



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

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS (RSU), EN LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:

OMAR RIVAS MARTÍNEZ

TUTOR

DR. RICARDO ACEVES GARCÍA, FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. DICIEMBRE 2013



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. Acosta Flores José Jesús
Secretario: Dr. Suarez Rocha Javier
Vocal: Dr. Aceves García Ricardo
1^{er}. Suplente: M.I. Fuentes Zenón Arturo
2^{d o}. Suplente: M.I. Rivera Colmenero José Antonio

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

TUTOR DE TESIS:

NOMBRE

Dr. Ricardo Aceves García

FIRMA

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, no encontraré palabras ni medios para expresar lo que por ustedes siento, esto es suyo. Los amo.

A mis hermanos: Jorge, Javier, Gerardo, Elisa y Alejandro. Cada uno ha impreso algo en mí, cada uno ha sido referencia en algún aspecto de mi vida, a ustedes por enseñarme el valor de la familia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser el medio e incluso el fin de este proyecto de vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su fomento al desarrollo de proyectos como este, sin éste sería difícil imaginar este resultado.

Al Dr. Ricardo Aceves García, por sus valiosos conocimientos, su orientación y paciencia para conmigo. Por su invaluable contribución y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores del posgrado, todos excelentes personas. Sus conocimientos han impreso en mí una perspectiva más objetiva de la vida.

A mis amigos: Javier, Sebastián, Roberto, Narciso. Gracias por compartir sus experiencias, emociones y tristezas conmigo; porque han favorecido mi formación como ser humano, esto es lo menos que puedo hacer por ustedes.

A mis compañeros de trabajo por crear el ambiente laboral perfecto, aquel que todo empleado desearía. Gracias.

A todas las personas que directa o indirectamente han contribuido a lograr este objetivo y que por la exaltación de la redacción he olvidado. Su apoyo no ha sido en vano, he aquí el resultado.

Porque hasta ahora eres parte medular en mi vida, por estar conmigo y creer en mí...

ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
I. ANTECEDENTES.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Problemática.....	3
1.3 Objetivo General.....	6
1.3.1 Objetivos particulares.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Residuos sólidos.....	8
2.1.1 Residuos Peligrosos (RP).....	9
2.1.2 Residuos de Manejo Especial (RME).....	9
2.1.3 Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	10
2.2 El servicio de recolección como parte medular del manejo integral de residuos.....	11
2.2.1 La Gestión integral de los residuos.....	11
2.2.1.1 Generación de Residuos.....	11
2.2.1.2 Separación de Residuos.....	12
2.2.1.3 Barrido.....	12
2.2.1.4 Recolección.....	12
2.2.1.5 Transferencia.....	12
2.2.1.6 Tratamiento.....	12
2.2.1.7 Disposición Final.....	12
2.3 Elementos teóricos.....	13
2.3.1 Procedimientos para la estimación de la generación de residuos.....	13
2.3.2 Método de estimación para el índice de generación per cápita.....	14
2.3.3 Métodos de Recolección.....	15
2.3.4 Principios básicos sobre el diseño de rutas para la recolección de residuos.....	16
2.3.5 El Problema del Agente Viajero (PAV).....	17
2.3.6 Sistemas de Información Geográfica.....	18
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Diagnóstico del sistema de recolección.....	20
3.1.1 Caracterización de la zona de estudio.....	20
3.1.2 Caracterización de la oferta.....	21
3.1.2.1 Equipo.....	23
3.1.2.2 Personal.....	24

3.1.2.3	Operación.....	25
3.1.3	Caracterización de la demanda.....	26
3.2	Análisis de la red actual de rutas para la recolección de RSU en la demarcación.	28
3.2.1	Cobertura del servicio.....	28
3.2.2	Métodos de recolección empleados.....	29
3.2.3	Esquemas de operación actuales.....	29
3.3	Diseño de estrategias.	30
3.3.1	Extensión de rutas existentes.....	30
3.3.2	Trazo de nuevas rutas.....	30
3.3.3	Planteamiento de métodos de recolección diferenciados.....	31
IV.	RESULTADOS.....	31
4.1	Características generales de la zona de estudio.	31
4.1.1	Rasgos de interés de la demarcación.....	31
4.1.1.1	Situación geográfica.....	31
4.1.1.2	Hidrología.....	33
4.1.1.3	Elevaciones principales.....	33
4.1.1.4	Pendientes territoriales.....	34
4.1.1.5	Aspectos demográficos.....	34
4.1.1.6	Aspectos socioeconómicos.....	36
4.1.2	La Unidad Departamental de Limpia de la demarcación.....	37
4.1.2.1	Organización.....	37
4.1.2.2	Funciones.....	40
4.2	Análisis de la situación actual del sistema de recolección.....	40
4.2.1	Oferta.....	41
4.2.1.1	Equipo.....	41
4.2.1.2	Personal.....	44
4.2.1.3	Operación.....	47
4.2.1.3.1	Frecuencia de paso y horarios.....	48
4.2.1.3.2	Rutas.....	52
4.2.1.3.3	Proceso de recolección.....	56
4.2.1.3.4	Diagrama de proceso.....	60
4.2.2	Demanda.....	61
4.2.2.1	Estimación índice de generación per cápita de RSU delegacional.....	61
4.2.2.1.1	Estimación del índice de generación per cápita de RSU orgánicos	66
4.2.2.1.2	Estimación del índice de generación per cápita de RSU inorgánicos	67
4.2.2.2	Generación de RSU por AGEB.....	68
4.2.2.3	Generación de RSU por Manzana.....	69
4.2.2.4	Zonas de mayor generación de RSU.....	70
4.3	Deficiencias del sistema actual de recolección de RSU.....	71
4.3.1	Zonas sin cobertura del servicio de recolección.....	71
4.3.2	Rutas con capacidad insuficiente, en función a la demanda que cubren.....	75
4.4	Estrategias de solución.....	79

4.4.1	Ampliación de la cobertura de rutas existentes.....	80
4.4.2	Nuevas rutas de recolección de RSU.....	93
4.4.3	Métodos de recolección diferenciados.....	105
4.4.3.1	Cálculo de la capacidad de los contenedores.....	110
4.4.4	Cobertura geográfica del sistema actual y el sistema propuesto.....	113
V.	CONCLUSIONES.....	116
	BIBLIOGRAFÍA.....	118
	ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. GENERACIÓN DE RSU A NIVEL NACIONAL. FUENTE: SEMARNAT.	4
FIGURA 2. ESQUEMA: RESIDUOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	8
FIGURA 3. DETERMINACIÓN DE GENERACIÓN DE RSU. FUENTE: NORMA MEXICANA NMX-AA-061-1985, NORMA TÉCNICA NTRS-2, SEDUE.	15
FIGURA 4. ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	19
FIGURA 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CORRALÓN O CAMPAMENTO DE RESGUARDO DE VEHÍCULOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	22
FIGURA 6. ESQUEMA SOBRE LA METODOLOGÍA EMPLEADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	23
FIGURA 7. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE EQUIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	23
FIGURA 8. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE PERSONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
FIGURA 9. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE OPERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	25
FIGURA 10. DIAGRAMA CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	27
FIGURA 11. DIAGRAMA MACRO DEL PROCESO DE ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y OBTENCIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	28
FIGURA 12. ESQUEMA SOBRE EL ANÁLISIS OFERTA-DEMANDA Y TRAZO DE NUEVAS RUTAS/EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	29
FIGURA 13. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: HTTP://ACH.MX/MAPA-DEL-DISTRTO-FEDERAL-CON-DIVISION-POLITICA-Y-NOMBRES/	32
FIGURA 14. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA UNIDAD DE LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	38
FIGURA 15. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA DELEGACIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.....	39
FIGURA 16. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL LA JEFATURA DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	39
FIGURA 17. ESQUEMA DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS RECOLECTORES EN LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	41
FIGURA 18. ESQUEMA DEL PRESUPUESTO PARA COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	44
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL SEGÚN SU SITUACIÓN CONTRACTUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.....	45
FIGURA 20. ORGANIGRAMA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	46
FIGURA 21. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE RESGUARDO DE LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.....	48
FIGURA 22. SISTEMA ACTUAL DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	55
FIGURA 23. DIAGRAMA DE PROCESO: RECOLECCIÓN DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.	60
FIGURA 24. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	65
FIGURA 25. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU ORGÁNICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	66
FIGURA 26. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU INORGÁNICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	67
FIGURA 27. GENERACIÓN DE RSU POR AGEB. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	68
FIGURA 28. GENERACIÓN DE RSU POR MANZANA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	69
FIGURA 29. ANÁLISIS BUFFER DEL SISTEMA DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	72
FIGURA 30. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LAS RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	75
FIGURA 31. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN Y SU IMPACTO EN EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	80
FIGURA 32. ANÁLISIS GEOGRÁFICO PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	82

FIGURA 33. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	83
FIGURA 34. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	83
FIGURA 35. FICHA DESCRIPTIVA DE LA AMPLIACIÓN DE RUTA 7. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	84
FIGURA 36. UBICACIÓN DE LA ZONA SIN COBERTURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	93
FIGURA 37. UBICACIÓN DE LOS NODOS DEL GRAFO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	94
FIGURA 38. TRAZO FINAL DE RUTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	99
FIGURA 39. SUBDIVISIONES DE ANÁLISIS ZONA1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	106
FIGURA 40. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS ZONAS DE ANÁLISIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	107
FIGURA 41. UBICACIÓN DEL CONTENEDOR DE RESIDUOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	108
FIGURA 42. UBICACIÓN DE CONTENEDORES ZONA 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	108
FIGURA 43. SISTEMA ACTUAL DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	114
FIGURA 44. SISTEMA PROPUESTO DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	115

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1. NÚMERO DE RUTAS, NÚMERO DE VEHÍCULOS Y NÚMERO DE COLONIAS A CUBRIR POR DELEGACIÓN. FUENTE: PGIRS 2010.	6
TABLA 2. FORMATO TIPO DE FICHA DESCRIPTIVA PARA LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	24
TABLA 3. FORMATO PARA LA DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DEL PERSONAL DE LA UNIDAD DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	25
TABLA 4. ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	26
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.	33
TABLA 6. PRINCIPALES ELEVACIONES EN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.	34
TABLA 7. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO EN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.	35
TABLA 8. PEA DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS, CENSO POBLACIONAL INEGI 2010.	36
TABLA 9. UNIDADES ECONÓMICAS DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: CENSO ECONÓMICO INEGI, 2009.	37
TABLA 10. FACULTADES DE LOS MUNICIPIOS EN MATERIA DE RSU. FUENTE: SEMARNAT, 2006.	40
TABLA 11. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO COMPACTADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	42
TABLA 12. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO MINI-COMPACTADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	42
TABLA 13. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO DE VOLTEO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	43
TABLA 14. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO DE DOBLE COMPARTIMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	43
TABLA 15. FUNCIONES DEL PERSONAL DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	46
TABLA 16. RELACIÓN: RUTAS/OPERADOR/FRECUENCIA DE PASO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	51
TABLA 17. RELACIÓN DE RUTAS POR COLONIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	54
TABLA 18. GENERACIÓN DE RSU EN LA MAGDALENA CONTRERAS, 2011. FUENTE: UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA.	61
TABLA 19. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LA FUENTE GENERADORA. FUENTE: PGIRS, HTTP://WWW.PAOT.OR.MX/CENTRO/PROGRAMAS/PEGIRS.PDF	63
TABLA 20. CLASIFICACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS. FUENTE: SEMARNAT, 2009.	63
TABLA 21. PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LA FUENTE GENERADORA. FUENTE: SEMARNAT, 2010.	63
TABLA 22. PORCENTAJE DE POBLACIÓN CUBIERTA POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN. FUENTE: PAHO/WHO.	64
TABLA 23. ÍNDICES DE GENERACIÓN PER CÁPITA EN LA MAGDALENA CONTERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	67
TABLA 24. ZONAS DE MAYOR GENERACIÓN DE RSU EN LA MAGDALENA CONTERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	70
TABLA 25. COBERTURA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN POR COLONIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	74
TABLA 26. RELACIÓN OFERTA/DEMANDA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	78
TABLA 27. RUTAS FACTIBLES PARA AMPLIACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	81
TABLA 29. CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PONDERADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	107

Resumen.

En este trabajo se abordó el problema de cobertura que presenta el conjunto de rutas del servicio de recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la delegación La Magdalena Contreras, visto como efecto de la conservación del diseño de éstas por más de 35 años, en contraste con el constante crecimiento demográfico y la expansión de la mancha urbana. El propósito de este proyecto de investigación fue definir las estrategias para ampliar la cobertura del servicio de recolección y para realizar la actualización de trayectos del sistema actual de rutas de acuerdo a las exigencias de la demanda actual del servicio. Dicho propósito se consiguió empleando como herramienta principal a los Sistemas de Información Geográfica seguido de algoritmos de programación lineal y de ubicación estratégica de puntos (problema del agente viajero y método del centro de gravedad, respectivamente). Como producto de la investigación se propuso la ampliación de 13 rutas que existen actualmente con base en los índices de generación per cápita y por manzana, se diseñaron 11 rutas en las zonas donde la cobertura era deficiente y se calculó para la demarcación el índice de generación per cápita para residuos orgánicos e inorgánicos.

Introducción.

El presente trabajo de investigación aborda un tema que si bien ha tenido un sinnúmero de investigaciones desde diversos enfoques y niveles de escala, no deja de ser un fenómeno único para cada localidad. A través de los años y con el incremento del número de habitantes a nivel mundial, todos los aspectos relacionados con el medio ambiente han adquirido un interés particular desde el punto de vista de varias ramas de la ciencia.

En lo referente a los residuos, indudablemente son elementos sumamente estudiados hoy en día, existen por tanto varias maneras de abordarlos, estudiar sus características, los daños que producen a la salud, el tipo de tratamiento que disminuye los efectos negativos para el medio, las propiedades de los materiales y sus implicaciones al ser desechados, por mencionar sólo algunos aspectos. La lista puede extenderse tanto como se desee; no obstante, para este trabajo en particular se ha elegido sólo uno de esos varios aspectos a los que antes se refirió: la recolección de residuos sólidos. Este asunto fue estudiado específicamente dentro de la Delegación La Magdalena Contreras, en el Distrito Federal.

La manera en que particularmente se ha estudiado en este texto a la recolección de residuos se dividió en 5 secciones, 4 de ellas están completamente enfocadas al desarrollo de la investigación y la restante contiene las conclusiones correspondientes. La naturaleza del problema en sí mismo fue un factor determinante para definir los procedimientos bajo los cuales fue abordado; este trabajo en su primera sección hace una labor descriptiva sobre las condiciones iniciales, posteriormente, toda vez que se ha logrado enmarcar al problema, se define cuál será la metodología para poder trabajarlo y obtener mejoras a las deficiencias detectadas, finalmente el último apartado concentra los resultados hallados después de haber completado las elementos anteriores.

Primeramente se han incluido en el texto ciertos parámetros que parecen fundamentales para estructurar una investigación de esta categoría tales como: la definición de la problemática por estudiar, el objetivo central y los particulares. Se ha titulado a este primer capítulo: Antecedentes.

El segundo capítulo denominado Marco Teórico, se caracteriza por presentar varios elementos esenciales que permiten situar temporal y espacialmente al objeto de estudio. En este capítulo se parte de lo general a lo particular, esto es, podrán hallarse en él aspectos muy generales sobre los residuos (peligrosos, de manejo especial, sólidos urbanos), también sobre las incidencias del proceso de recolección en un sistema más grande como lo es la gestión integral de los residuos. Después, es necesario mencionar algunos aspectos muy particulares sobre la zona de estudio, por ello son presentadas características generales de la demarcación y sobre su servicio de recolección. Por último en este mismo capítulo podrán hallarse aquellas herramientas teóricas empleadas para el desarrollo de la investigación, las cuales se verá que son empleadas según el avance en el desarrollo del tema.

En el tercer capítulo se encuentra la Metodología empleada para la consecución del objetivo, dicha metodología fue dividida en tres secciones. La primera de ellas describe la manera de llevar a cabo el diagnóstico que permita conocer el sistema de interés, una vez obtenida esta información podrá definirse cuál es la situación actual que prevalece en la demarcación respecto del servicio de recolección, por tanto este detalle se explica en la segunda parte. El capítulo cierra con la explicación sobre cómo se obtendrán las mejoras o soluciones, así como la variedad de estas.

El último capítulo, no menos importante, refiere a los Resultados de la Investigación. Ahí se deposita todo aquello que se obtiene de la interacción entre los procesos anteriores, en él podrán consultarse los productos del diagnóstico y de los diversos análisis en el sistema de información geográfica. Asimismo, se incluyen las mejoras a las deficiencias detectadas en sistema de rutas que actualmente opera en la demarcación.

En resumen, el contenido permite comprender que la recolección de residuos es solamente parte de un sistema más grande, a su vez se destaca la importancia de plantear métodos efectivos propios de una zona en particular para desarrollar estas labores de recolección. Finalmente, con base en este trabajo podrá dimensionarse que el problema de los residuos (de cualquier índole) es un problema complejo que no depende solamente de una parte, sino de una integración de múltiples componentes, por lo cual bien puede ser tratado bajo un enfoque sistémico.

I. Antecedentes.

1.1 Introducción.

La Ciudad de México que cuenta con más de 8 millones de habitantes y genera aproximadamente 12,500 toneladas diarias de residuos sólidos (cifras de 2010), se ha visto en la necesidad de cambiar la orientación de las actividades que involucran la recolección y manejo de residuos sólidos, según su crecimiento a lo largo de los años. En 2003 el gobierno del Distrito Federal, inició una serie de actividades encaminadas a lograr una gestión integral de los residuos, para lo cual se formuló el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS, 2004-2009), en él se establecen las pautas para el desarrollo de acciones tendientes a minimizar el problema de generación y manejo (SMA, 2007).

En 2010 el Gobierno del Distrito Federal dio a conocer el PGIRS correspondiente al periodo 2009-2014, develando las acciones y metas que deberán cumplirse durante los próximos, cinco años correspondientes al programa. En este nuevo documento se pueden hallar 11 estrategias, 36

subprogramas y 200 acciones, entre las que sobresalen: educación ambiental, reutilización de materiales y primordialmente la separación de basura. La tendencia que se puede percibir en los programas más recientes es, una fuerte inclinación por estimular la separación de los residuos sólidos, en al menos las dos categorías: orgánicos e inorgánicos (PGIRS, 2009).

En los últimos 10 años, el Distrito Federal ha efectuado transformaciones en la política ambiental, tratando de cambiar el sentido con el que se han tratado las operaciones relacionadas con los residuos sólidos, pasando del servicio de recolección aislado, hacia una gestión integral de los mismos. Desde 2007, se ha impulsado el programa de separación de residuos, alcanzando una cobertura del 24%, a través de las rutas de recolección de toda la ciudad. En ese mismo año se efectuó la capacitación a 12,500 trabajadores del sistema de limpia, con la intención de acrecentar la calidad del servicio y la productividad de tales actividades (SMA, 2007).

Algunas otras labores como la instalación de una planta de reciclaje en 2004, enmarcan el interés que ha asumido el gobierno al respecto, sobre este tema. No obstante las acciones mencionadas, se sigue careciendo de eficiencia sobre la calidad y cobertura del servicio de recolección, lo que limita alcanzar un sistema sustentable.

En lo referente a la Delegación La Magdalena Contreras, cuya población censada en 2010 fue de 239,086 habitantes, ha tenido un incremento significativo en la generación de residuos: tan solo de 2008 a 2009 el aumento fue de 1000 toneladas (pasando de 70,000 a 71,000 respectivamente). Para combatir este incremento, su Dirección General de Medio Ambiente y Ecología, impulsa programas de separación y reciclaje de residuos desde 2009. El gobierno local, y en general todo el Distrito Federal, han sumado su interés por promover la separación de los residuos en los hogares. Para este fin, se realizan cada semestre programas en diversas escuelas y colonias con información, que revela la importancia de clasificar la basura.

