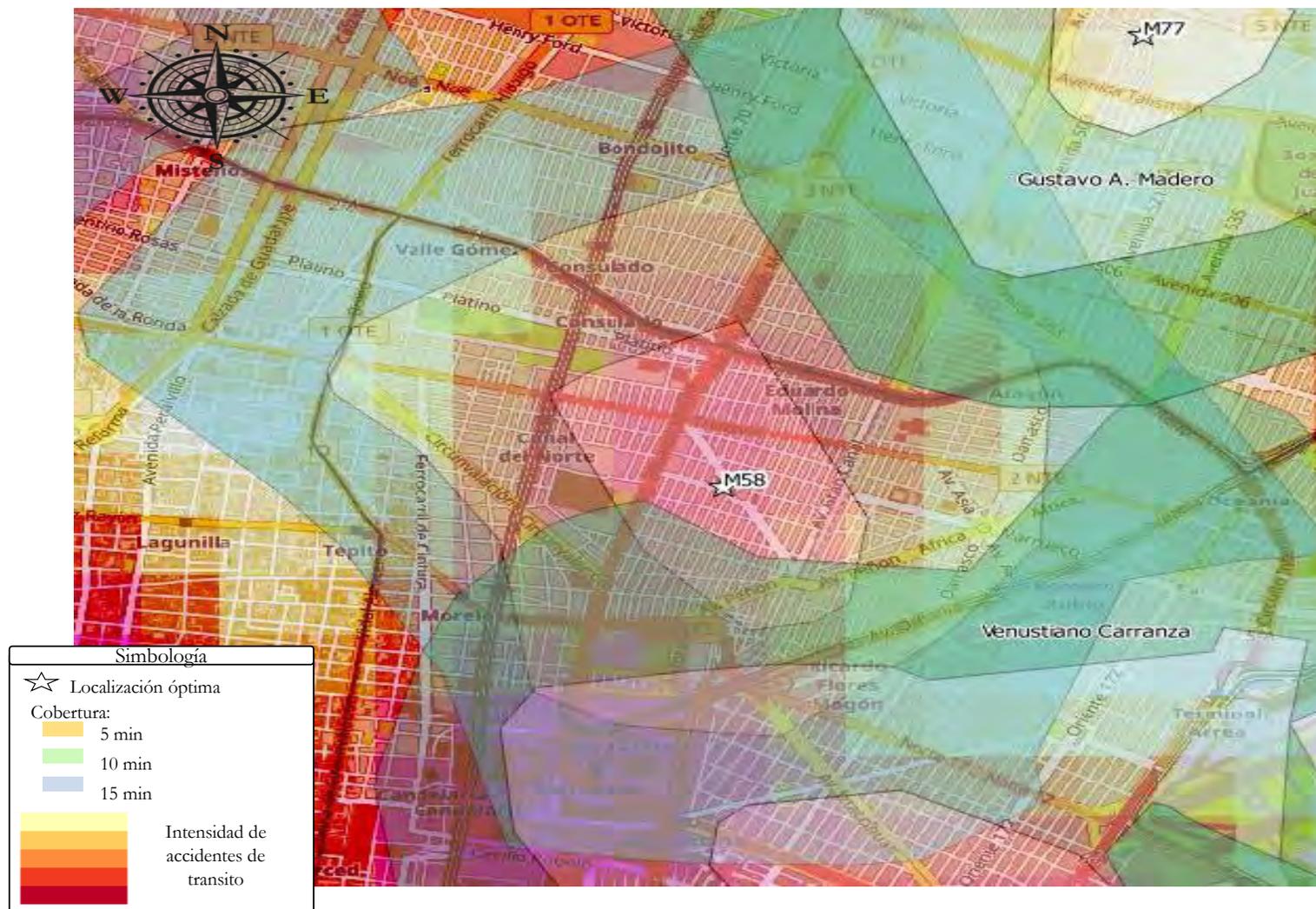


FIGURA 78 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIÓN PROPUESTA M45 Y M50 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