1.2 Problemática.

El aumento generalizado de la población en México y aún más en su zona centro, es un hecho evidente que ha desencadenado una gran variedad de problemas, que van desde aquellos vinculados con la organización y aprovechamiento del territorio, hasta otros más serios como los relacionados con la salud. Específicamente, una de las consecuencias que trae consigo este fenómeno de crecimiento demográfico, es la contaminación por residuos sólidos. En particular la ocasionada por un subgrupo de éstos: los residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales se generan como resultado de las diferentes actividades productivas que desarrollan las sociedades en las casas habitación, y provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública (SEMARNAT, 2010).

La relación directa entre el crecimiento poblacional y los RSU radica, aunado a otros factores¹, en que a mayor número de habitantes, se espera una mayor generación de residuos. El aumento en la generación total de RSU en el país, ha sido de 34.6 millones de toneladas en 2004 a 39.1 millones de toneladas en 2010, lo que ilustra lo anterior (INE, 2010).

¹ Otros factores que afectan al incremento en la generación de RSU son: el poder adquisitivo que tienen los habitantes de determinada región, las costumbres predominantes en dicha zona y las épocas del año (las festividades pueden provocar mayor consumo de productos).

En ese mismo año (2004), la distribución geográfica en la generación de RSU fue la siguiente: el 50% de la generación total de RSU se produjo en la región centro, seguida de la región norte con 18%, en el sur se registró el 10%, en particular el Distrito Federal tuvo 13% y finalmente la frontera norte 9% (Ver Figura1).



FIGURA 1. GENERACIÓN DE RSU A NIVEL NACIONAL. FUENTE: SEMARNAT.

La tendencia que se ha observado durante los últimos 15 años, es un incremento en la generación de RSU, tan solo durante el periodo 1997-2004, la zona centro, la frontera norte y la zona sur elevaron de manera significativa su generación de residuos (24, 35 y 17% respectivamente). En el caso del Distrito Federal, se tuvieron 17 millones de toneladas de RSU en 2004 y en 2010 una estimación sugiere un aumento a 18 millones de toneladas.

Si se hace referencia a los datos per cápita promedio en México², también se notará un aumento. En el periodo 1997-2004, la generación per cápita se incrementó un promedio de 4 kilogramos al año. En 2005 cada habitante producía 1.13 kg al día, mientras que para 2010 se elevó a 1.25 kg al día. La situación en Distrito Federal no ha sido diferente, la generación per cápita en 2005 fue aproximadamente de 1.3 kg/hab/día, incrementándose en 2010³ a 1.5 kg/hab/día. La principal

² En el documento "Minimización y manejo ambiental de los RSU" citado en este trabajo, la SEMARNAT realiza el estudio de generación per cápita dividiendo al país en cinco regiones: fronteriza, norte, centro, occidente y sureste.

³ Esta cifra es una proyección realizada por la SEMARNAT con base en la tasa de crecimiento poblacional del país, no existe registro del dato exacto de generación per cápita 2010.

fuente generadora de residuos son los domicilios con 47%, después el comercio con 29%, los servicios con 15% y el restante 9% corresponde a los denominados diversos y controlados (Secretaría del Medio Ambiente, 2008).

Para los gobiernos municipales los aumentos anuales en la cantidad de generación de RSU representan una preocupación importante, la razón obedece a que son ellos los responsables del manejo integral de RSU, que incluye actividades como la reducción de la fuente, separación, reciclaje, almacenamiento, transporte y disposición final (LGPGIR, 2003).

Es en esta parte donde la Ciudad de México se enfrenta a una compleja tarea. Su población es de más de 8.8 millones de habitantes (INEGI, 2010) lo que significa que el 8.2% de la población total de país se concentra en esta zona⁴, haciendo de su densidad de población la más alta de México (5920 hab/km²) (INEGI, 2010), factor que agrava los problemas de contaminación del territorio. La región está dividida en 16 demarcaciones denominadas delegaciones, las cuales desarrollan los trabajos de manejo integral de RSU de acuerdo a políticas operativas independientes entre sí. Es decir, las labores de recolección, diseño de rutas, transferencia de residuos aprovechamiento y disposición final de los mismos deben efectuarse con programas, personal y equipo de las propias delegaciones. En este sentido la etapa de recolección es una de las más importantes en términos de los costos que representa, se estima que éstos se encuentran entre el 70 y el 85 por ciento del costo total del manejo de RSU (SEDESOL, 2001).

Las autoridades en el Distrito Federal han desarrollado acciones tendientes a controlar los residuos, pero en muchos casos no han sido las más adecuadas y el problema ambiental y de salud persisten, habiendo incluso evidencia de agravamiento (SEMARNAT, 2006 495). Las soluciones implantadas van en busca del control de los residuos al final de su ciclo, dejando olvidadas las otras fases que también forman parte del manejo integral de residuos, una de ellas la recolección.

La Delegación La Magdalena Contreras es un ejemplo de lo anterior, las actividades de recolección han sido desarrolladas sin ningún instrumento técnico, mostrando deficiencias de ejecución. Las rutas que hoy en día se operan tienen más de 35 años que fueron diseñadas, en contraste la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) establece que generalmente la vida de un proyecto de recolección es corta, entre 5 y 8 años (SEDESOL, 2001). El número de vehículos en condiciones de ofrecer el servicio de recolección es 88, mientras que el número de rutas es de 79 (Ver Tabla 1). A pesar de que la disponibilidad de vehículos es mayor que el número de rutas, existen irregularidades como la acumulación de residuos en algunas colonias, quejas constantes sobre el servicio, incertidumbre por parte de los habitantes por no saber la hora en que la unidad recolectora estará cerca de sus casas.

Delegación	Número de rutas	Número de vehículos	Número de colonias
Álvaro Obregón	150	213	257
Azcapotzalco	78	157	91
Benito Juárez	87	136	57
Coyoacán	76	141	140

⁴ Valor calculado a partir de las cifras sobre población disponibles en el portal de la Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Delegación	Número de rutas	Número de vehículos	Número de colonias
Cuajimalpa de Morelos	42	66	41
Cauhtémoc	120	228	34
Gustavo A. Madero	222	309	244
Iztacalco	61	162	36
Iztapalapa	249	268	157
La Magdalena Contreras	79	84	51
Miguel Hidalgo	188	179	81
Milpa Alta	75	55	12
Tláhuac	45	62	72
Tlalpan	125	145	243
Venustiano Carranza	92	186	70
Xochimilco	41	88	47
Total	1,730	2,483	1,663

TABLA 1. NÚMERO DE RUTAS, NÚMERO DE VEHÍCULOS Y NÚMERO DE COLONIAS A CUBRIR POR DELEGACIÓN. FUENTE: PGIRS 2010.

La generación de residuos sólidos urbanos en La Magdalena Contreras también ha venido en aumento, en relación con el número de habitantes que se ubican en tal demarcación. En 2005 su población fue de 228,927 habitantes, en el año 2010 se registraron 239,086 habitantes (INEGI 2010) implicando un incremento en la generación de residuos de 57.9 toneladas diarias⁵. En suma, la Delegación La Magdalena Contreras se enfrenta a una situación que se compone, primeramente del inevitable crecimiento poblacional generalizado, el cual se adiciona a la ineficiencia del manejo integral de residuos, en especial la etapa de recolección, misma que ha dejado de cumplir con las necesidades que la sociedad demanda. Las rutas, que son uno de los instrumentos más sensibles para la mejora del servicio, no tienen un diseño estructurado y tampoco se han sometido a ninguna actualización que permita un ajuste de acuerdo a los nuevos asentamientos sociales dentro de la región. Las consecuencias tienen varios matices, desde problemas entre los habitantes por reclamar el servicio de recolección, tiraderos clandestinos que afectan la salud de la sociedad y la imagen urbana, hasta la formación de grupos de poder que han hecho de esta actividad un sinónimo de monopolio en detrimento del bien público. Finalmente, poco o nada se ha recurrido a las herramientas tecnológicas para promover estrategias de mejora.

1.3 Objetivo General.

Diseñar una propuesta de cambios estratégicos en el conjunto de rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos, en la Delegación La Magdalena Contreras, capaz de mejorar la cobertura del servicio de limpia.

1.3.1 Objetivos particulares.

- Realizar un diagnóstico sobre el servicio de recolección de RSU en la Delegación La Magdalena Contreras.

⁵ Valor resultante de la diferencia calculada partir de los valores de la SEMARNAT del documento "Estadísticas e indicadores de inversión sobre RSU" referentes a la generación per cápita promedio en el D.F. se ha obtenido una generación de 364.6 ton/día en 2005 y 422.5 ton/día en 2010 dentro de La Magdalena Contreras.

- Digitalizar la red actual de rutas y determinar la capacidad oferente de cada una de ellas.
- Estimar la generación per cápita de residuos en la localidad.
- Representar la generación de residuos sólidos en un Sistema de Información Geográfica.
- Estructurar una propuesta de modificación de rutas (extensión o nuevos trazos) para la recolección, de acuerdo con la relación oferta demanda.

II. Marco teórico.

2.1 Residuos sólidos.

Los residuos sólidos son causantes de algunos de los problemas de salud que resultan comunes hoy en día, tales como daños en el sistema respiratorio, enfermedades infectocontagiosas, de la piel, alergias, entre otras (Rodríguez, 2008) asimismo generan problemas medioambientales. A mayor volumen de residuos sólidos y un manejo inadecuado de los mismos, se tendrá un impacto ambiental más agresivo.

La definición de residuo puede resultar muy amplia de acuerdo al enfoque de estudio con la que se aborde, para los fines que persigue esta investigación será conveniente plantear el concepto tal como se encuentra en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), de la siguiente manera: “Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final”

La definición anterior bien permite comprender a qué elementos se les puede considerar residuos, sin embargo, puede resultar un tanto general en el sentido de que en términos prácticos, no a todos los residuos generados se les brinda el mismo tratamiento, no se aplican los mismos mecanismos regulatorios y tampoco implican los mismos costos para los organismos encargados de su manejo. Por estas razones, es necesario mostrar una clasificación que permita ser más específicos y conocer con mayor grado de puntualidad a cada categoría partiendo de la consideración única de estudiar los residuos sólidos y no aquellos de otra índole. La misma LGPGIR sugiere la clasificación y la definición de éstos en tres rubros.

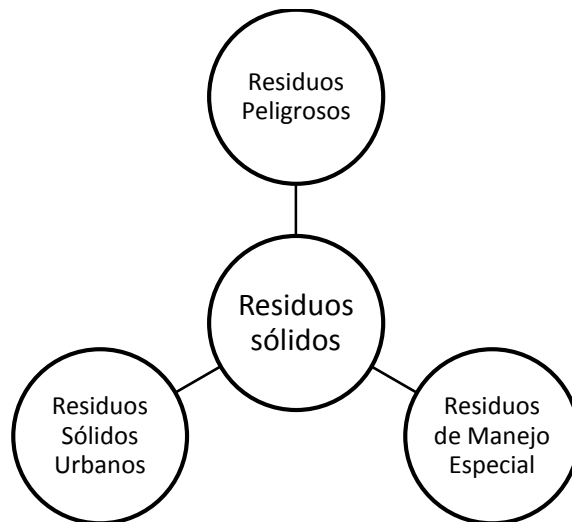


FIGURA 2. ESQUEMA: RESIDUOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De tal forma que los tres tipos de residuos sólidos están definidos de la siguiente manera:

- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes, o suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren a otro sitio (LGPGIR, 2003).
- **Residuos Sólidos Urbanos:** Los generados en la casa habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan las actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de los establecimientos o la vía pública que generen residuos con característica domiciliarias, así como los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. (LGPGIR,2003)
- **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. (LGPGIR, 2003)

2.1.1 Residuos Peligrosos (RP).

Los residuos peligrosos en México se generan a partir de una amplia gama de actividades industriales o derivadas de la agricultura, incluso también se pueden incluir algunas domésticas. El manejo de este tipo de residuos incluye procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, transporte y disposición. Como se ha dicho antes un residuo es considerado como peligroso si posee alguna de las siguientes características o si se halla listado en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005:

- Corrosivo.
- Reactivo.
- Explosivo.
- Tóxico.
- Inflamable.

Por otro lado, según se establece en la LGPGIR, la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y los residuos sean entregado a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador (LGPGIR, 2003).

2.1.2 Residuos de Manejo Especial (RME).

Como se ha referido este tipo de residuos son aquellos que no reúnen las características para considerarse residuos peligrosos o residuos sólidos urbanos. No obstante su manejo demanda un tratamiento distinto en comparación con otros residuos y está en función a su origen, en la LGPGIR se encuentra que los residuos de manejo especial serán aquellos que provienen de:

- Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas.
- Los servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos.
- Las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.
- Los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias/portuarias y en las aduanas.
- Tratamiento de aguas residuales. (Lodos).
- Los residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.
- Residuos generados por la construcción, mantenimiento y demolición en general.
- Los residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico.
- Otros que determine la SEMARNAT de común acuerdo con las entidades federativas y municipios que así lo convengan para facilitar su gestión integral. (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2003).

De la misma manera que en los residuos peligrosos, las empresas generadoras de residuos de manejo especial son las responsables de su recolección, traslado y disposición final. Existe además la posibilidad de encargar estas tareas a ciertas empresas autorizadas por la SEMARNAT.

2.1.3 Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

La categoría de residuos sólidos urbanos tienen posiblemente la mayor relación con la sociedad. La generación de este tipo de residuos se ve influenciada en parte por el poder adquisitivo de la población, sí en ella se perciben altos ingresos se puede esperar entonces un consumo más furtivo de productos lo que trae como consecuencia incremento en el número de desechos asociados a estos bienes. En segunda instancia también es factor del incremento de residuos el tamaño de la población, a mayor número de habitantes es muy probable un aumento en el número de RSU generados.

La generación de RSU varía de acuerdo a los avances de la tecnología, el desarrollo social y las condiciones económicas de una región. En México la composición de RSU de acuerdo con los materiales de mayor presencia registrados en los últimos 4 años son: metales, textiles, vidrio, papel, cartón, orgánica, entre otros. (SEMARNAT).

A diferencia de los otros residuos que se han tratado aquí, los RSU son responsabilidad total de las demarcaciones en lo referente a su recolección, transporte y disposición. En su artículo 10, la LGPGIR establece que es el municipio el responsable del manejo integral de los RSU (reducción de la fuente, separación, reciclaje, almacenamiento, transporte y disposición final, entre otras actividades). (LGPGIR, 2003), (Rodríguez, 2008).

2.2 El servicio de recolección como parte medular del manejo integral de residuos.

2.2.1 La Gestión integral de los residuos.

En estricto sentido, la gestión de residuos suele estar definida como el conjunto de operaciones encaminadas a asignar a los residuos producidos en una zona, el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental (André & Cerdá Tena, 2006).

Desde este punto de vista, la gestión de RSU consiste en establecer la combinación más apropiada de métodos para el tratamiento de la cantidad y composición de residuos generados (André & Cerdá Tena, 2006).

La gestión integral de residuos sólidos puede estar definida por múltiples operaciones, éstas varían de acuerdo a la perspectiva del operador o gestor. En algunos casos se ha de considerar desde las actividades para mitigar la generación desmedida de residuos (tales como programas de orientación sobre consumo), hasta medidas de control posteriores a la disposición final. A pesar de ello, como lo refieren Medina y Jiménez, no importa cuántas opciones de manejo se utilicen, sino que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales (Medina & Jiménez, 2001). Entonces, de acuerdo a lo anterior, en este trabajo se han definido siete actividades, que a través de la revisión de la literatura parecen ser las más comunes de acuerdo a las características del comportamiento social y al entorno de políticas ambientales que corresponden a la región estudiada, dichas actividades son:

- Generación de residuos.
- Separación.
- Barrido.
- Recolección.
- Transferencia.
- Tratamiento.
- Disposición final.

Cabe mencionar que para efectos de este estudio, más adelante se hará de estos elementos una descripción general sin grado de detalle, puesto que su función para la consecución del objetivo es el de definir el entorno bajo el cual las operaciones de recolección se desarrollan y cuál es además su papel como parte de una estrategia más amplia que conduce el manejo de residuos sólidos.

2.2.1.1 Generación de Residuos.

La generación de residuos se manifiesta mediante la acción que lleva a cabo del usuario para desechar algún producto que ya no considera útil, incluso en algunos casos puede considerarse que la generación ocurre desde el momento de la adquisición de los bienes. A partir de la generación se inicia el manejo de residuos, en la actualidad las autoridades capitalinas se han encargado con mayor énfasis de desarrollar medidas de prevención para el combate al incremento de residuos específicamente en esta etapa, la política en materia de RSU del Gobierno del Distrito Federal (GDF) por ejemplo, se encamina hacia la prevención y minimización de la generación de residuos (Gobierno del Distrito Federal, 2010). En el siguiente apartado de esta investigación se mencionan algunos de los factores que afectan, en menor o mayor medida, al fenómeno de generación.

2.2.1.2 Separación de Residuos.

Esta etapa se presenta inmediatamente después de la generación, consiste en el debido almacenamiento, manipulación y clasificación de los residuos en condiciones adecuadas, para su recolección y traslado (André & Cerdá Tena, 2006). Ciertos enfoques de gestión de residuos han prestado especial atención a la separación, puesto que puede lograrse una minimización inicial de los residuos totales producidos, según refiere Jaramillo el almacenamiento in situ es de importancia primordial, debido a la preocupación por la salud pública y consideraciones estéticas e inclusive por la disminución de costos de recolección (Jaramillo, 1999).

2.2.1.3 Barrido.

El barrido consiste principalmente en una operación complementaria a la separación, surge además por la necesidad de mantener limpia y en condiciones estéticas las calles, parques y jardines que por razones naturales o antropogénicas son invadidas por residuos vegetales, arenas, lodos, envolturas de artículos, residuos de comida y envases, entre otros (Medina & Jiménez, 2001). Comúnmente las tareas de barrido pueden llevarse a cabo bajo dos sistemas de operación:

- Manual.
- Automático.

2.2.1.4 Recolección.

Las actividades de recolección incluyen el acopio de los residuos y su transporte hacia sitios de disposición final o bien hacia lugares destinados al aprovechamiento de los materiales que reúnan las características. Dentro del manejo integral de los residuos la recolección representa la actividad con mayor costo, esto es entre el 70 y el 85 por ciento del costo total del manejo de residuos (SEDESOL, 2001).

Es importante para el diseño de rutas de recolección definir el método de recolección a emplear, el cual depende tanto de las características de la localidad como de los usos y costumbres de la población así como de la zona en la que se realice la recolección.

2.2.1.5 Transferencia.

Es considerada la actividad intermedia, donde los residuos son descargados de vehículos recolectores y cargados a vehículos de mayor capacidad (Rossio Rios Montes, 2012), comúnmente estos vehículos de capacidad superior transportan los residuos al sitio de tratamiento o, en su defecto, al de disposición final.

2.2.1.6 Tratamiento.

Los procesos de tratamiento se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que se van a disponer, y para la recuperación de subproductos. Durante esta etapa, la parte orgánica de los residuos puede ser transformada mediante procesos químicos o biológicos (Jaramillo, 1999).

El tratamiento de residuos sólidos puede tener múltiples variantes, mismas que dependen de la tecnología aplicada para ello y en consecuencia de los recursos destinados.

2.2.1.7 Disposición Final.

Finalmente, el ciclo de actividades de manera integral de los residuos sólidos termina con la disposición final, la cual puede ser considerada como la acción de depositar permanentemente los residuos sólidos en un lugar (Rossio Rios Montes, 2012), evidentemente dicho lugar debe cumplir

con parámetros técnicos bien definidos que aseguren la menor cantidad de secuelas con el medio ambiente.

2.3 Elementos teóricos.

2.3.1 Procedimientos para la estimación de la generación de residuos.

En la elaboración de proyectos sobre recolección es determinante conocer la generación de residuos en la zona de estudio, estos datos serán la demanda del servicio. Existen algunos factores importantes que determinan el nivel de generación de residuos de una región (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Socioeconómica de Proyectos CEPEP, 2008):

- I. Ingreso: Se ha observado en la práctica que ha mayor ingreso, mayor es la tasa de producción per cápita de RSU.
- II. Crecimiento poblacional: A mayor tasa de crecimiento, mayor será la generación.
- III. Composición de los RSU: Con los cambios en los hábitos de consumo y producción, la composición de los materiales desechados varía a través del tiempo.
- IV. Estacionalidad: es común encontrar una mayor o menor generación de residuos, dependiendo de la época del año, por ejemplo en ciudades turísticas existirá mayor generación durante periodos vacacionales.

En función de los anteriores factores, el CEPEP propone tres procedimientos para estimar la generación de residuos, el uso de cada uno dependerá de la información disponible:

1. **Recopilación de la información histórica de la cantidad de residuos generados.** A partir del histórico de datos sobre generación de residuos es posible estimar la cantidad de éstos, mediante la siguiente expresión:

$$GPRS_t \left(\frac{kg}{person\text{-}d\acute{a}a} \right) = \frac{TA \left(\frac{tonelada}{a\acute{n}o} \right) * 1000 \left(\frac{kg}{tonelada} \right)}{P_t(personas) * 365 \left(\frac{d\acute{a}as}{a\acute{n}o} \right)}$$

Donde:

TA = Toneladas generadas por año

P = Número habitantes para el año en cuestión

2. **Estimación de acuerdo con la capacidad actual del sistema de recolección.** Cuando no existe registro sobre la generación de residuos, es posible utilizar la capacidad del sistema de recolección para la estimación. Por lo anterior resulta necesario efectuar algunas observaciones en campo a fin de reunir la siguiente información:
 - *Número de viajes (V).* Número de viajes realizados por camión en determinado periodo (semana, mes, año).
 - *Capacidad de los camiones (C).* Se debe conocer el volumen de carga del camión (m^3), así como la compactación promedio que éste tenga ($\frac{ton}{m^3}$). Así, un camión con caja

compactadora que tiene volumen de carga de (10.7 m^3) y una compactación promedio de $0.47 \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right)$ tiene una capacidad de: $(10.7 \text{ m}^3) \times 0.47 \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right) = 5.03 \text{ toneladas}$.

- *Ocupación promedio del camión (O)*. Corresponde al porcentaje de capacidad utilizado en un periodo de tiempo. Este porcentaje depende del periodo de tiempo empleado, puede ser semanal, mensual o anual. Es recomendable considerar el fenómeno de estacionalidad.
- *Personas (P)*. Número de personas con el servicio de recolección.

Considerando una estimación anual, la información anterior se integra en la siguiente fórmula:

$$GPRS \left(\frac{\text{kg}}{\text{persona} - \text{día}} \right) = \frac{\sum V \left(\frac{\text{viajes}}{\text{año}} \right) * C \left(\frac{\text{tonelada}}{\text{viaje}} \right) * O (\%) * 1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{tonelada}} \right)}{P(\text{personas}) * 365 \left(\frac{\text{días}}{\text{año}} \right)}$$

3. *Estimación con visita de campo a los sitios de disposición de RSU*. Cuando no se cuenta con registros sobre la generación de residuos y tampoco existen sistemas de recolección, ninguno de los procedimientos anteriores puede utilizarse. En este caso, se debe realizar un trabajo de campo en el que se visite a hogares, comercios y servicios con la finalidad de verificar la cantidad de RSU que generan.

En particular lo que se recomienda es consultar la norma “NMX-AA-61-1985: Determinación de la generación de residuos sólidos municipales”, en ella se plantea un proceso para determinar la generación de RSU por habitante y por día.

Para cualquiera de los casos anteriores es posible proyectar los valores de la generación, para lo cual basta con calcular el crecimiento proyectado de la población de la localidad relevante. Si fuera imposible hallar este dato se puede suponer que la generación crecerá a la misma tasa anual del PIB del estado usando datos históricos de éste último (CEPEP, 2008).

2.3.2 Método de estimación para el índice de generación per cápita.

La estimación de residuos sólidos urbanos es fundamental para fines de diseñar rutas de recolección. Con esta información es posible conocer la demanda del servicio y así definir la secuencia en que serán atendidos los diferentes sectores de la zona de trabajo, de acuerdo a sus niveles de generación.

El principal parámetro para conocer la generación de RSU, es el índice de generación per cápita; el cual resulta de un muestreo estadístico aleatorio y se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab/día (SEDESOL, 2009). Operativamente se constituye de dos etapas: primeramente un muestreo aleatorio en campo y posteriormente un análisis estadístico sobre los datos obtenidos.

El procedimiento para determinar la generación per cápita de RSU, se halla definido en la Norma Mexicana NMX-AA-061-1985, en ella se establece principalmente la primera etapa que antes se ha mencionado (muestreo en campo). La segunda etapa por su parte, se aborda a profundidad en la Norma Técnica NTRS-2: Generación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). A continuación se muestra de manera general el contenido de la Norma Mexicana NMX-AA-061-1985 y las implicaciones de cada etapa para determinar la generación de RSU:

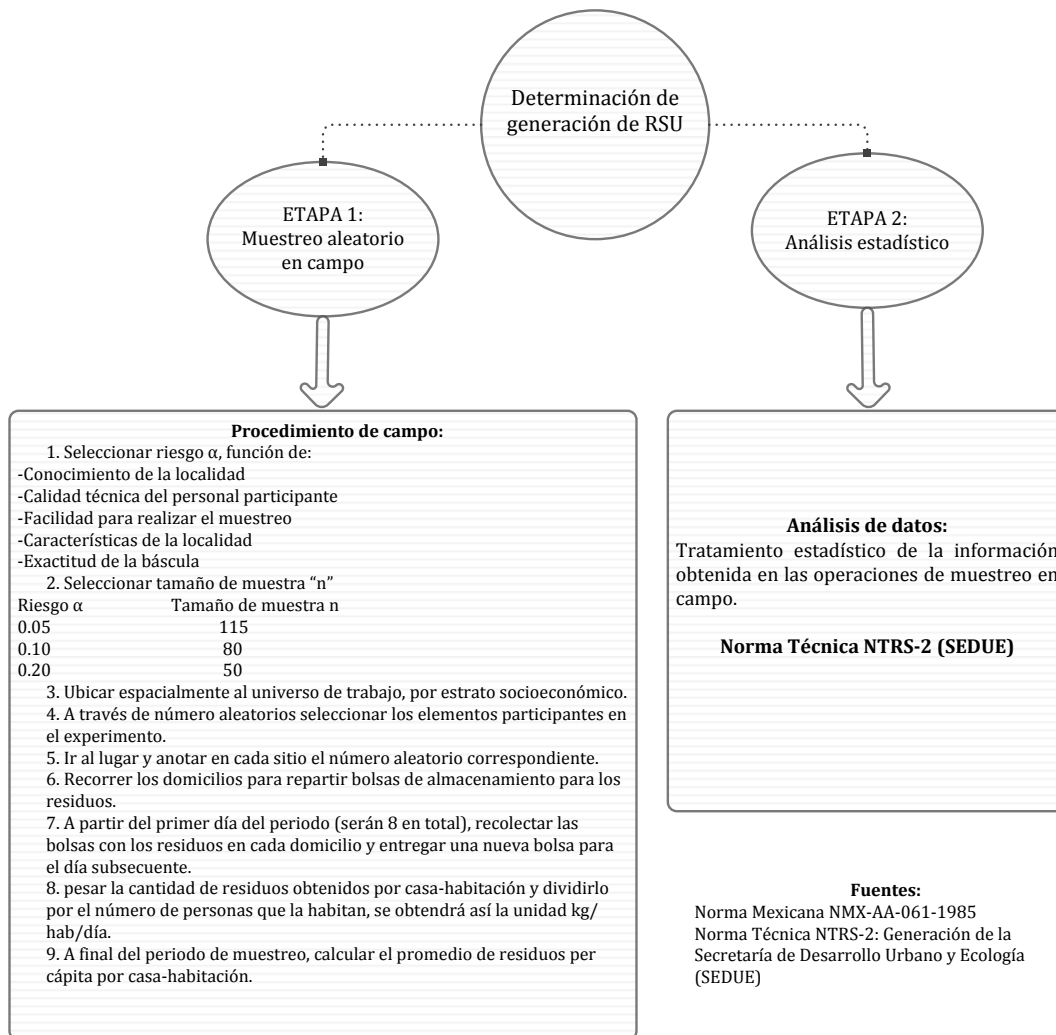


FIGURA 3. DETERMINACIÓN DE GENERACIÓN DE RSU. FUENTE: NORMA MEXICANA NMX-AA-061-1985, NORMA TÉCNICA NTRS-2, SEDUE.

2.3.3 Métodos de Recolección.

Los métodos de recolección pueden variar de región a región, no se tienen parámetros que determinen cuál es el mejor en términos de hacer más eficiente las actividades de recolección. En la Ciudad de México por ejemplo, normalmente se emplean los métodos de recolección de parada fija y acera, mientras que el de contenedores y de "llevar y traer" es el más utilizado para las fuentes de generación no domésticas. Las características de cada uno de estos métodos se describen con más detalle a continuación.

- Esquina o de parada fija.

Se trata del método más utilizado y en parte es el más económico porque no implica gastos adicionales como la adquisición de contenedores. Se describe como aquel método mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y lo entregue a otro que se encuentra dentro de la

carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo. La operación anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado.

- Acera.

En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios.

- "Llevar y traer" o intradomiciliario.

Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas habitación por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez vaciado dentro del vehículo. Naturalmente, este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera y, aún más que el de esquina.

- Contenedores.

El método de contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. Puede decirse que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.

La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas.

No obstante, no debe pensarse que en todos los casos los métodos de recolección mencionados se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan servicio (por señalar tan sólo algunas de ellas), que los diferencian de los antes mencionados.

2.3.4 Principios básicos sobre el diseño de rutas para la recolección de residuos.

Las rutas de recolección son los recorridos específicos que las unidades encargadas del acopio de los residuos a fin de retirarlos de las fuentes generadoras, sus características son tales que permiten menores tiempos de recorrido para la reducción de costos. El diseño de rutas debe hacerse a detalle, motivo por el cual es preciso contar con la siguiente información básica:

- Planos que contengan la urbanización, las áreas pavimentadas y la topografía.
- Ancho y tipo de calles.
- Equipo de recolección.
- Método de recolección a utilizar.
- Frecuencia de recolección.
- Tipos de disposición y/o tratamientos.

- Zonas de habitación familiar, nivel socioeconómico, número de casas, supermercados, centros comerciales, cines, hospitales y restaurantes, entre otros.

En México prevalece la tendencia del establecimiento de las rutas a través del juicio, experiencia y criterio de los trabajadores. Las consecuencias de estos hechos se reflejan en deficiente operación y funcionamiento del equipo, ineficiencia del personal, reducción de la cobertura del servicio de recolección, proliferación de tiraderos clandestinos. A través del tiempo y como parte del crecimiento poblacional las delegaciones se expanden ocasionando que las necesidades del servicio de recolección cambien, las rutas deben ser modificadas, la SEMARNAT recomienda actualizar las rutas por lo menos cada 5 años. (SEMARNAT, 2001).

2.3.5 El Problema del Agente Viajero (PAV)

El diseño de rutas, además de obedecer a lineamiento técnicos específicos debe auxiliarse de cualesquier otras herramientas con el objetivo de obtener trazos factibles y óptimos en términos de distancia y tiempos de recorrido. El presente trabajo requiere de rutas con las características mencionadas por lo que, durante el desarrollo de los resultados debe echarse mano de los métodos de resolución de problemas relacionados con grafos, uno de ellos es el Problema del Agente Viajero (PAV), el cual se describe de la siguiente manera:

El PAV consiste en visitar “n” ciudades en un sólo recorrido, comenzando y terminando en la misma ciudad, visitando solamente una vez cada una de éstas, y haciendo el recorrido en un costo mínimo, este costo de recorrido puede estar expresado en términos de tiempo o distancia, es decir, recorrer el mínimo de kilómetros o llevar a cabo un tour en el menor tiempo posible. El problema del agente viajero se puede modelar fácilmente mediante un grafo completo en donde los nodos representan las ciudades y los arcos son los caminos, dichos arcos deben tener una ponderación o valor atribuido, y este valor representa la distancia o el tiempo que hay entre dos nodos que están conectados por medio de dicho arco.

El modelo matemático del PAV es el que se muestra a continuación:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si se visita a la ciudad } j \text{ después de visitar la ciudad } i \\ 0, & \text{si no se visita a la ciudad } j \text{ después de visitar la ciudad } i \end{cases}$$

c_{ij} = el costo asociado a la visita de la ciudad j después de visitar la ciudad i

El modelo se representa de la siguiente manera:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij} x_{ij}$$

s. a.

$$\sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}} x_{ij}, \forall j \quad (1)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}} x_{ij}, \forall i \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{(i,j) \in A \\ i \in S \\ j \in \frac{V}{S}}} x_{ij} \geq 1, S \subset V \quad (3)$$

La función objetivo (1) indica que el costo total de la solución es la suma de los costos de todos los arcos utilizados. Las restricciones (2) y (3) indican que se debe visitar cada nodo una sola vez, y la última en particular, llamada restricción de eliminación de subrecorridos, indica que todo subconjunto de nodos S debe ser abandonado al menos una vez. Se debe tomar en cuenta que si no se impusieran estas restricciones la solución podría tener más de un ciclo (Gonzales, 2011).

El algoritmo será empleado para el diseño de nuevas rutas, considerando que los vehículos recolectores deben minimizar la distancia del recorrido sin dejar de visitar todos aquellos puntos de recolección de residuos. Con lo anterior se garantiza que la zona desprovista del servicio reciba la cobertura adecuada según su extensión (los nodos de pueden definir arbitrariamente), haciendo a su vez más eficiente el uso de los recursos para brindar el servicio, en este caso el uso de los vehículos y el combustible.

2.3.6 Sistemas de Información Geográfica.

En la actualidad existe una buena cantidad de definiciones que pretenden explicar a los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, dado que en el presente trabajo serán éstos una herramienta que facilite la consecución del objetivo, bastará con recurrir a aquellas que orienten de manera muy general sobre la tecnología que implican los SIG.

Se dice entonces que un SIG es un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (Mena, 2007).

Gutiérrez en su obra, hace referencia a la definición del “National Center for Geographic Information and Analysis”, el cual se refiere al SIG como un sistema de hardware, software, y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelación, y representación de datos georeferenciados espacialmente para la resolución de problemas de planificación y gestión (Gutiérrez, 2000).

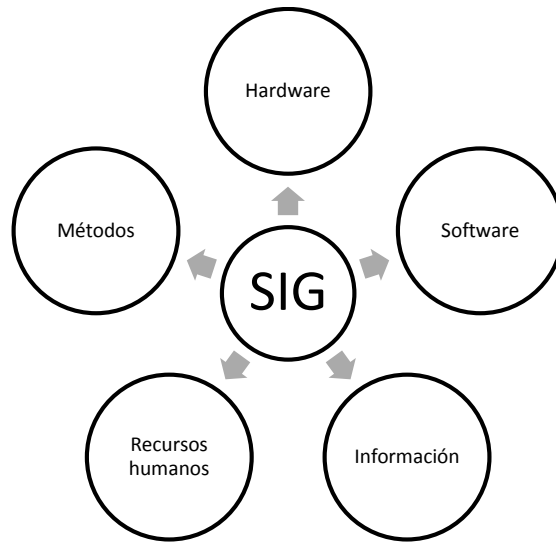


FIGURA 4. ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En ocasiones se asume erróneamente que un SIG es un sistema de computadoras para crear mapas, o una herramienta para almacenarlos en forma de imágenes o algunos otros formatos. En efecto, un SIG tiene la capacidad de crear mapas. La diferencia es que lo hace de manera que se permita un análisis sobre los mismos partiendo de datos recaudados en la región de estudio, el SIG más que almacenar mapas, almacena también datos para hacerlos interactuar, muchos de ellos trascendentes en la propia exploración de zonas de interés facilitando la solución de problemas.

En la descripción hecha por David Rhind sobre este tema, aclara que los Sistemas de Información Geográfica son herramientas que auxilian determinantemente en los siguientes aspectos:

- Ubicación. Selección de un lugar en específico, representación espacial y descripción de éste.
- Condición. Introducción de restricciones o condiciones que delimitan el espacio de estudio, establecimiento de características específicas.
- Tendencia. Conocer los cambios suscitados como consecuencia del transcurrir del tiempo en el lugar.
- Ruteo. De ser necesario, el camino más corto puede hallarse bajo la exigencia de simples operaciones.
- Pautas. Es posible, bajo esta cualidad, detectar algunos patrones dentro de zonas de estudio, patrones relacionados con eventos de interés por parte del profesionista.
- Modelado. Se halla en relación directa con la formulación de escenarios y para conocer los posibles comportamientos que podrían esperarse en una región. Responde a la pregunta ¿qué pasaría si? (Rhind, 87).

III. Metodología.

3.1 Diagnóstico del sistema de recolección.

Para conocer las condiciones actuales del sistema de recolección de limpia en la Delegación La Magdalena Contreras, se recurrió a un diagnóstico cuya función fue la de facilitar la identificación y evaluación de aquellos elementos que merman la capacidad del servicio, haciéndolo ineficiente, insatisfactorio para la sociedad en cuestión y costoso para las autoridades administrativas de tal demarcación.

El mecanismo para integrar el diagnóstico se dividió en dos grandes etapas: análisis de la oferta y análisis de la demanda. Para este trabajo, dado el hermetismo de información referente al primer aspecto y las características del enfoque bajo el cual se aborda este problema (según las cuales es de mayor conveniencia conocer las condiciones actuales de operación), se dedicó mayor atención a los elementos que integran la oferta.

Por otra parte, la demanda del servicio de recolección tiene un comportamiento delicado, jamás podrá conocerse el valor exacto de generación de residuos en razón de que, como se ha visto, es una consecuencia de múltiples factores, por ende se recurrió a estimaciones sobre al índice de generación per cápita para conocer una cantidad de residuos aproximada tanto a nivel Área Geoestadística Básica (AGEB) como a nivel manzana. En adición, se han de describir las acciones realizadas para estudiar el comportamiento de la población de interés con respecto del servicio de recolección que reciben.

En síntesis este apartado presente cuáles fueron las herramientas y modos de proceder para describir las condiciones actuales del problema, para la valoración de la información obtenida y también cuáles fueron los procedimientos para la obtención de propuestas de mejora.

3.1.1 Caracterización de la zona de estudio.

La intención de incluir este segmento dentro de la metodología tiene una relación importante con la comprensión del problema. No es posible entender lo que sucede en la zona de interés sin antes tener antecedentes sólidos sobre la misma. Es por lo anterior que primeramente, como parte introductoria de este diagnóstico se caracterizará a la demarcación haciendo una búsqueda exhaustiva de los rasgos que más se consideren relevantes para los términos que esta investigación persigue, entre ellos se incluirán:

- Situación geográfica.
- Hidrología.
- Elevaciones principales.
- Pendientes territoriales.
- Aspectos demográficos.
- Aspectos socioeconómicos.

La selección de estos elementos obedece particularmente al carácter del problema abordado, la situación geográfica por ejemplo es fundamental como referencia espacial, centrar el estudio en un lugar determinado termina por ser la primera necesidad. Presentar la hidrología, tiene vínculo con la importancia de contar con un sistema de manejo adecuado, de basta eficiencia para cuidar este

tipo de formaciones naturales, y más en un territorio donde son muy característicos y definen la calidad de vida, como lo es la zona de estudio.

Las elevaciones principales y las pendientes territoriales permitirán dimensionar las características del relieve y así, poder también valorar la dificultad de acceso en muchas de las colonias que se estudiarán, se podrá también asociar el gasto de combustible debido a estas condiciones.

Finalmente, los aspectos demográficos y socioeconómicos se hallan ampliamente ligados con la generación de residuos, son impulsores de este fenómeno y no pueden excluirse de un estudio como este.

3.1.2 Caracterización de la oferta.

Con la finalidad de simplificar el gran número de partes que pueden incluirse en el análisis de la oferta, se estudiaron tres elementos troncales de la Unidad de Limpia en La Magdalena Contreras, las cuales son:

- Equipo.
- Personal.
- Operación.