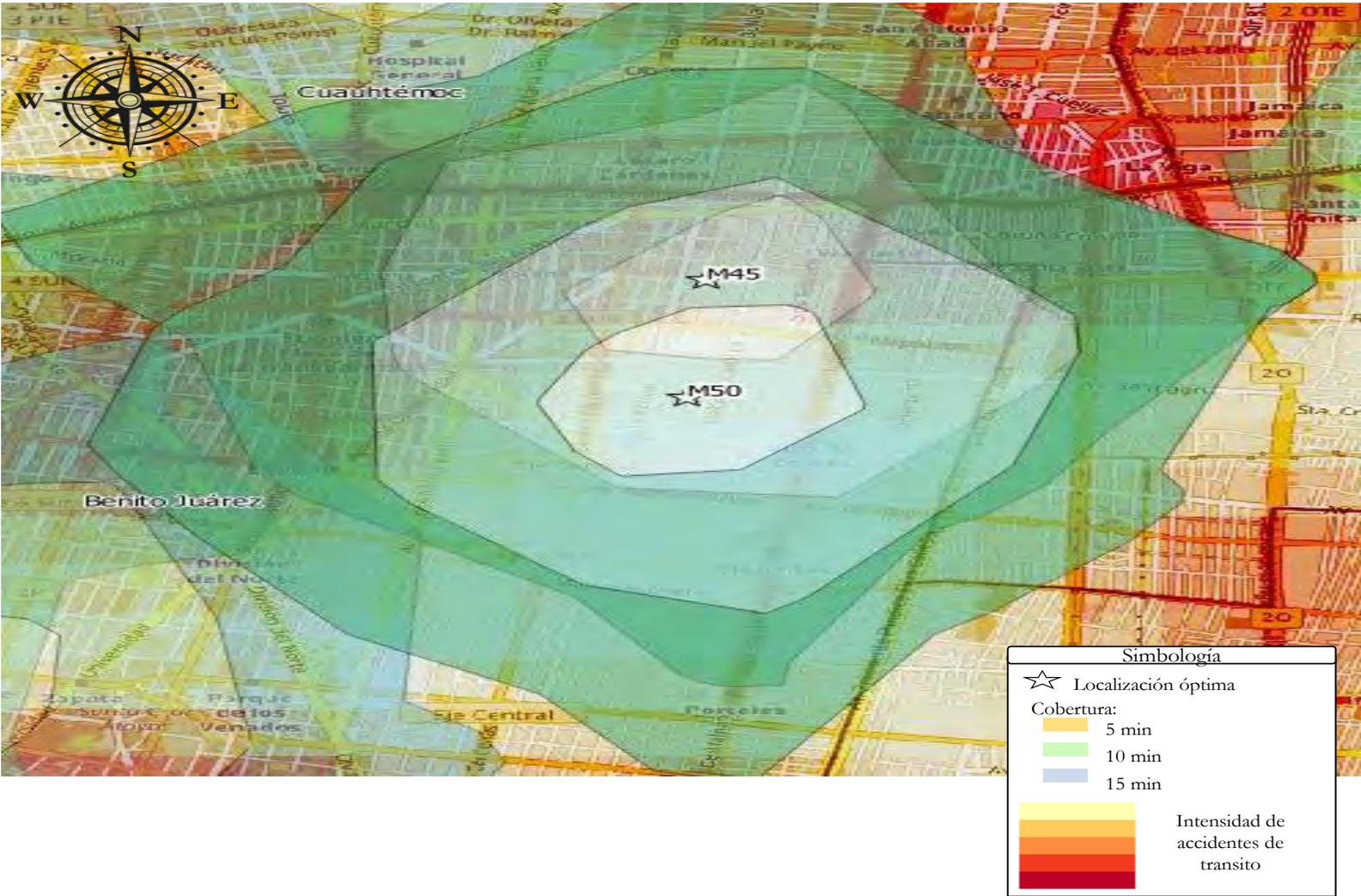


FIGURA 79 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS M15, M40 Y M34 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.