Cada uno de estos rubros recibió un tratamiento distinto, sin embargo los factores comunes de los tres fueron la información extraída de entrevistas con el personal de la Unidad Departamental de Limpia en cuestión, la observación y la consulta de opinión de los usuarios o receptores del servicio, en adhesión todo ello permitió completar esta etapa.

Equipo.

Estudiar el equipo disponible para la recolección de residuos en la Delegación que a este trabajo ocupa implicó solicitar información a la Unidad de Limpia referente, fue necesario realizar visitas de campo al “corralón o campamento” de unidades con las que se efectúan las operaciones de recolección en la zona. Asimismo mediante entrevistas presenciales con el jefe de este departamento, fue posible percibir las condiciones de operación de los vehículos y equipo complementario para llevar a cabo las labores de recolección, con todo ello se logró obtener un registro del número de vehículos y sus capacidades (**Anexo 1. Vehículos Recolectores**) cuyos datos fueron indispensables para fines de conocer el rendimiento de cada una de las rutas y posteriormente contrastarlo con la demanda del servicio. FOTO CA

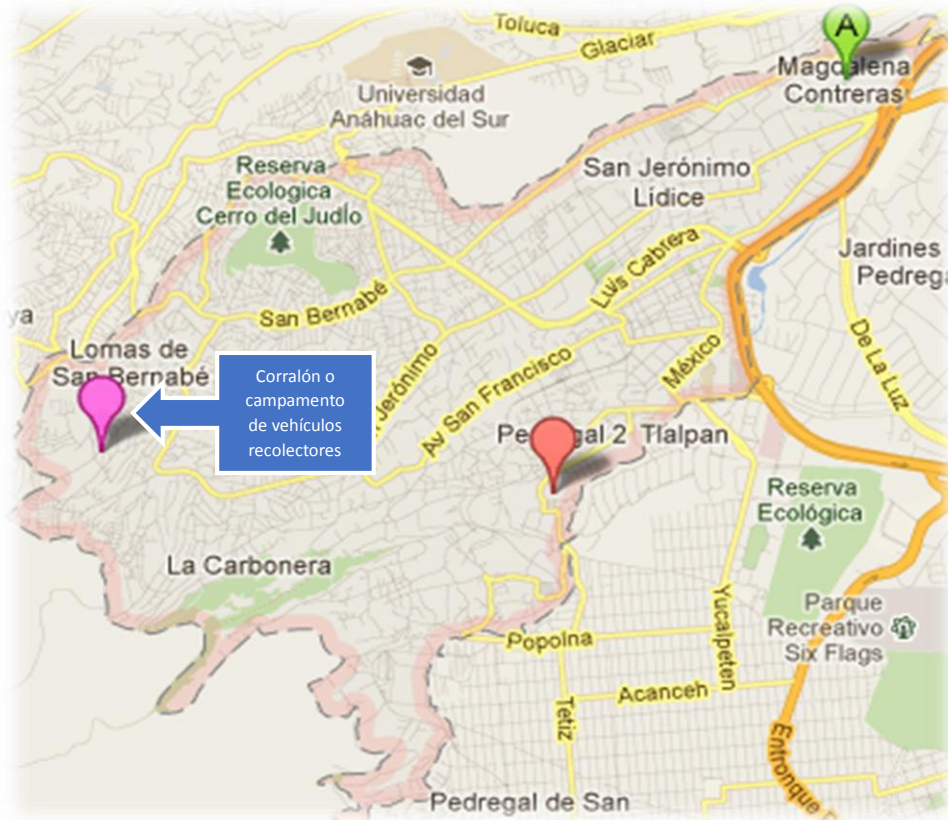


FIGURA 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CORRALÓN O CAMPAMENTO DE RESGUARDO DE VEHÍCULOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Personal.

En lo referente al personal que labora para realizar las operaciones de recolección, la información se obtuvo del registro existente sobre la plantilla de trabajadores que operan en la Unidad. Adicionalmente se obtuvo información sobre la distribución y asignación de trabajadores para cumplir con el servicio, por ejemplo una relación de trabajadores u operarios por vehículo promedio (puesto que no todos los vehículos llevan la misma cantidad de flota). Finalmente se describieron las funciones particulares según el perfil laboral que cada uno de los diferentes encargados deben desempeñar en la Unidad de Limpia.

Operación.

Conocer el esquema actual de operación permite obtener una visión completa sobre el desempeño actual de Unidad de Limpia en cuanto a recolección de residuos se refiere, consecuentemente a través de esta información han de detectarse debilidades en el sistema y también áreas de oportunidad, como por ejemplo nuevos métodos de recolección. La única manera de comprender cómo se realizan las labores de recolección en el área de estudio (y en cualquier otra entidad) es realizando recorridos a bordo de los vehículos de carga, por lo tanto esa fue la dinámica que se siguió en esta sección. A través de las experiencias obtenidas, la observación y las entrevistas previas y

posteriores a los recorridos pudo lograrse una descripción un tanto detallada sobre el proceso de recolección particularmente en La Magdalena Contreras, en el cuál se describe el mayor número de escenarios que pudo concebirse de acuerdo al comportamiento por parte de los operarios (por ejemplo, la desatención por zonas donde la retribución económica es mínima o nula).

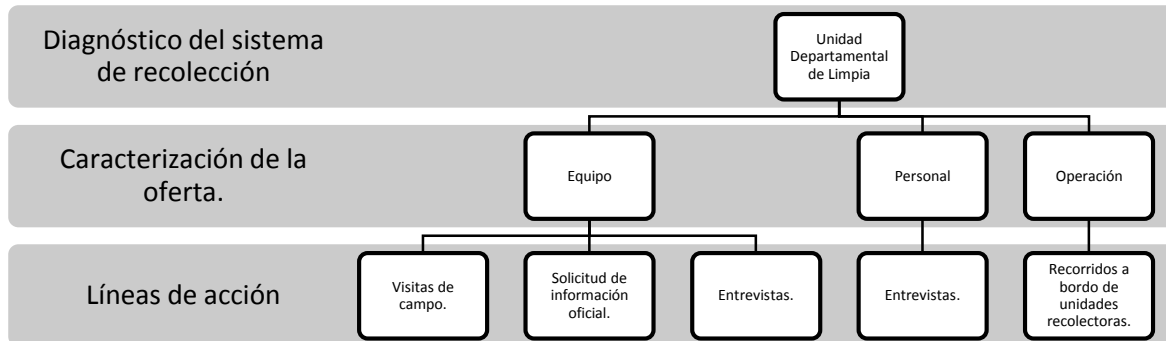


FIGURA 6. ESQUEMA SOBRE LA METODOLOGÍA EMPLEADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Nótese que en ningunos de los tres aspectos estudiados se ha de emplear hasta ahora ningún método técnico específico para su análisis, la razón obedece a las características generales del sistema: la Unidad Departamental de Limpia efectúa sus operaciones bajo esquemas que se han generado en el departamento mismo, cada Delegación y cada unidad encargada de la recolección de residuos administra y ejecuta como mejor lo considera conveniente los recursos disponibles, por tal motivo, es difícil hallar patrones que puedan revelar información específica sobre las organizaciones recolectoras a nivel Distrito Federal; en resumen, las labores de diagnóstico permitirán reunir información y con ella describir cuáles son las condiciones actuales, detectando puntos frágiles donde sea posible intervenir con estrategias de mejora que incrementen la eficiencia total de las actividades de recolección.

3.1.2.1 Equipo.

Como también se muestra en el diagrama, para cada uno de los tres principales rubros que componen a la oferta en este trabajo, han sido planteadas diferentes líneas de acción. Ahora, se definirá cómo es que cada uno de estos aspectos (equipo, personal y operación) se abordarán a lo largo del diagnóstico de manera más específica.

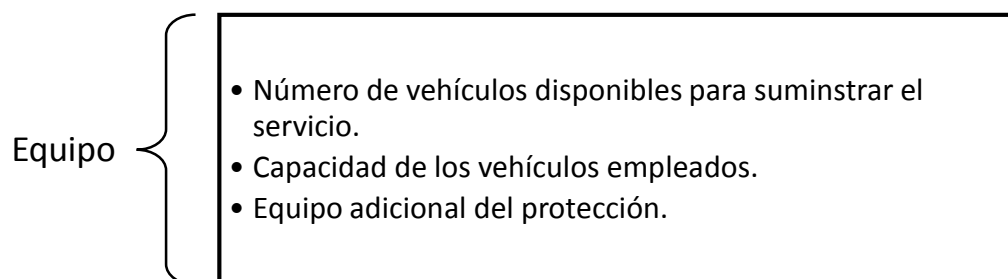


FIGURA 7. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE EQUIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los datos sobre el número de vehículos totales disponibles es información directa que será obtenida de la Unidad Departamental de Limpia, a la par se hará uso del siguiente formato para realizar la ficha descriptiva de las unidades de recolección.

Tipo de vehículo	Tipo (Volteo, redilas, etc.)
Número de vehículos:	Cantidad de vehículos
Descripción	Descripción general de la unidad de recolección.
Fotografía del vehículos o imagen ilustrativa	

TABLA 2. FORMATO TIPO DE FICHA DESCRIPTIVA PARA LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Finalmente, se incluirá una lista del material auxiliar utilizado en las labores de recolección, debido a que el control de inventario sobre este material es incluso ajeno a la Unidad de Limpia delegacional, poco podrá conocerse sobre la cantidad disponible de cada uno de estos artilugios, sin embargo basta con conocer cuáles son estas herramientas, puesto que no juegan un factor decisivo en la interacción oferta-demanda.

3.1.2.2 Personal.

Las cuestiones referentes al personal que labora en la Unidad de Limpia se cubrirán bajo cuatro diferentes descripciones. Se establecerá cuál es la cantidad de empleados que actualmente desempeñan funciones en la organización, después la condición contractual de cada uno de ellos: el impacto de este factor es de gran repercusión en el comportamiento de los empleados y la cantidad de operarios que por vehículo son ocupados, así también funge como incentivo para diversas prácticas como la venta de residuos como el papel o el cobro de “rentas”. El diagrama organizacional interno se ampliará un poco ya que se ha mostrado en el capítulo anterior pero sólo de manera contextual.

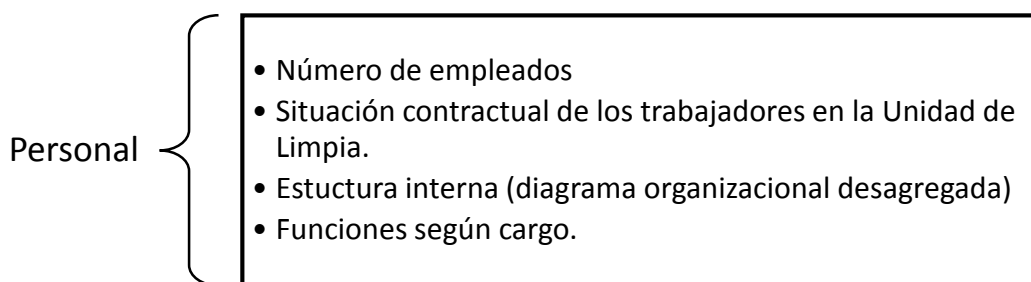


FIGURA 8. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE PERSONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Por último se describirán las funciones que cada cargo dentro de la Unidad de Limpia debe desempeñar, según el siguiente formato:

Cargo	Función
Jefe de la Unidad	
Coordinador de Recolección	
Coordinador administrativo	
Auxiliares administrativos	
Secretarias	
Operadores o choferes	
Macheteros	
Jefe de bodega o bodeguero	
Velador	

TABLA 3. FORMATO PARA LA DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DEL PERSONAL DE LA UNIDAD DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.1.2.3 Operación.

El procedimiento para estudiar el proceso bajo el cual tiene cabida la recolección de RSU, consistirá en la experimentación en campo, esto es como se ha dicho, realizar recorridos de recolección a bordo de las unidades o vehículos recolectores, después se formalizarán las observaciones en un diagrama de proceso.

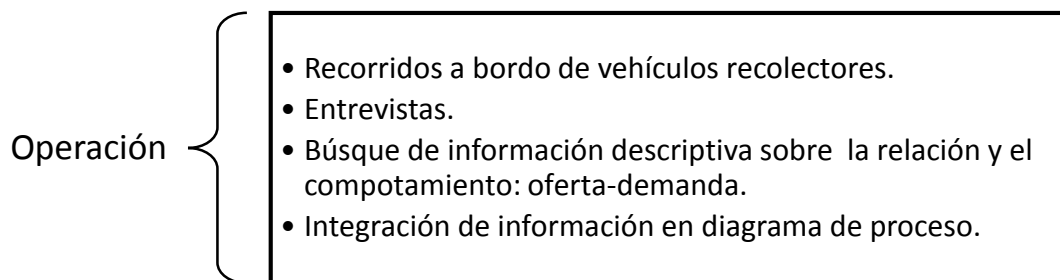


FIGURA 9. ESQUEMA DIAGNÓSTICO SOBRE OPERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Hasta ahora no se tiene documentado el proceso de recolección tal cual ocurre en la realidad, una de las aportaciones de este trabajo será formalizar dicho proceso mediante su síntesis en un diagrama denominado “de proceso”. Todas las actividades de carácter subsecuente, orientadas a cumplir un propósito u objetivo pueden representarse a través de un diagrama de proceso, en este caso a pesar de hablar de un servicio (un bien intangible), las diversas acciones que componen a la recolección están relacionadas unas a otras, son cíclicas y además están diseñadas para cumplir con un objetivo, por estas razones se optará recurrir a un diagrama de proceso que contenga los siguientes elementos básicos:

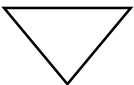


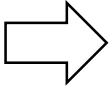

Simbología	Descripción
	Almacén o almacenamiento
	Operación
	Inspección o revisión
	Transporte
	Demora

TABLA 4. ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El diagrama de proceso será una representación reducida del procedimiento al que se recurre para la recolección de residuos sólidos urbanos, para complementarlo y solidificarlo se agregará también una descripción de las observaciones logradas en campo sobre el proceso propiamente dicho y sobre los diversos fenómenos que se detecten en cuanto a la relación operador-cliente, se buscará definir los escenarios comunes que se gestan dentro de las rutas (comportamientos de los operadores y de la demanda).

3.1.3 Caracterización de la demanda.

Para este trabajo, es de vital importancia conocer las características de la demanda, según las propiedades del problema que se aborda, ésta se ve reflejada en los niveles de generación de RSU de acuerdo a ciertos sectores de la población, sectores que están definidos bajo agrupaciones denominadas colonias, AGEBS o manzanas.

El análisis de la demanda tendrá dos escalas: a nivel área geoestadística básica (AGEB) y a nivel manzana, ambas clasificaciones están definidas por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), de la siguiente manera: *se define como la extensión territorial ocupada por un conjunto de manzanas que generalmente son de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc. Este tipo de AGEBS se asigna en áreas geográficas de localidades que tengan una población igual o mayor a 2,500 habitantes.* (INEGI, 2010).

La razón de emplear estas dos escalas será valorar la intervención del nivel de ingreso o estatus de ocupación de la población con respecto a la cantidad de residuos que ésta genera. Se ha mencionado

con anterioridad que la generación de RSU es una función de múltiples factores, entre ellos, bajo los que se trabajará están: población económicamente activa, número de habitantes.

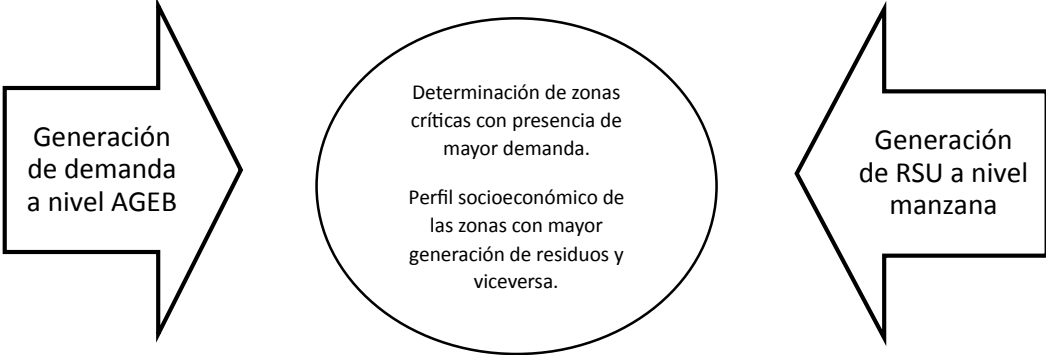


FIGURA 10. DIAGRAMA CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

A través de la información oficial disponible en el portal de INEGI, se describirán los niveles de generación de residuos en La Magdalena Contreras mediante mapas temáticos generados en el sistema de información geográfica. Para poder obtener valores sobre dicha generación de residuos es requisito realizar una búsqueda de datos sobre recolección dentro de la Delegación y después de procesarlos obtener un índice de generación per cápita, posteriormente éste puede entonces proyectarse a toda la población, obteniéndose como resultado un mapa temático a nivel manzana y AGEB, que en contraste con el trazo de las rutas existentes, se obtendrá una visión gráfica con elementos cuantitativos de por medio, para detectar zonas de aislamiento e insuficiencia del servicio de recolección ofrecido actualmente. El proceso a seguir es el siguiente:

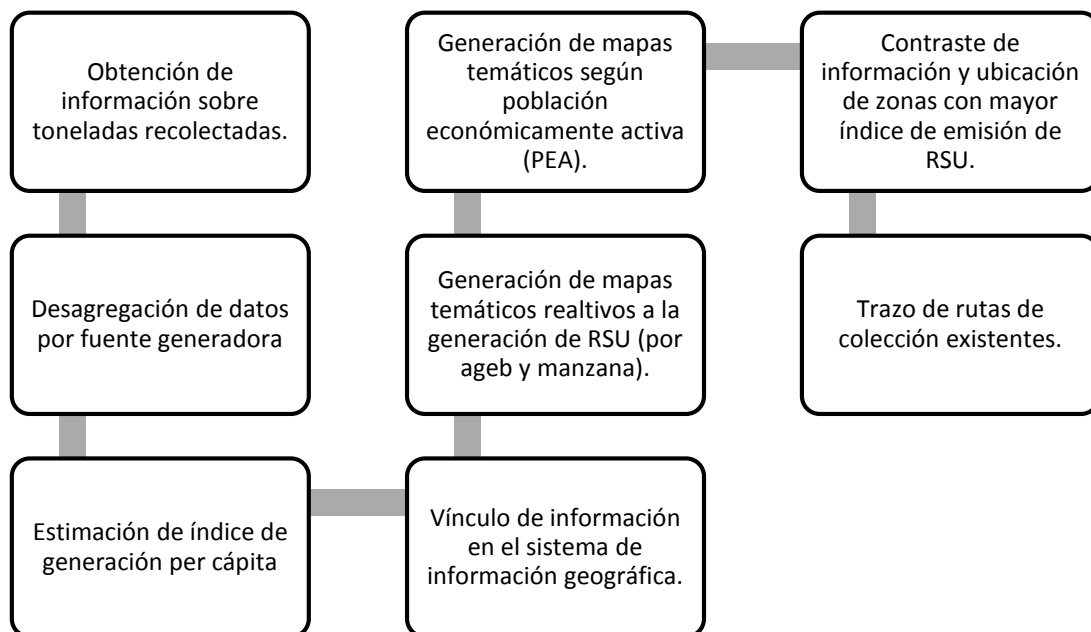


FIGURA 11. DIAGRAMA MACRO DEL PROCESO DE ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y OBTENCIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.2 Análisis de la red actual de rutas para la recolección de RSU en la demarcación.

La secuencia de esta metodología permite integrar la información generada etapa por etapa, en la sección anterior se realiza una búsqueda exhaustiva de datos y se hace una exploración del sistema de interés. Ahora, en este análisis de la red actual de rutas para la recolección de RSU se pretende incorporar los datos obtenidos y con ello detectar patrones y conflictos en el sistema; adicionalmente será posible identificar áreas susceptibles de mejora, no obstante este análisis solamente revelará, con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, las propiedades de tres cuestiones fundamentales para esta investigación:

- I. Cobertura del servicio.
- II. Métodos de recolección empleados.
- III. Esquemas de operación actuales.

El estudio de estos aspectos está íntimamente ligado con los resultados hallados a través del diagnóstico, la manera de estudiarlos, a excepción del primero de ellos, girará en torno a las visitas de campo y la observación, tal como se ha expresado hasta ahora.

3.2.1 Cobertura del servicio.

Se tienen ya antecedentes sólidos para fines de estudiar y conocer la cobertura del servicio en la Delegación La Magdalena Contreras, específicamente, la información de interés en este sentido es:

- Generación de RSU a nivel AGEB.
- Generación de RSU a nivel Manzana.
- Trazo de la red actual de rutas para el servicio de recolección.

- Cantidad de RSU recolectada en cada una de las rutas.

En el sistema de información geográfica serán presentadas diferentes “capas” con los temas anteriores. Con ayuda de los mapas temáticos y el trazo de las rutas se detectarán zonas de ausencia o deficiencia de la cobertura del servicio de recolección, paralelamente se detectará el nivel de generación de RSU de la misma zona, con ello será entonces posible calificar el nivel de urgencia con que se requiere una nueva ruta o una extensión de alguna existente para cubrir esa demanda específica, la dinámica de este análisis se resume a continuación:

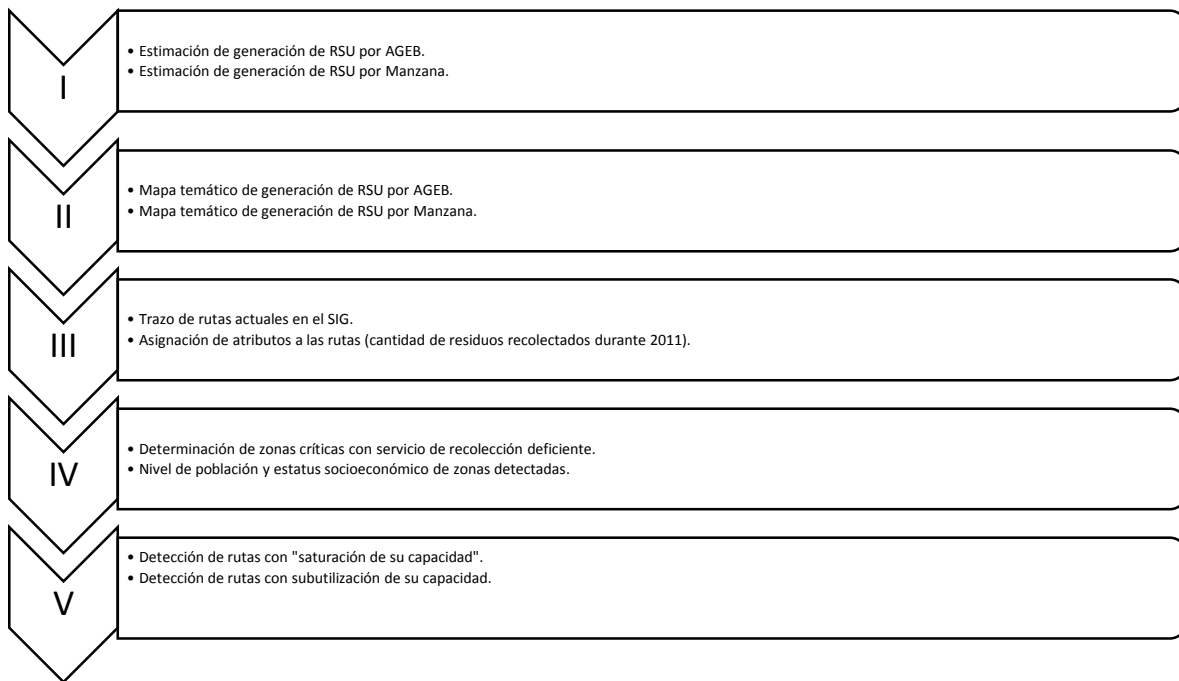


FIGURA 12. ESQUEMA SOBRE EL ANÁLISIS OFERTA-DEMANDA Y TRAZO DE NUEVAS RUTAS/EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.2.2 Métodos de recolección empleados.

Identificar los métodos actuales empleados para la recolección (acera, contenedor, llevar y traer, etc.) fija el antecedente para valorar posibles cambios en zonas donde sea factible, en función de su nivel de generación y la capacidad del vehículo recolector, incluso también en función de la frecuencia de paso.

Desafortunadamente no se tiene registro alguno sobre los métodos de recolección en la zona, aunque a través de las visitas de campo ha de comprobarse cuáles de ellos predominan (a nivel nacional el método de recolección por excelencia ha sido esquina o parada fija, seguido de los contenedores).

3.2.3 Esquemas de operación actuales.

El diagnóstico revelará hallazgos contundentes sobre cómo se llevan a cabo las operaciones para cubrir el servicio de recolección, en este pequeño apartado se explicarán los patrones detectados

en lo referente a la forma en que lleva a cabo el proceso de recolección. En otras palabras, se explicarán cuáles son las bases bajo las cuales se han de presentar las alternativas de solución, es decir, porqué optar por una extensión de una ruta y no una reestructuración de las mismas.

La información que aquí se presente corresponderá a los diferentes recorridos en vehículos recolectores de residuos, las entrevistas en Unidad Departamental de Limpia con empleados y receptores del servicio.

3.3 Diseño de estrategias.

Esta será la última parte que compone a la presente investigación, en ella, se presentará la culminación del ejercicio, a través de la propuesta de mejoras al sistema de rutas de recolección de RSU, mismas que consecuentemente permitirán obtener una mayor eficiencia en la cobertura del servicio y los recursos suministrados para tal fin.

Evidentemente, todos los análisis anteriores a esta etapa serán de utilidad total; las soluciones propuestas se ajustarán a las condiciones de la oferta y la demanda pero también a las políticas y esquemas operativos, en este sentido, se explicarán las razones por las cuales estas propuestas han sido elegidas en lugar de cualquier otra modificación. Estas propuestas se encaminan hacia tres vertientes:

- Extensión de rutas existentes.
- Trazo de nuevas rutas.
- Planteamiento de métodos de recolección diferenciados.

Los cambios sugeridos estarán en función de las características del terreno (accesibilidad a vialidades), condiciones actuales de la demanda y la oferta.

3.3.1 Extensión de rutas existentes.

Como parte de la estrategia de solución a la deficiente cobertura de las rutas y también en apego con las condiciones y características operativas detectadas en la Unidad de Limpia, se hará efectiva la extensión de rutas existentes, aquellas que resulten tener una subutilización de su capacidad y además estén aledañas a las zonas sin servicio.

De esta manera, bajo el sustento del nivel de generación de residuos y la capacidad de recolección del vehículo asignado, surgirá la alternativa de extender el trazo de dicha ruta o por otro lado, si alguna de estas características no es favorecedora, se procederá entonces a la consideración del trazo de una nueva ruta.

3.3.2 Trazo de nuevas rutas.

Los nuevos trazos surgirán solamente en las condiciones en las que no sea posible extender ninguna de las rutas existentes. En función con el análisis de capacidades de cada una de las rutas y en complemento con un análisis buffer para determinar el área de influencia que tiene la ruta misma a lo largo de su recorrido, se expondrán las zonas carentes de recolección y susceptibles de aceptar una nueva ruta, además podrá determinarse la capacidad de la misma mediante los niveles de generación diaria de las Manzanas.

3.3.3 Planteamiento de métodos de recolección diferenciados

Las características de desempeño que se obtengan como resultado, serán la base para detectar colonias que puedan ser susceptibles a métodos de recolección diferenciados, es decir, aquellas rutas que resulten utilizar un porcentaje muy bajo de su capacidad, pueden variar su frecuencia de paso y sugerir la colocación de contenedores que serán visitados de manera periódica de acuerdo también al nivel de generación de las zonas que se traten.

IV. Resultados.

4.1 Características generales de la zona de estudio.

4.1.1 Rasgos de interés de la demarcación.

La función del presente apartado es la de definir la zonas de estudio, recurriendo a los aspectos más relevantes de ésta, tales como su ubicación geográfica, sus características territoriales y las características del crecimiento poblacional que ha experimentado. Evidentemente se han dejado fuera muchos otros elementos que parecieran importantes, no obstante para los fines que persigue esta investigación basta con conocer solamente algunos de los aspectos ya mencionados para fines de contextualizar el trabajo a desarrollar.

Cabe mencionar que la información mostrada aquí profundizará solo hasta el nivel de detalle necesario, se especificará por ejemplo cuál es la ubicación geográfica de la demarcación, sus colindancias y su extensión territorial. En términos de territorio se definirán las condiciones del relieve que prevalece en el área, esto para forjar antecedentes que nos permitan asociar el consumo de combustible debido a las condiciones del terreno. Finalmente se abundará en la demografía del lugar, conocer el crecimiento del número de habitantes a través de los años con la intención de comprender la fuerte influencia existente entre el fenómeno de crecimiento poblacional y el aumento en la generación de residuos.

4.1.1.1 Situación geográfica.

El territorio de la delegación está comprendido en Suelo Urbano por 50 colonias, La Magdalena Contreras es una de las 16 delegaciones que integran al Distrito Federal, colinda al norte, al oeste y una pequeña franja por el este con la delegación Álvaro Obregón, al sureste con la delegación Tlalpan y al suroeste con el Estado de México.

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) de la demarcación, se localiza en la porción sur poniente del Distrito Federal, siendo sus coordenadas extremas:

- Norte: 19º 20' de latitud norte.
- Este. 99º 12' de longitud oeste.
- Sur. 19º 13' de latitud norte.
- Oeste. 99º 19' de longitud oeste.

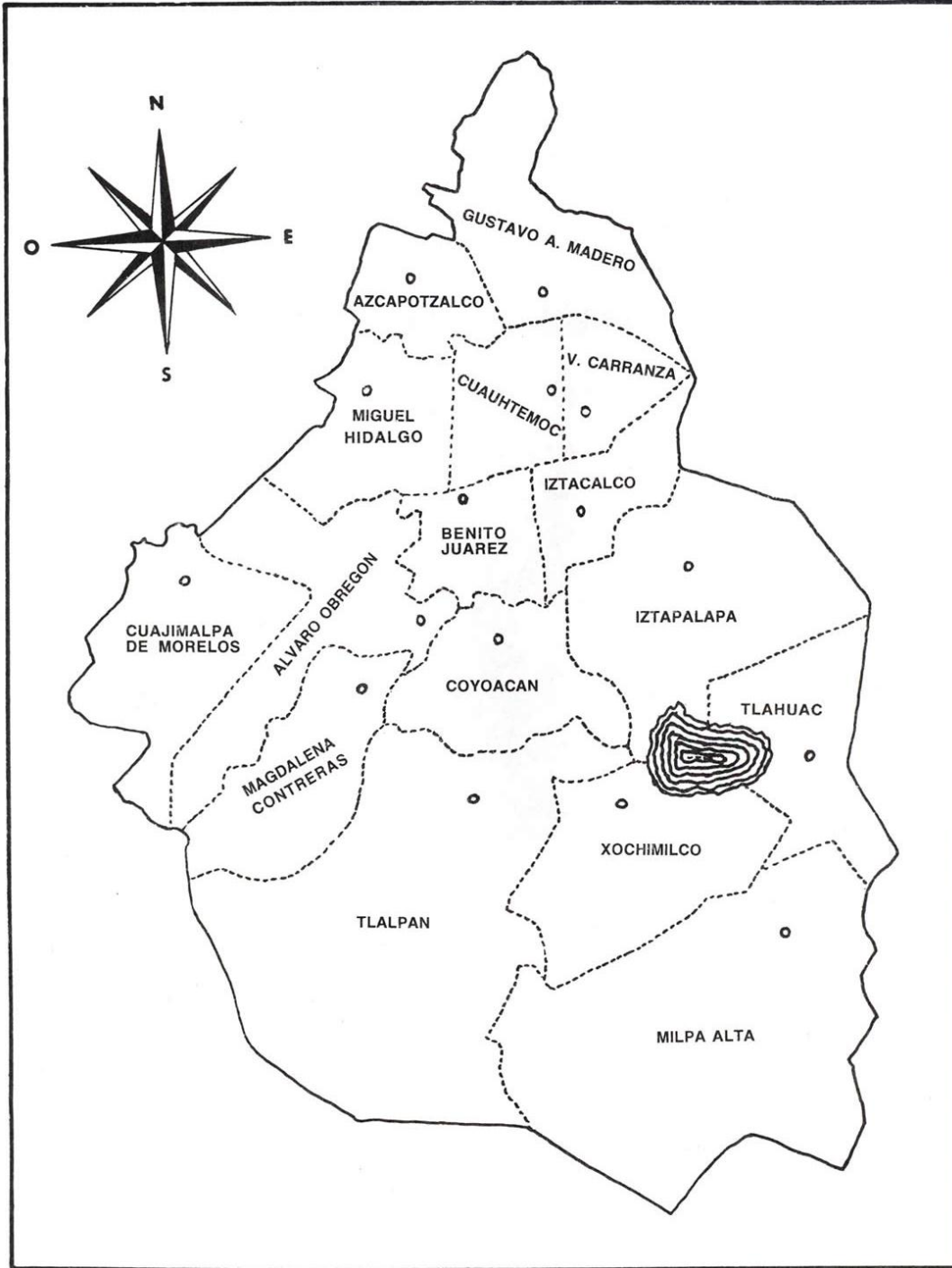


FIGURA 13. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: [HTTP://ACH.MX/MAPA-DEL-DISTRITO-FEDERAL-CON-DIVISION-POLITICA-Y-NOMBRES/](http://ach.mx/mapa-del-distrito-federal-con-division-politica-y-nombres/)

De las 16 delegaciones existentes en el Distrito Federal, La Magdalena Contreras ocupa el noveno lugar en extensión, con una superficie territorial de 7,501 hectáreas, lo que representa el 5% del total territorial del Distrito Federal. De esta superficie, el 82% (6,153 Ha) es área de conservación ecológica y el 18% restante (1,348 ha) es área urbana. Estas condiciones tienen amplia repercusión en el desarrollo de asentamientos humanos y producen también grandes efectos respecto del impacto al medio ambiente.

Superficie en HA			Delegación			
Distrito Federal	Magdalena Contreras	Porcentaje de territorio respecto del Distrito Federal	Suelo Urbano (HA)	%	Suelo de Conservación (HA)	%
149,424.09	7,501.00	5	1,348	18	6,153	82

TABLA 5. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.

4.1.1.2 Hidrología.

La demarcación es uno de los territorios con mayores recursos hidrológicos dentro del Distrito Federal, a pesar de la cantidad de estas formaciones naturales, solamente es el Río Magdalena el que prevalece “vivo” en la superficie. A continuación se enlistan los Ríos ubicado en la delegación:

- Río Magdalena.
- Río Eslava.
- Río Coyotes.

4.1.1.3 Elevaciones principales.

En el Programa de Desarrollo Urbano Delegacional 2005 se establece que la altitud media de la Delegación es de 2,500 metros en suelo urbano, incrementándose hacia el sur de la misma, donde se localiza la mayor altitud (3,760 metros sobre el nivel del mar-msnm), la cual corresponde al cerro Nezehuiloya. Conjuntamente, existen elevaciones importantes por su altitud como son el Cerro Panza (3,600 msnm) Cerro Tarumba (3,460 msnm) Cerro Sasacapa (3,250 msnm) y Cerro del Judío 2,770 msnm. La Delegación se sitúa en la provincia fisiográfica eje neovolcánico, dentro de la subprovincia lagos y volcanes de Anáhuac, su sistema de topoformas está constituido en un 74% por sierra volcánica de laderas escarpadas, 16% de lomerío con cañadas y 10% de meseta basáltica malpaís.

De manera resumida se enlistan enseguida las características específicas de las principales elevaciones con que cuenta la Delegación:

Nombre	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Cerro Nezehuiloya	19°15'	99°18'	3,760
Cerro Panza	19°13'	99°17'	3,600
Cerro Tarumba	19°15'	99°17'	3,460
Cerro Sasacapa	19°16'	99°16'	3,250
Cerro del Judío	19°19'	99°15'	2,770

TABLA 6. PRINCIPALES ELEVACIONES EN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.

4.1.1.4 Pendientes territoriales.

Las condiciones del terreno en esta Delegación son un tanto difíciles para la infraestructura de servicios, vialidades y las construcciones mismas debido a las pronunciadas elevaciones de algunas zonas. Como una consecuencia directa ante estas irremediables propiedades del terreno, los costos para la infraestructura, los servicios y el transporte incrementan en función del mantenimiento, introducción y operación de los mismos. En el PDU, 2005 se ha definido que la demarcación se localiza en pendientes superiores al 15%, aunado al siguiente análisis del terreno con base en la pendiente manifestada por intervalos y su ubicación aproximada:

Pendientes del 0 al 2%: se encuentran en áreas dispersas colindantes con la Delegación Tlalpan al sureste de la demarcación, como en la colonia Héroes de Padierna.

Pendientes del 3 al 5%: se distribuyen en la parte noreste y sureste de la Delegación, así como en pequeñas áreas heterogéneas dentro del suelo urbano. Se considera como la pendiente óptima dado que no presenta problemas de drenaje natural, ni en cuanto a introducción de servicios y construcción, corresponde principalmente al sector de San Jerónimo integrado por colonias como: San Jerónimo Lídice, San Jerónimo Aculco, Batán Viejo y Batán Sur.

Pendientes del 6 al 15%: es una pendiente adecuada para la construcción y dotación de infraestructura y servicios. Se encuentra localizada en partes amplias de la Delegación dentro de suelo urbano, sobre todo al este del sector de San Bernabé, así como en la zona del Pueblo de San Nicolás Totolapan, gran parte del área contemplada dentro del programa parcial de Huaytla y de manera dispersa en la parte sur de la Delegación dentro del suelo de conservación.

Pendientes del 16% al 30%: localizadas en la zona noroeste de la Delegación; en las zonas bajas del Cerro del Judío y ampliamente distribuidas en suelo de conservación, representan problemas para la construcción, vialidad, servicios, etc.

Pendientes mayores al 31%: se encuentran distribuidas de manera heterogénea dentro del suelo de conservación; destaca un área urbana marcada como Área Natural Protegida (Lomas de Padierna). Los asentamientos localizados en las inmediaciones del Cerro del Judío, correspondiente a las colonias: El Tanque y Los Padres, entre otras.

4.1.1.5 Aspectos demográficos.

El número de habitantes de la demarcación creció en aproximadamente 7.88 veces entre los años 1950 y 1980 pasando de 21,955 habitantes en 1950 a 173,105 habitantes en 1980, saturando prácticamente la extensión destinada a uso urbano (PDU, 2005). A partir de este periodo el

crecimiento de la población se ha mantenido con una tasa de crecimiento anual de entre 0.94 y 1.20, evidentemente el incremento del número de pobladores ha sido un detonante para la transformación de las necesidades sociales, es un elemento que se integra con algunos otros como el desarrollo de la tecnología o la apertura de la información y juntos, modifican las relaciones sociales y su comportamiento.

En la siguiente tabla se presenta un resumen sobre el incremento poblacional a partir de 1930 y hasta el año 2010.

Año	Población (habitantes)	Tasa de Crecimiento Media Anual	Población en el Distrito Federal (habitantes)
1930	9,933	---	1,029,068
1940	13,159	2.85	1,757,530
1950	21,955	5.25	3,050,442
1960	40,724	6.37	4,870,876
1970	75,429	6.36	6,874,165
1980	173,105	8.66	8,831,079
1990	195,041	1.20	8,235,744
1995	211,898	1.67	8,489,007
2000	222,050	0.94	8,605,239
2010	239,086	---	8,851,080

TABLA 7. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO EN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS.

Con la finalidad de facilitar el estudio del comportamiento demográfico identificado en la zona, se ha seccionado en el PDU 2005 el territorio en 5 sectores, integrados por una diversa cantidad de colonias que puede oscilar entre 3 y 20 de ellas (ver Anexo 1.), aquí se enlistarán las propiedades generales para cada sector, con el propósito de entender el comportamiento a nivel delegación:

I. Sector San Jerónimo:

Presenta una dinámica poblacional de envejecimiento de su población, así como un desdoblamiento paulatino definido por el alto valor del suelo.