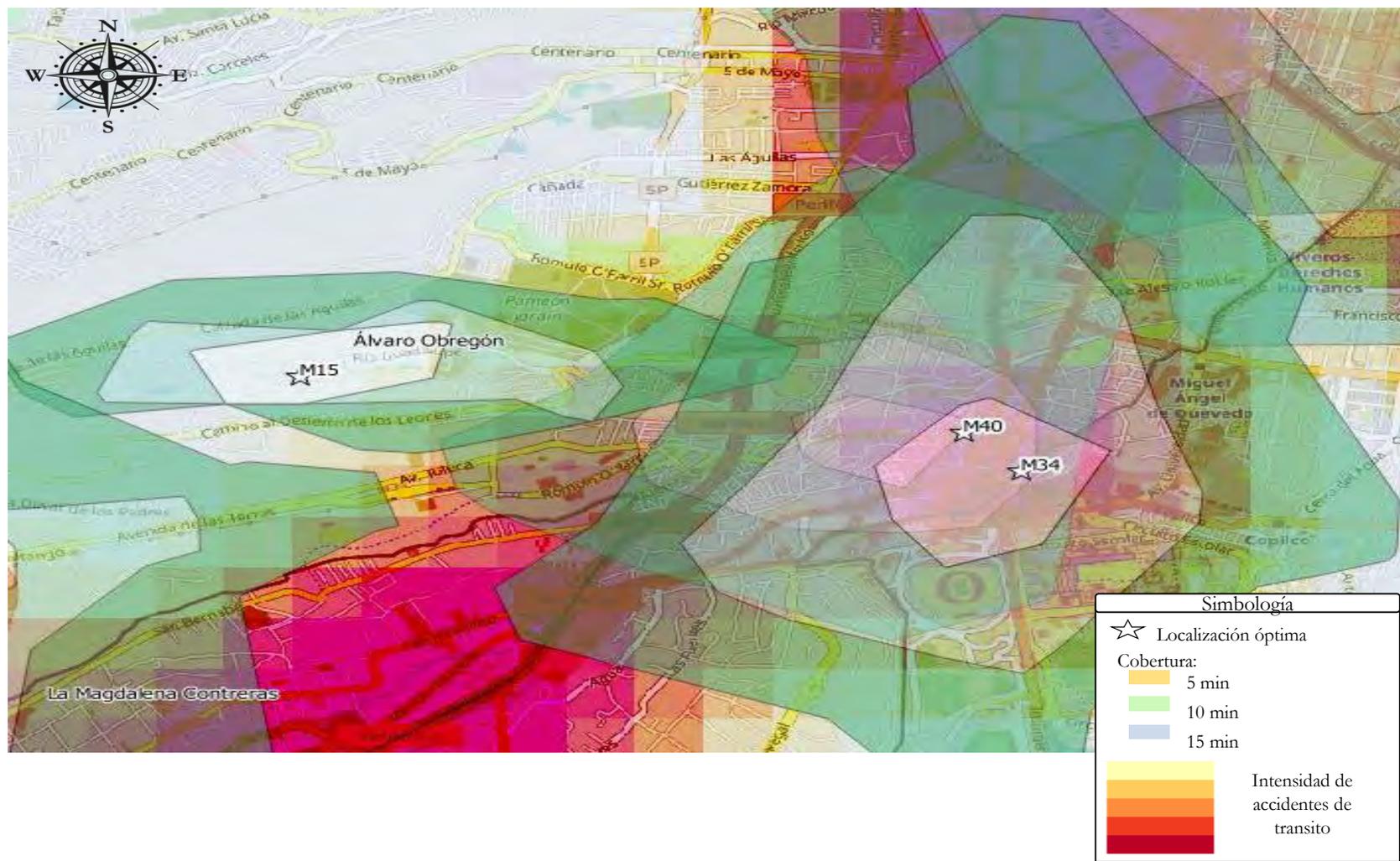
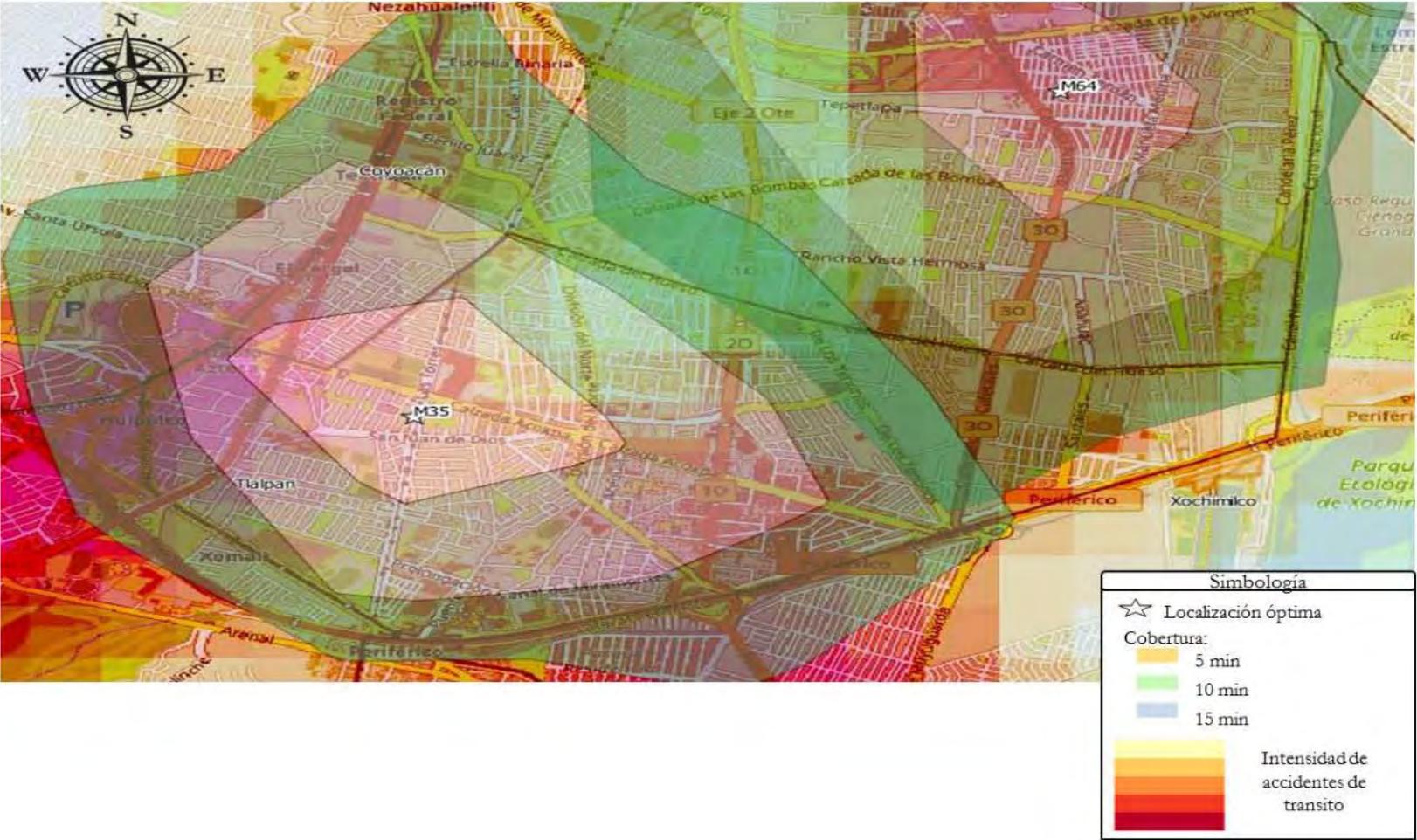