II. Sector San Bernabé:

Muestra un proceso de consolidación urbana (usos habitacionales y comerciales).

III. Sector La Magdalena:

Se distinguen tres procesos urbanos:

La paulatina sustitución de vivienda precaria por vivienda residencial (principalmente fraccionamiento).

Envejecimiento poblacional.

Sustitución de usos habitacionales por comercio y servicios.

IV. Sector Huayatla:

Refiere una intensa ocupación de suelo de conservación.

V. Sector Gavillero:

Muestra un crecimiento explosivo resultado de la ocupación irregular y/o venta de predios en suelo de conservación.

4.1.1.6 Aspectos socioeconómicos.

En el año 2000 la población económicamente inactiva dentro de la demarcación estuvo constituida principalmente por mujeres en más del 55% así como personas con otro tipo de inactividad como jubilados y pensionados o aquellos con discapacidades que les impiden trabajar (PDU,2005). Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) estuvo representada por el grupo de habitantes entre las edades 20 y 44 años, cuya proporción fue de 69.2% del total de habitantes; esta cifra nos encamina a deducir la fuerte demanda de empleo generada en aquel entonces.

En la tabla siguiente se abordan cifras como las descritas con anterioridad, esto para los años 1990, 2000 y el periodo más reciente que corresponde al año 2010:

Entidad	Año	Población Económicamente Activa (PEA)			
		Ocupada	%	Desocupada	%
La Magdalena Contreras	1990	66,789	46.1	1,798	1.2
La Magdalena Contreras	2000	89,265	54.6	1,543	0.9
La Magdalena Contreras	2010	102,985	43.07	5,015	2.09

TABLA 8. PEA DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DELEGACIONAL PARA LA MAGDALENA CONTRERAS, CENSO POBLACIONAL INEGI 2010.

Durante 2010 incrementó la población total, de la misma manera incrementó la cantidad de habitantes con un empleo. Sin embargo, el porcentaje de población ocupada respecto del total disminuyó en relación a los otros dos periodos; en contraparte, los habitantes sin ocupación incrementaron su número en comparación con las cifras de las décadas anteriores. Es de suma importancia hacer notar que la generación de residuos tiene un vínculo directo con el nivel socioeconómico de la comunidad, comúnmente aquellos sectores con mayor poder adquisitivo son quienes consumen más de todo tipo de bienes y servicios, convirtiéndose así en generadores de residuos potenciales.

A través del Censo Económico 2009 elaborado por el INEGI, se ha realizado el siguiente resumen con la información más relevante respecto al número de unidades económicas de acuerdo al sector en el que se desempeñan, ha de señalarse también que hasta ahora no existe ningún otro censo oficial más reciente, por lo cual se ha trabajado con el material existente:

Sector	Unidades Económicas Censadas
Industrial manufactureras	377
Construcción	9
Comercio	104
Servicios privados no financieros	499

TABLA 9. UNIDADES ECONÓMICAS DE LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: CENSO ECONÓMICO INEGI, 2009.

La presencia de diversas unidades económicas funge como antecedente para conocer la interacción económica que prevalece en la zona. Esta Delegación en realidad no está caracterizada como un área de alto impacto económico, a pesar de contar con más de 400 empresas dedicadas a servicios privados no financieros (tales como negocios de alimentos y bebidas, hospedaje, recreación, etc.), no se cuenta con grandes centros comerciales que impulsen a gran escala la economía local. La población en general “sale” de la zona para desempeñar algún empleo o bien tienen labores en pequeños restaurantes o locales comerciales internos.

Conocer la cantidad de empresas será uno de los puntos determinantes para poder estimar la generación per cápita de esta demarcación, por ende parece indispensable tener un marco de referencia que pueda brindar una panorámica general a este respecto. Así, con estos datos, se posee la información suficiente para tener en cuenta la existencia de cuando menos dos tipos de generadores de residuos: pequeños generadores (comúnmente representados por las viviendas) y grandes generadores (tiendas, oficinas, restaurantes, etc.).

4.1.2 La Unidad Departamental de Limpia de la demarcación.

El servicio de limpia en los territorios de La Magdalena Contreras se desprende principalmente del órgano denominado: Unidad Departamental de Limpia. Como toda y cada una de las Delegaciones del Distrito Federal, La Magdalena Contreras cuenta con diversos departamentos para desempeñar funciones diversas con miras hacia la satisfacción de las necesidades de la sociedad y la mejora de la calidad de vida dentro del territorio.

En enunciados posteriores se tratarán tres aspectos fundamentales sobre la Unidad Departamental de Limpia: organización, funciones y responsabilidades. Las labores de recolección en la zona de estudio no podrían entenderse sin antes revisar cuál es la estructura general responsable de moldear el esquema operativo observado en las calles, no podría comprenderse tampoco el cúmulo de fenómenos que se desarrollan en torno al servicio de recolección (tal es el caso de la apropiación de rutas por parte de los operadores, sólo por mencionar un ejemplo), además es de suma importancia especificar cuáles son las responsabilidades de esta organización, en términos de generar beneficio a la sociedad e impulsar una mejor calidad de vida a través del saneamiento de las calles y los domicilios, junto con todas las repercusiones ambientales que esto conlleva.

4.1.2.1 Organización.

El aporte en este apartado será conciso, empero seguirá una estructura tal que permita asimilar tanto específicamente las relaciones dentro de la Unidad de Limpia, como de manera general de dónde se desprende este departamento y cuál es el sistema más grande en el cual se encuentra inmerso. Para ello, inevitablemente debe describirse a groso modo cómo está constituida la estructura organizacional de la Delegación, para ello se simplificó el organigrama de la entidad tal y como se muestra en el siguiente esquema:

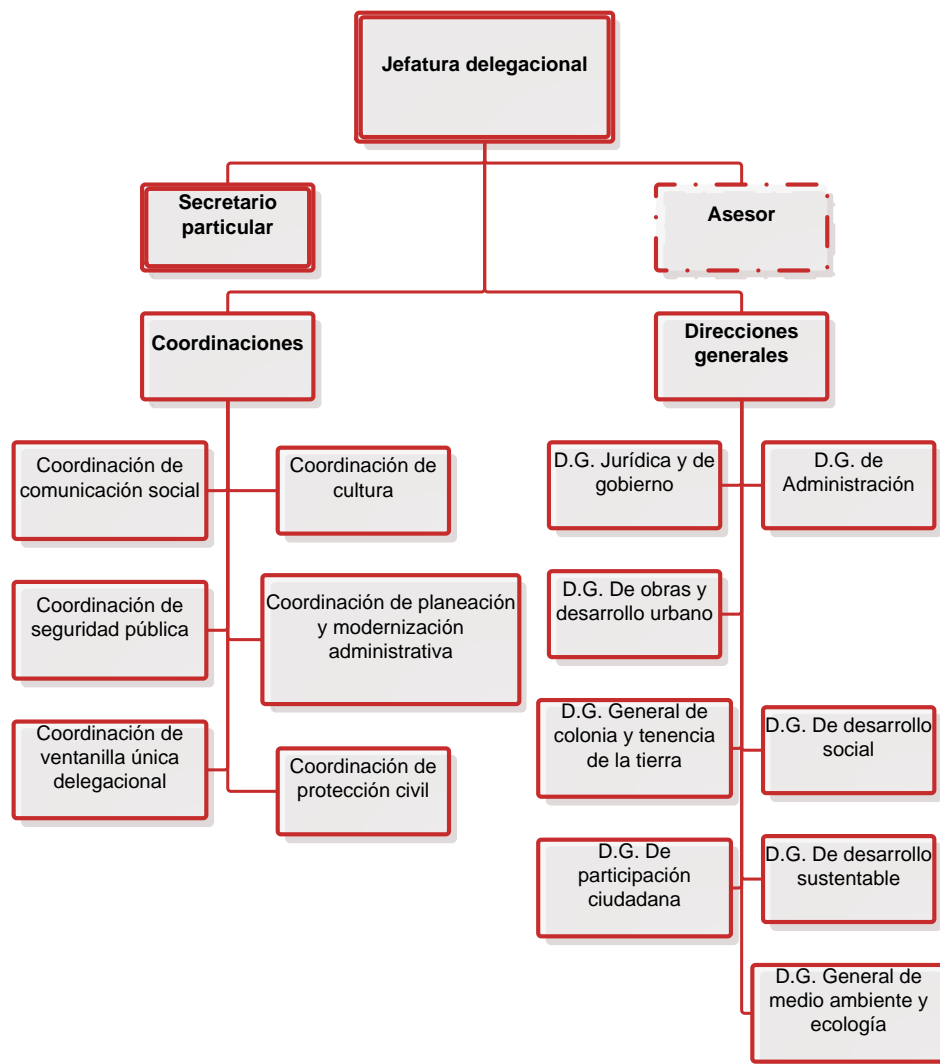


FIGURA 14. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA UNIDAD DE LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Nótese que la organización principal en la demarcación consta de cinco elementos fundamentales, los cuales son:

- Jefatura Delegacional.
- Secretario Particular.
- Asesor.
- Coordinaciones.
- Direcciones Generales.

El contenido completo de dirección y coordinaciones es de 19 unidades, cada una de ellas cumple con funciones específicas y a su vez complementarias.

En cuanto a la Unidad Departamental de Limpia, es una pequeña parte de la Dirección General de Medio Ambiente y Ecología, dicha dirección concentra un total de cinco departamentos cuyas tareas están encaminadas a mejorar las condiciones medioambientales y preservar las áreas verdes

existentes en el territorio que le incumbe. Gráficamente se puede representar así el contenido organizacional de la dirección en cuestión:



FIGURA 15. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA DELEGACIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Descrito lo anterior, es posible ahora profundizar en la propia Unidad Departamental de Limpia, una vez que se conoce cómo se desprende de una entidad superior, misma que contribuye con la formación estructural de la Delegación. Entonces, la Unidad Departamental de Limpia está constituida en relación a las funciones bajo las cuales rige su existencia; a grandes rasgos, dado que es responsable de cumplir con las labores de saneamiento de recolección de residuos y barrido, su formación debe responder a tales actividades. Estas relaciones internas pueden percibirse a través de la siguiente figura:

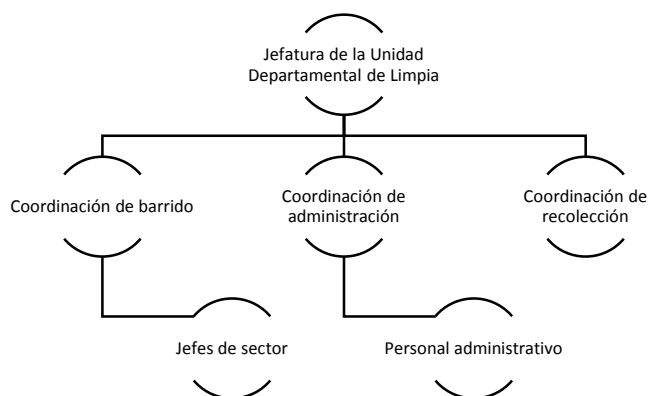


FIGURA 16. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL LA JEFATURA DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Así, como se ha citado la Unidad Departamental de Limpia desempeña principalmente quehaceres vinculados con la recolección de residuos y barrido, en el esquema se ha añadido una coordinación de administración a través de la cuál son suministrados los recursos económicos y de equipo necesarios para el cumplimiento de los objetivos de todo el departamento. En capítulos siguientes (sección Diagnóstico) se abordará con mayor especificidad el funcionamiento interno de este departamento, por ahora se ofrece una semblanza general que encuadra al objeto de estudio.

4.1.2.2 Funciones.

Con anterioridad se han mostrado indicios sobre las funciones que la Unidad Departamental de Limpia debe cumplir, según la propia Dirección General de Medio Ambiente y Ecología, las funciones de este departamento son:

“Atender a las colonias de la demarcación con el servicio de recolección de residuos sólidos, barrido manual y mecánico”

Detrás de estas tareas existe todo un mecanismo de operación que define el propio departamento (mismo que también se abordará en secciones subsecuentes a esta), resulta importante resaltar que cada Delegación tiene autonomía en cuanto a las políticas de operación bajo las cuales se desarrollan las actividades de operación. Finalmente, el servicio de recolección y barrido es siempre proporcionado por los gobiernos de las entidades municipales.

En su artículo 10, la LGPGIR establece que es el municipio el responsable del manejo integral de los RSU (reducción de la fuente, separación, reciclaje, almacenamiento, transporte y disposición final, entre otras actividades). (LGPGIR, 2003), (Rodríguez, 2008).

Algunas de las facultades de los municipios en materia del servicio de recolección de residuos son (SEMANART, 2006):

Facultades de los municipios
<ul style="list-style-type: none">• Elaborar programas municipales para la prevención y gestión integral de residuos de RSU en observancia de los programas estatales para la prevención gestión integral de residuos.
<ul style="list-style-type: none">• Emitir reglamentos y disposiciones jurídicas para el cumplimiento de la LGPGIR y disposiciones estatales.
<ul style="list-style-type: none">• Controlar los RSU (generados y recolectados).
<ul style="list-style-type: none">• Prestar por si o tercero el servicio público de manejo integral de RSU.
<ul style="list-style-type: none">• Otorgar autorizaciones y concesiones.
<ul style="list-style-type: none">• Registro de grandes generadores de RSU.
<ul style="list-style-type: none">• Verificar cumplimiento de la normatividad en materia de RSU e imponer sanciones.
<ul style="list-style-type: none">• Participar en el control de los residuos peligrosos de microgeneradores e imponer sanciones.
<ul style="list-style-type: none">• Cobrar por los servicios de servicio público de manejo integral de RSU y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos.

TABLA 10. FACULTADES DE LOS MUNICIPIOS EN MATERIA DE RSU. FUENTE: SEMARNAT, 2006.

4.2 Análisis de la situación actual del sistema de recolección.

Como parte de los resultados de este trabajo de investigación, han de mostrarse los correspondientes al diagnóstico y análisis complementarios encaminados a describir la situación actual del servicio de recolección en la Delegación La Magdalena Contreras. Como antes se definió en la metodología, para facilitar la integración de la información se trabajó bajo un marco de referencia muy amplio que involucró solamente a dos elementos: la oferta y la demanda. Debido principalmente a esta razón, se han mantenido estos cimientos para presentar los resultados, dando por entendido que estos dos rubros tienen además pequeños subelementos que los constituyen, que fueron también considerados y que de alguna manera figurarán en estos resultados.

4.2.1 Oferta.

4.2.1.1 Equipo.

Las actividades que constituyen a la recolección de RSU requieren de equipo especializado, personal con experiencia sobre la operación del equipo y las rutas, así como presupuestos destinados al mantenimiento de los vehículos y su correspondiente consumo de combustibles. La Delegación La Magdalena Contreras en su Unidad de Limpia, cuenta actualmente con 84 vehículos que desempeñan las labores de recolección; entre ellos se pueden encontrar vehículos de diversas capacidades: 3, 4 y 8 toneladas. De este total de vehículos funcionales, son 79 los que se destinan propiamente a la recolección de RSU, es decir, son éstos los encargados de completar las 61 rutas registradas en la región. Los 5 vehículos restantes se emplean en tareas de supervisión o bien para la recolección del personal de barrido.

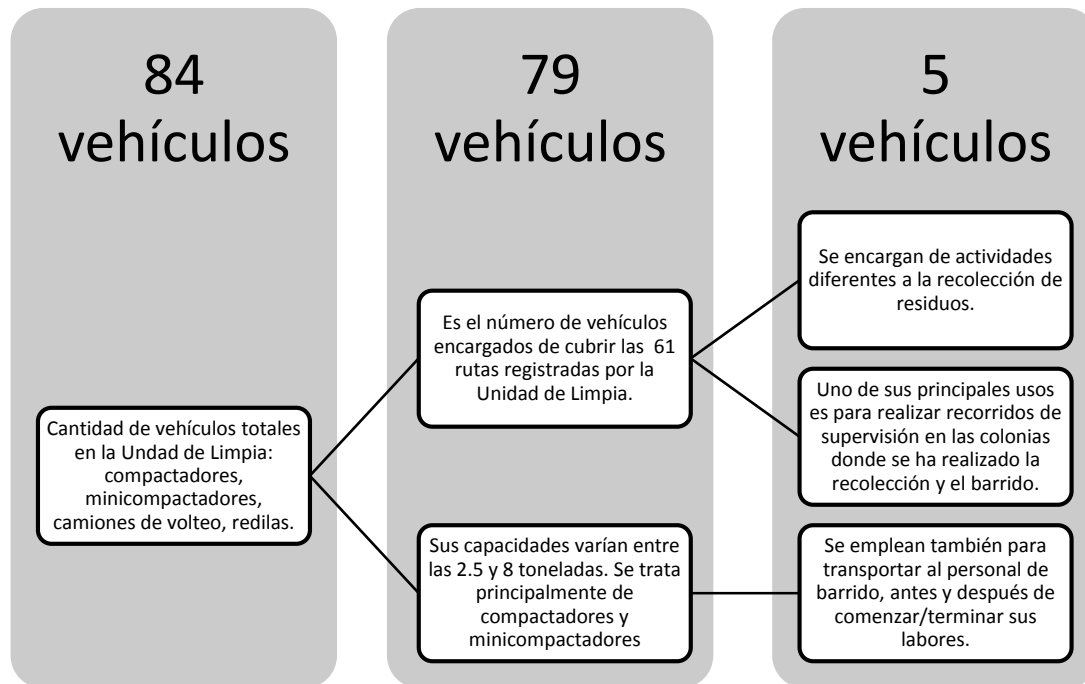


FIGURA 17. ESQUEMA DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS RECOLECTORES EN LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

La Unidad de Limpia dispone de equipos relativamente viejos, el 70% con más de 30 años de ofrecer el servicio, mismos que enfrentan problemas constantes por mantenimiento, en algunos casos por falta de refacciones es necesario realizar alguna adaptación lo que trae consigo una compostura deficiente que además se vuelve rutinaria. No obstante, las condiciones generales de 80% de los vehículos se pueden definir como satisfactorias para cubrir las necesidades actuales de la población que demanda el servicio, el equipo además resulta suficiente en número si se consideran 51 colonias en la Delegación y 61 rutas por recorrer.

En lo referente al uso, los 79 vehículos cuya función es la recolección de RSU operan prácticamente de lunes a sábado, la manera en que se destinan a las diferentes rutas es con base en la experiencia del operador y la observación de las características de la población a atender y de las dimensiones de la zona a recorrer. Ciertas colonias de la demarcación, debido a su extensión, exigen más de un

vehículo en operación que otras, por ejemplo la colonia San Jerónimo (6 vehículos); sin embargo, en otros casos como en las colonias Pueblo Nuevo Alto y Pueblo Nuevo Bajo, solamente se utiliza un vehículo con capacidad mínima (2.5 ó 3 toneladas) que es capaz de recolectar los residuos de la población existente.

En seguida se especifican las características de los vehículos y la cantidad existente en la demarcación:


Tipo de vehículo	Compactador
Número de vehículos:	56
<p data-bbox="448 541 591 569">Descripción</p> 	<p data-bbox="824 541 1386 850">El camión compactador adopta un sistema de control hidráulico doble automático y manual. Tiene gran capacidad de carga, buena hermeticidad y fácil mantenimiento. Resulta eficiente para el transporte de residuos domésticos, comerciales e industriales sin toxinas, corrosión y radiactividad. Los utilizados en la demarcación tienen una capacidad de 8 toneladas.</p>

TABLA 11. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO COMPACTADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Mini-compactador
Número de vehículos:	8
<p data-bbox="448 1052 591 1079">Descripción</p> 	<p data-bbox="824 1052 1386 1398">Los camiones mini-compactadores poseen características similares a los compactadores normales, la diferencia radica en la capacidad, siendo estos últimos de mayor tonelaje (aquellos empleados en la demarcación tienen una capacidad de 3 toneladas). Los mini-compactadores resultan ser prácticos si las cantidades de residuos no son elevadas, estos vehículos producen menos ruido y son menos robustos.</p>

TABLA 12. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO MINI-COMPACTADOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.


Tipo de vehículo	Volteo
Número de vehículos:	8
Descripción 	Este tipo de vehículos son de gran potencia, se clasifican por el volumen en metros cúbicos. Cuentan con una caja reclinable para vaciar el contenido transportado, dicha inclinación se logra mediante un cilindro hidráulico. Debido a su capacidad (4 toneladas) son ideales para transportar los residuos, no obstante utilizarlos para la recolección parece complicado por su nula capacidad de compresión y la difícil incorporación de los residuos dentro de la caja.

TABLA 13. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO DE VOLTEO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Tipo de vehículo	Doble compartimiento
Número de vehículos:	7
Descripción 	Los vehículos de este tipo cuentan con un mecanismo llamado caja colectora, el cual es un recinto cilíndrico cerrado de carga y compactación, que tiene una abertura receptora lateral y delantera con compuertas de cierre, dividido en dos secciones para almacenar dos sustancias diferentes; a través de un mecanismo hidráulico permite el almacenamiento y la descarga de los residuos compactados. La capacidad de estos vehículos utilizados en la demarcación es de 8 toneladas.

TABLA 14. FICHA DESCRIPTIVA: VEHÍCULO DE DOBLE COMPARTIMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En términos de presupuesto destinado para la compra de combustible, se cuenta con información de 2011 que establece la existencia de 81 vehículos adscritos a la Unidad Departamental de Limpia dedicados a la recolección de residuos, mismos que hasta el 31 de Diciembre del año mencionado recibían \$191,800 quincenales en vales de gasolina (**Anexo 2. Presupuesto de combustible para el servicio de recolección**). Resulta imprescindible mencionar que cada tipo de vehículo posee una cantidad fija de combustible asignada y estandarizada sin importar la ruta que éste cubra, se desconoce además la metodología utilizada para asignar tales cantidades de combustible, la Dirección General de Administración se encarga de esta labor. En este sentido, no existe ninguna información sobre la longitud de las rutas, por tanto no se tiene un registro sobre cuáles de ellas representan los mayores gastos para las autoridades o cuáles son las que exigen menores recursos. Para ciertas regiones con terrenos accidentados o pendientes pronunciadas donde el camión transita con la caja llena y exigen mayor consumo de combustible, la cantidad de combustible se establece de forma empírica y a través del tanteo; sucede lo mismo para aquellas en las que la población es tal que resulta necesario accionar en repetidas ocasiones el mecanismo compactador.

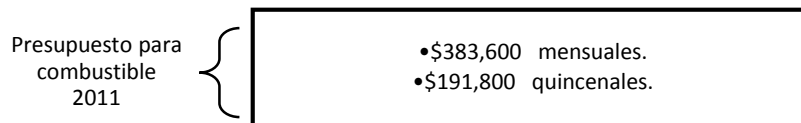


FIGURA 18. ESQUEMA DEL PRESUPUESTO PARA COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Finalmente, para las actividades de recolección de RSU, formalmente existe la obligación por parte del organismo administrativo de la Delegación de garantizar el suministro de equipo auxiliar para los operadores, elementos de trabajo que se listan a continuación:

- Botas.
- Uniforme de 2 piezas u overoles.
- Palas.
- Campanas.
- Fajas.
- Guantes.

A pesar de existir esta condición, ocurren dos situaciones, en primera instancia las autoridades encargadas de garantizar el abastecimiento de este equipo no cumplen con su función, es decir, no brindan ningún tipo de equipo a los empleados. Por otro lado y quizá como consecuencia de estos hechos, el uso de estos artilugios es nulo entre el personal de la Unidad de Limpia, es inexistente una estandarización sobre este aspecto, los empleados hacen los recorridos sin uniforme y sin ninguna protección (calzado adecuado o guantes).

Si bien, los residuos sólidos urbanos no implican altos riesgos en cuanto a su manejo, indudablemente es necesario contar por lo menos con vestimenta adecuada y algunos elementos de protección, como guantes o fajas, la cantidad de residuos contenida en los recipientes de algunas escuelas por ejemplo puede llegar a ser de magnitud considerable, exigiendo mucha fuerza para su vaciado, lo anterior sin las medidas adecuadas puede provocar problemas de salud.

4.2.1.2 Personal.

La plantilla de personal de la Unidad de Limpia puede considerarse amplia, se integra por más de 450 trabajadores. Es importante aclarar que en la cantidad mencionada se incluye el personal encargado de llevar a cabo las dos tareas fundamentales de este departamento: recolección de RSU y barrido. La distribución precisa de la plantilla laboral es como sigue:

306	58	26	100
• Trabajadores de base	• Trabajadores por honorarios	• Trabajadores eventuales	• Trabajadores voluntarios

FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL SEGÚN SU SITUACIÓN CONTRACTUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Las labores a realizar por parte de cada uno de estos trabajadores son muy diversas, aunque dentro de la organización todos y cada uno de estos empleados poseen un cargo específico con sus correspondientes actividades particulares. El caso especial son los trabajadores voluntarios, para ellos no existe un sueldo establecido, como su nombre lo dice auxilian en la operación de los vehículos recolectores y solicitan propinas a los usuarios del servicio.

Una información más específica sobre la ocupación del personal se ha resumido en la tabla que se muestra a continuación. Es importante recordar que los elementos de interés para este trabajo son aquellos que involucran a la recolección de RSU, por lo que aquí se describen solamente los empleos que tienen relación con esta actividad:

Cargo	Función
Jefe de la Unidad	Coordinar las actividades tanto de recolección de RSU como barrido, entregar el presupuesto asignado para combustibles de acuerdo a las exigencias del servicio, atender asuntos relacionados con el mantenimiento de los vehículos, atender irregularidades con el servicio como quejas o sugerencias, realizar supervisiones sobre los servicios de recolección y barrido, generar reportes sobre el desempeño de la Unidad de Limpia, mismos que se entregan al gobierno delegacional.
Coordinador de Recolección	Verificar que los operadores cumplan con los horarios y las rutas establecidas, reportar directamente al Jefe de la Unidad de Limpia, su quehacer se enfoca principalmente en las actividades de recolección y no de barrido, reportar desperfectos en cuanto a los vehículos, mismos que serán tratados después por el Jefe de la Unidad.
Coordinador administrativo	Gestionar los recursos que serán destinados a la Unidad de Limpia, registrar información sobre el equipo con el que se cuenta, realizar evaluaciones de carácter económico y contable principalmente.

Auxiliar administrativo	Realizar labores de soporte para el coordinador administrativo, registros de activos y de contabilidad.
Secretaria	Realizar operaciones múltiples: elaborar reportes para mantenimiento, atender las quejas de los usuarios, atender los problemas laborales, controlar la información general sobre las actividades de recolección y barrido.
Operador/Chofer	Realizar la conducción de los vehículos a lo largo de las rutas correspondientes, efectuar actividades de vaciado de residuos en los puntos de recolección, llevar el control sobre la magnitud de residuos que acumula el vehículo.
Machetero	Realizar el vaciado de residuos en el vehículo, tocar la campana en los puntos de recolección para avisar sobre el servicio, ingresar a las escuelas, hogares o instalaciones para extraer los RSU.
Jefe de bodega/bodeguero	Cuidar, mantener y controlar la entrada y salida de equipo adicional de recolección: palas, campanas, etc.
Velador	Vigilar las instalaciones en horarios nocturnos, garantizar la integridad del campamento y el equipo almacenado en tal lugar.

TABLA 15. FUNCIONES DEL PERSONAL DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Hasta ahora se han citado los diferentes actores involucrados en el sistema de recolección de limpia. Con esta información es posible prever qué tipo de acciones se ejecutan diariamente dentro de la Unidad para efecto de brindar el servicio de recolección, sin embargo no es posible descifrar cuál es la estructura organizacional de tal departamento, para tener esta visión se ha elaborado un organigrama que representa la disposición de cada uno de los cargos antes descritos:

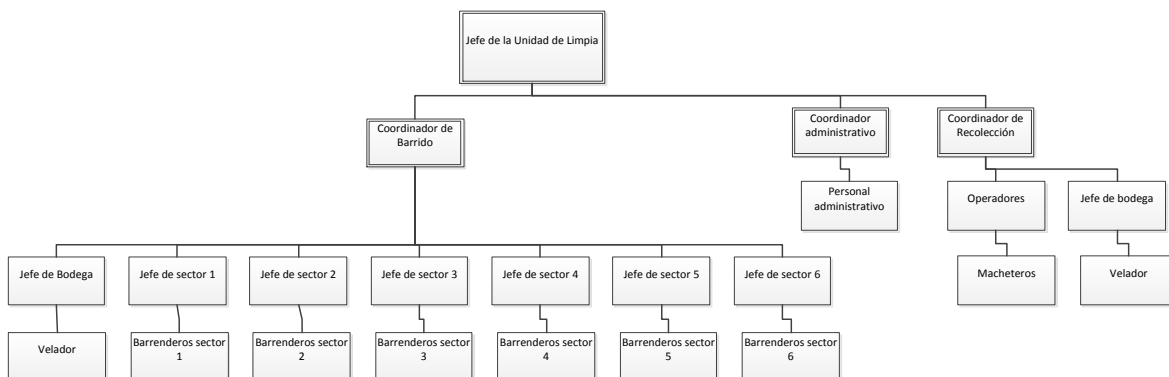


FIGURA 20. ORGANIGRAMA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

Aunque la cantidad total de personal pareciera alta, en realidad la Unidad de Limpia enfrenta problemas por la escases de personal, tan solo el 67% del total de la plantilla se emplea

específicamente para las tareas de recolección, el 33% restante debe ocuparse para las operaciones de barrido y de administración. Las personas que laboran en el lugar poseen las plazas de manera casi heredada, no existe un departamento de recursos humanos ni dentro de la Unidad de Limpia, ni por parte de la Delegación para contratar al personal de recolección, por tanto no se cuenta tampoco con programas de capacitación, la pericia se obtiene a través de los años y en función del envejecimiento del personal es posible “escalar” puestos.

Cada operador posee un recorrido fijo y no cambia, esto debido a que el proceso de aprendizaje en este empleo comienza con el puesto de voluntario, después se asciende hasta machetero, posteriormente si se apertura la plaza, se puede tomar el puesto de operador, todo este proceso que puede implicar varias decenas de años se realiza cubriendo la misma ruta prácticamente.

Como consecuencia del perfil del trabajador dentro la de Unidad, la sociedad constantemente se queja sobre la mala actitud de servicio, el desinterés por recolectar los residuos en algunas colonias donde los recolectores no perciben propinas, la falta de seriedad por cumplir con sus obligaciones, en ocasiones incluso llega a existir riña entre pequeños grupos de vecinos con los operadores de los vehículos recolectores, de tal manera que éstos, aunque cubran la totalidad de su ruta correspondiente, omiten al sector con los que existe contrariedad.

Por su parte, el Jefe de Unidad de Limpia, junto con los jefes de sector y coordinadores son los responsables de efectuar la supervisión del servicio, no obstante estas personas están en constante relación con sus subordinados creando un entorno de complicidad cuando no se está cumpliendo completamente las exigencias que demanda la actividad, acciones de esta naturaleza merman las mejorías en la Unidad de Limpia en perjuicio de la sociedad que recibe el servicio.

En resumen, el personal de la Unidad de Limpia resulta insuficiente para satisfacer completamente las necesidades sociales de recolección y barrido, no existen organismos regulatorios que capaciten al personal, tampoco se cuenta con un catálogo de perfiles para contratar a los trabajadores.

4.2.1.3 Operación.

La operación del servicio de recolección se ve influenciada por múltiples factores. Existen elementos que definen las características de este aspecto, entre éstos se pueden citar los horarios, las rutas de servicio y los programas operativos.

El campamento de unidades recolectoras de la demarcación y la Unidad Departamental de Limpia se encuentran ubicados en Avenida Ojo de Agua #45, Colonia Tierra Unida C.P 10369. Espacialmente está representado con la etiqueta color fucsia en la imagen siguiente:

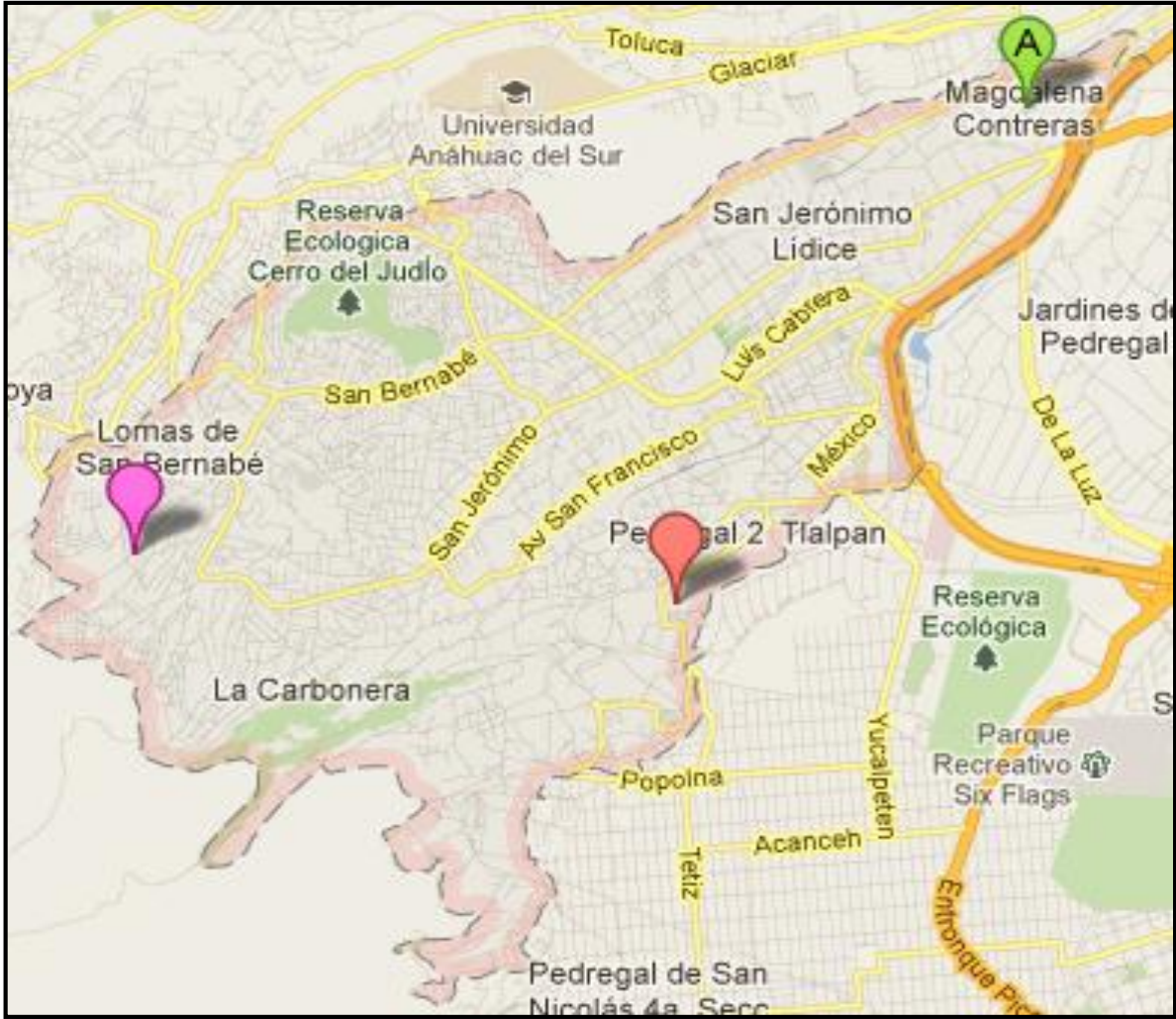


FIGURA 21. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE RESGUARDO DE LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

En este sitio denominado campamento es de donde inicia operaciones el 90% de los vehículos recolectores diariamente, un 7% se concentra en las instalaciones del Foro Cultural de la Delegación (marcado en la imagen con color rojo) y el restante 3% son llevados por los conductores a sus hogares.

4.2.1.3.1 Frecuencia de paso y horarios.

El servicio de recolección de RSU de La Magdalena Contreras en sus 68 rutas posee flexibilidad en los días de operación debido al esquema de separación de residuos aplicado actualmente, sin embargo el patrón de servicio predominante que opera es de lunes a sábado. Los horarios de operación no son homogéneos, este horario varía en función de la ubicación de los campamentos, como se ha visto el 90% de los vehículos parten del campamento de La Unidad de Limpia ubicado en la colonia Tierra Unida.

Específicamente el horario de operación es de 7 am a 5 pm, este intervalo de tiempo puede variar de acuerdo a la cercanía de la ruta con alguno de los campamentos de resguardo (puede ampliarse

o reducirse). Debe aclararse que no todas las rutas recolectan los mismos días el mismo tipo de residuos, esto depende de las características socioeconómicas de la región a cubrir puesto que se ha detectado que algunas zonas (por ejemplo la colonia San Jerónimo) produce mayor cantidad de residuos orgánicos que inorgánicos, situación que obliga a cambiar la frecuencia de recolección, dando prioridad a los residuos orgánicos que inorgánicos; este tipo de comportamientos se detectan con base en la práctica y en consecuencia su respectiva solución es bajo la misma sintonía.

Los operarios de los vehículos no poseen una penalización ni incentivo por completar sus respectivas rutas con un excedente de tiempo o con anticipación. Las supervisiones no enfatizan esta característica del servicio, sus observaciones están dirigidas a la limpieza de la zona, sin importar la hora en que esto ocurra. Si en algún momento el tiempo de operación fuera insuficiente, el operador puede continuar su labor hasta la hora que él desee y además puede llevar el vehículo a su hogar.

La inconsistencia en el horario de operación genera en la sociedad un desconcierto considerable, bajo estas condiciones la gente debe estar vigilando constantemente a lo largo del día si el vehículo recolector ya pasó por el lugar donde comúnmente hace parada, repitiéndose estas acciones a largo de la semana; puede también presentarse al caso de que los vehículos recolectores hagan un recorrido extra en domingo, sin previo aviso ni con una frecuencia definida para todos los días domingos.

En términos de los programas operativos para la recolección de residuos se tiene pocos antecedentes. Hasta antes de la implantación de la reparación de residuos, el esquema de trabajo no diferenciaba las características de los residuos, se operaban indistintamente los vehículos por cada día de la semana en horarios fijos y eventualmente se promovían algunas campañas que modificaban de manera temporal la forma de hacer la recolección en las colonias. Ejemplo de ello, en 2007 se implantó el programa denominado “Llegando a casa” el cual permitió agregar un horario nocturno al servicio (de 17:00 a 22:00 horas) para cubrir la demanda de aquellas personas que por motivos laborales o de otra índole no pudieran estar presentes a lo largo del día para depositar sus residuos en el camión, esta medida se llevó a cabo en las colonias La Carbonera, Pueblo Nuevo Alto, Pueblo Nuevo Bajo, Tierra Colorada y San Nicolás Totolapan. Se estimó un beneficio para 15 mil habitantes que fomentaban en parte los tiraderos clandestinos. Los recorridos se realizaron sobre las rutas ya establecidas y en días terciados. Sin embargo, después de algunos meses de ejecución el programa desapareció, regresando a los horarios comunes matutinos y vespertinos hasta las 17:00 horas a lo largo de la semana.

En 2010 surgió otra campaña que fue aplicada durante seis meses aproximadamente y cuya finalidad fue la de familiarizar a la sociedad con la separación de residuos. Esta campaña se denominó “Dando-dando vamos recolectando”. Se trataba de premiar la capacidad de separación de residuos de la población, por cada cierta cantidad de residuos con características especiales (papel, cartón, vidrio, metal, orgánico) se le otorgaba a la gente cierta cantidad de puntos, mismos que después de alcanzar un parámetro podían canjearse por algún artículo elaborado a partir de materiales reciclados. La campaña no tuvo un fuerte impacto porque no se difundió adecuadamente la información, por lo que fueron limitadas las colonias que participaron.