FIGURA 80 ISÓCRONA PARA LAS UBICACIONES PROPUESTAS M35 Y M64, ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS MÉDICAS.



Bibliografía

- 911 | Gobierno | gob.mx. (2017). Recuperado el 17 de febrero de 2017, a partir de <https://www.gob.mx/911>
- Aceves García, R. (1986). Localización de servicios de emergencia. Ciudad Universitaria: División de estudios de posgrado de la facultad de ingeniería.
- Alejandro, M. L. C. (2004). *Implementación de una análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes*.
- Antonio, C., & Prado, V. (s/f). Situación actual de la atención de urgencias médicas en la ciudad de México.
- Daskin, M. S. (1995). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*.
- DOF. (2014). NOM-034-SSA3-2013 Regulación de los servicios de salud. Atención médica prehospitalaria. Recuperado el 15 de febrero de 2017, a partir de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5361072&fecha=23/09/2014
- Federación, D. O. de la. (2013). ACUERDOS aprobados en la II Sesión Extraordinaria del Consejo Nacional de Seguridad Pública. Recuperado a partir de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284444&fecha=10/01/2013
- General Consejo de salubridad. (2013). Triage hospitalario de primer contacto en los servicios de urgencias adultos para el segundo y tercer nivel. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Marisol, E. O. N. (2016). *Cumplimiento de los indicadores de calidad referentes al tiempo de espera triage en el área de urgencias del hospital general regional no1 Ignacio García Tellez*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina.
- Naciones Unidas. (2011). *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020*.
- NASA. (2007). NASA Systems Engineering Handbook. *Systems Engineering*, 6105(June), 360. [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(66\)90450-9](https://doi.org/10.1016/0016-0032(66)90450-9)
- Rosano, F. L. (2002). *Cibernetica Y Sistemas Cognitivos*.
- S. Salud, C. M. (2017). Solicitud de acceso a la información pública 01080000007175. 5 de Enero, (108000000717).
- Salud, S. de. (2014). *Programa de Acción Específico Seguridad Vial 2013-2018* (primera ed). Ciudad de México: Secretaría de Salud.
- SCT, S. de S. (2011). *Estrategia Nacional de Seguridad 2011-2020.pdf*. Ciudad de México.
- STCONAPRA. (2014). Misión y Visión STCONAPRA. Recuperado el 15 de febrero de 2017, a partir de http://conapra.salud.gob.mx/Nosotros/Mision_Vision.html
- Sussman, J. M., Dodder, R., McConnel, J., Mostashari, A., & Sgouridis, S. (2007). The clios process, 1–12.

UNAM IIG ; Secretaria de Salud. (2009). *Diagnóstico espacial: de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal*. (Instituto de Geografía UNAM, Ed.) (primera ed). Ciudad de México. Recuperado a partir de http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/Publicaciones_Especializadas/Diagnostico_Espacial_Accidentes_DF.pdf

Vargas, R. C. (2015). *Metodología para mejorar la seguridad vial en carreteras mediante el uso de sistemas de información geográfica, tramo México-Toluca*. Universidad Nacional Autónoma de México.