Finalmente en 2011 se hizo vigente el programa de separación de residuos en toda la Ciudad de México. Con esta iniciativa ocurrieron algunos cambios en cuanto a la frecuencia de recolección, en

términos generales se recolectan 3 días residuos orgánicos y 3 días inorgánicos, cubriendo así el intervalo entre los días lunes y sábado.

Para algunos casos especiales en los que las colonias tienen baja densidad de población, no se realiza el recorrido de manera continua de lunes a sábado sino que se fragmenta la jornada yendo solamente tres días por semana como máximo, en esta situación se encuentran principalmente colonias de reciente formación.

A manera de complemento se muestra un registro sobre el número de ruta, el operador responsable y días de operación para cada una de ellas. El propósito de la siguiente tabla es mostrar que en la demarcación las rutas que brindan el servicio de recolección están asignadas de manera indefinida a un responsable, éste posee la facultad de permanecer operándola atemporalmente bajo el esquema actual:

Ruta	Operador	Días de operación
1	Márquez Duran Marcos	Lunes-Sábado
2	Camacho Máximo	Lunes-Sábado
3	Camacho Máximo	Lunes-Miércoles-Viernes
4	Ruiz Flores Antonio	Lunes-Sábado
5	Ruiz Flores Antonio	Lunes-Sábado
6	S/N	Lunes-Sábado
7	Rangel Valdez Filiberto	Lunes-Sábado
8	Rangel Valdez Filiberto	Lunes-Sábado
9	Antonio Rangel	Lunes-Sábado
10	Rodríguez Grifaldo Andrés	Lunes-Sábado
11	Lopez Hernández Ricardo	Lunes-Sábado
12	Lopez Hernández Ricardo	Lunes-Sábado
13	Trejo Castillo Sabino	Lunes-Sábado
14	Trejo Castillo Sabino	Lunes-Sábado
15	Sin Asignar	Lunes-Sábado
16	Lucio Olivera	Lunes-Sábado
17	Lucio Olivera	Lunes-Sábado
18	S/N	Lunes-Sábado
19	Aguilar Luna Rosalio	Lunes-Sábado
20	Aguilar Luna Rosalio	Lunes-Sábado
21	Salgado Vázquez Ignacio	Lunes-Sábado
22	Salgado Vázquez Ignacio	Lunes-Sábado
23	Francisco Tenorio Torres	Lunes-Sábado
24	S/N	Lunes-Sábado
25	Gudiño Bonilla Emilio	Lunes-Miércoles-Viernes
26	Gudiño Bonilla Emilio	Martes-Jueves-Sábado
27	García Díaz Carlos	Lunes-Sábado
28	García Díaz Carlos	Lunes-Sábado
29	Jaime Reyes García	Lunes-Sábado

Ruta	Operador	Días de operación
30	Limón Luciano Agustín	Lunes-Sábado
31	Lorenzo Mondragón	Martes-Jueves-Sábado
32	S/N	Lunes-Sábado
33	García Rodríguez Alejandro	Lunes-Sábado
34	Piña García Saúl	Lunes-Sábado
35	Piña García Saúl	Lunes-Sábado
36	Martínez Romero Juan	Lunes-Sábado
37	Martínez Romero Juan	Lunes-Sábado
38	Martínez Romero Juan	Lunes-Sábado
39	S/N	Lunes-Sábado
40	S/N	Lunes-Sábado
41	Gallegos Romero Juan	Lunes-Sábado
42	Cirilo Mérida Vertiz	Lunes-Sábado
43	Pio Fragoso	Lunes-Sábado
44	Cirilo Mérida Vertiz	Lunes-Sábado
45	Mérida Gracia Wenceslao	Lunes-Sábado
46	Mérida Gracia Wenceslao	Lunes-Sábado
47	Velazco Cabañas Crescenciano	Lunes-Sábado
48	S/N	Lunes-Sábado
49	García Cano Julio	Lunes-Sábado
50	Sevilla Márquez Gerardo	Lunes-Sábado
51	Sevilla Márquez Gerardo	Lunes-Sábado
52	Sevilla Márquez Gerardo	Lunes-Sábado
53	Del Moral Mendoza León	Lunes-Sábado
54	Del Moral Mendoza León	Lunes-Sábado
55	Sevilla Márquez Ignacio	Lunes-Miércoles-Viernes
56	Sevilla Márquez Ignacio	Martes-Jueves-Sábado
57	Valdez Rojas Víctor	Lunes-Sábado
58	S/N	Lunes-Sábado
59	Gonzalez Eduardo	Lunes-Sábado
60	Gonzalez Eduardo	Lunes-Sábado
61	Valdez Rojas Víctor	Lunes-Sábado

TABLA 16. RELACIÓN: RUTAS/OPERADOR/FRECUENCIA DE PASO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.2.1.3.2 Rutas.

Como se ha referido anteriormente, el conjunto de rutas con las que se dispone para ofrecer el servicio de limpia es de 61, el 90% de éstas se opera continuamente de lunes a sábado. De la misma manera se ha mencionado y ubicado el sitio desde donde parte también el 90% de las unidades de recolección (campamento), en este contexto el tiempo promedio que tardan los vehículos recolectores en comenzar propiamente el recorrido es de 1.5 horas.

Cada una de las rutas posee peculiaridades de acuerdo al tipo de relieve y las condiciones demográficas y socioeconómicas de la región que se trate, por ejemplo en colonias donde la estructura de las calles es muy estrecha resulta imposible el tránsito de vehículos recolectores de grandes capacidades y gran tamaño, se opta por utilizar vehículos de menores dimensiones aunque el tiempo del servicio se prolongue. Otro caso similar se presenta cuando la cantidad de población es pequeña, no tiene sentido que en dicha colonia se envíen camiones de gran tonelaje. En contraparte se presentan colonias con una gran extensión de terreno exigiendo de 4 a 6 vehículos para poder completar las rutas, en esta situación está la colonia San Jerónimo que además de poseer una buena extensión territorial, su población es de un nivel económico tal que, aunque no es mucha, genera una gran cantidad de residuos diariamente.

En la Unidad Departamental de Limpia se desconocen algunas propiedades de las rutas, no se sabe cuál de ellas tiene mayor extensión, cuál es la más costosa o por el contrario cuáles son las más cortas o que exigen menos recursos. El conocimiento que se tiene en cuanto a estos aspectos se obtiene de manera totalmente empírica.

Por ahora el registro con el que se cuenta consta del número de la ruta y la colonia asociada a ésta, como se ha mencionado, en función de algunas características del territorio una colonia puede tener más de una ruta o una ruta puede cubrir más de una colonia (en términos generales prevalece la primera condición).

En todas las rutas se emplea el método de recolección denominado de esquina o parada fija, las personas que esperan el servicio identifican los puntos donde comúnmente el vehículo recolector se detiene para recolectar los residuos y es ahí donde se realiza la operación.

En términos de la cobertura que ofrece el sistema de rutas actual, se desconoce tanto la cantidad de personas beneficiadas por el servicio como la cantidad de personas que no reciben recolección en sus hogares, estos últimos son los que contribuyen con la existencia de tiraderos clandestinos y con la contaminación del Río Magdalena.

El siguiente apartado muestra la asignación de las rutas por colonias, es decir la colonia dentro de la cual opera cada trazo de recolección, así como su extensión en kilómetros lineales (sin evaluar características del relieve como rugosidad, textura, etc.).

Ruta	Colonia
1	San Jerónimo Lídice
2	San Jerónimo Lídice
3	San Jerónimo Lídice
4	Lomas Quebradas
5	Lomas Quebradas, Barrio San Francisco
6	Lomas Quebradas, San Jerónimo Lídice
7	San Jerónimo Lídice
8	San Jerónimo Lídice
9	San Jerónimo Lídice
10	San Jerónimo Lídice
11	Pueblo de San Nicolás Totolapan
12	Pueblo de San Nicolás Totolapan
13	Pueblo de San Nicolás Totolapan
14	Pueblo de San Nicolás Totolapan
15	Pueblo de San Nicolás Totolapan
16	Pueblo de San Nicolás Totolapan
17	La Concepción
18	La Concepción
19	Pueblo de San Nicolás Totolapan
20	Pueblo de San Nicolás Totolapan
21	La Guadalupe
22	Santa Teresa, La Cruz
23	Héroes de Padierna
24	Héroes de Padierna
25	San Jerónimo Aculco
26	San Jerónimo Aculco
27	La Cruz, San Francisco
28	La Cruz
29	Barrio San Francisco
30	Barranca Seca
31	Pueblo La Magdalena
32	Lomas de San Bernabé
33	Huayatla
34	Barros Sierra
35	Pueblo San Bernabé Ocotepéc
36	El Rosal
37	El Rosal
38	El Rosal
39	Vista Hermosa

Ruta	Colonia
40	Atacaxco
41	El Ermitaño
42	Las Palmas
43	Las Palmas
44	El Toro
45	Pueblo Nuevo Bajo
46	Pueblo Nuevo Alto
47	El Potrerillo
48	Ampliación Potrerillo
49	La Carbonera, Pueblo Nuevo Alto
50	Las Cruces
51	Las Cruces
52	Las Cruces
53	Las Cruces
54	Los Padres
55	El Tanque
56	El Tanque
57	La Malinche
58	San Bartolo Ameyalco
59	La Carbonera, Pueblo Nuevo Alto
60	Cuauhtémoc
61	La Malinche

TABLA 17. RELACIÓN DE RUTAS POR COLONIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La digitalización del sistema actual de rutas para la recolección de residuos en el sistema de información geográfica arroja el siguiente resultado:

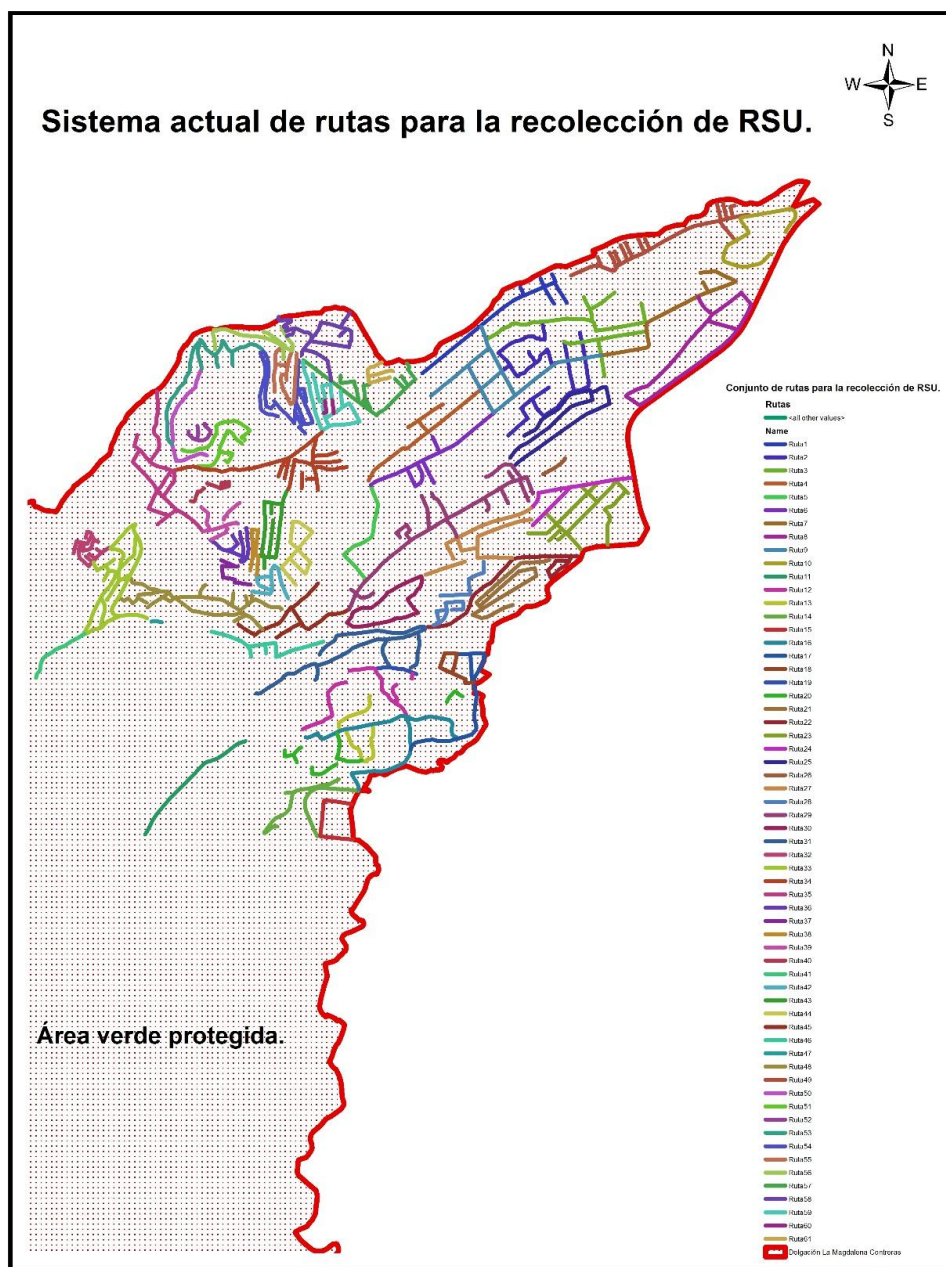


FIGURA 22. SISTEMA ACTUAL DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

4.2.1.3.3 Proceso de recolección.

El servicio de recolección se lleva a cabo mediante recorridos diarios (de lunes a sábado en la mayoría de los casos) a través de rutas predefinidas a lo largo de las colonias que integran la Delegación. Existe una secuencia de operación definida para tales recorridos, desde el año 2011, con el nuevo esquema de separación de residuos en orgánicos e inorgánicos, la única variante es el tiempo requerido para las operaciones de recolección según el tipo de residuo (orgánico-inorgánico), siendo para el caso de los residuos orgánicos más rápido el proceso y asimismo, las características de la carga. Los residuos orgánicos resultan más pesados y emiten una concentración de olores mayor.

Las labores de recolección inician diariamente minutos antes de las 7 am en el campamento de la Unidad Departamental de Limpia o corralón, como antes se ha referido es ahí donde se resguardan los vehículos después de cada día de labores, por lo cual la primera actividad de los conductores al llegar al campamento es encender el motor para que éste “se caliente” antes de iniciar su actividad. En el campamento no existen penalizaciones por incumplir con el horario de entrada o salida del personal, por consecuencia tampoco se tiene mecanismos que registren la hora de llegada de los empleados, los cuales pueden llegar hasta 30 o 60 minutos después de las 7 am, hora de salida establecida.

Toda vez que un equipo de trabajo se ha integrado por 4 o 5 individuos, cuya cantidad depende completamente de la decisión del conductor y tiene connotaciones económicas, es posible comenzar la ruta asignada. Los miembros de tal equipo pueden estar en rotación continua, todo depende de su relación con otros conductores, en otras palabras, el conductor es el único empleado fijo para cada ruta, los ayudantes o “macheteros” pueden variar de acuerdo a sus intereses, estos personajes además no cuentan con contrato ni gozan de ninguna prestación laboral, son considerados como voluntarios y su sueldo se obtiene mediante las propinas u otros convenios que se mencionarán más adelante.

Cuando el equipo correspondiente se encuentra listo (esto puede tomar hasta 90 minutos mientras llegan todos los integrantes), el camión emprende su trayectoria hacia la ruta asignada. Las condiciones del tránsito vehicular en la zona donde se encuentra el campamento no son de flujo continuo, se trata de calles de dos sentidos, en terreno con pendientes muy pronunciadas, malas condiciones del asfalto y un avance mermado por el transporte público que cuenta con una base de camiones a 500 metros del campamento, esta avenida de nombre Ojo de Agua es de paso obligado para todo transporte que desee conectividad con otras zonas.

Cerca de las 8 am el vehículo recolector inicia su recorrido. A partir del momento en que abandona el campamento y hasta que toca el inicio de su ruta pueden transcurrir, en promedio 90 minutos, en función de la lejanía de la ruta con el corralón. Debido a estas condiciones de circulación que se atribuyen a la zona del campamento, un 20% de unidades recolectoras emprenden sus actividades desde las 5 am puesto que además a lo largo de la ruta los camiones recolectores provocan congestión, de tal forma que a horas tempranas se evitan varias complicaciones.

El orden en que la ruta se cubre es decisión única del conductor del vehículo, este proceso se constituye a través de los años y una vez que se tiene definida la secuencia es respetada con regularidad. Los operarios hacen una parada previa al comienzo para colocarse ropa de trabajo, llenar 5 o 6 garrafones de agua donde les sea posible (la gran mayoría los llena en el campamento),

mismos que servirán para mojar el cartón y papel por recolectar. A la par prueban el mecanismo de compresión del vehículo.

Existe una variante importante para las actividades de recolección de residuos en la demarcación. Primeramente se halla lo que los operarios denominan “rutas populares” y en otro rubro las rutas que cubren “fincas”. El primer sector de esta clasificación es el más común. En ella el camión hace paradas aproximadamente cada dos cuadras, es decir, entre 40 y 100 metros. Uno de los integrantes de la brigada recorre a su criterio aproximadamente 10 metros de una calle mientras toca una campana indicando que el vehículo recolector está disponible para recolectar los residuos. La gente que recibe el servicio en su mayoría está pendiente de la presencia del vehículo, algunos tienen sus recipientes listos para su vaciado afuera de sus viviendas. Las personas salen de sus hogares y vacían sus residuos en el camión. Los macheteros o ayudantes auxilian a aquellas que llevan recipientes muy pesados y de gran tamaño, mientras algunos ayudan a la gente a vaciar los residuos (dos ayudantes en promedio), los restantes hacen operaciones de separación y clasificación de los residuos lo más rápido que les sea posible. Los materiales que se clasifican son principalmente:

- Cartón.
- Papel de oficina.
- Aluminio.
- Artículos en condiciones para la reutilización o “cháchara”.
- PET.

Los residuos restantes no escogidos se acumulan en la caja del camión recolector. Los materiales que fueron separados se acumulan y son preparados para la venta por kilogramo. El cartón es cortado en forma cuadrada y se apila en montones de 20 o 25 kilogramos, el papel de oficina es clasificado en un costal de la misma manera que el PET y el aluminio. Todos estos materiales para la venta se almacenan en la parte superior del vehículo, en los casos del cartón y el papel se utiliza el agua de los garrafones para que el peso de los mismos aumente y la ganancia de las ventas sea, por tanto, mayor.

Una sola parada puede tomar entre 10 y 30 minutos, aproximadamente. El conductor siempre comienza por aquellas que exijan mayor cantidad de tiempo para terminar con las menos demandantes, ese es el criterio de recorrido que prevalece. El rol de la gente que recibe el servicio se limita a predecir la hora de llegada del vehículo, estar alerta a lo largo del día para ver en qué momento aparece el camión recolector, recorre una distancia que puede variar de colonia en colonia para poder depositar sus residuos. En algunas colonias los vecinos depositan cierta cantidad monetaria como propinas para el personal del vehículo recolector, éstas se acumulan y junto con las ganancias de las ventas del material se reparte de acuerdo a las reglas que haya establecido el conductor, que es a su vez el jefe de la brigada.

El recorrido es repetitivo, en cada parada la gente vacía sus residuos y después comienza el proceso de selección de materiales. Para completar la ruta transcurren entre 8 y 9 horas. Cuando la ruta se ha completado, el vehículo recolector se dirige al centro de transferencia, un 95% de los conductores prefieren viajar al centro de transferencia ubicado en avenida Ajusco (dado que existe la posibilidad de visitar otro), para lo cual, desde el punto donde se culminó la ruta hasta este sitio de transferencia pueden transcurrir hasta 2 horas (este tiempo está en función del día y la ubicación de la(s) última(s) colonia(s) cubierta). Cuando se ha llegado al centro de transferencia puede también tenerse una

demora de hasta 3 horas, debido a la insuficiencia de cajas para abastecer la demanda de los pequeños camiones que llegan. En el lugar, se les asigna una caja para que depositen ahí los residuos recolectados, cuando se ha terminado el proceso el camión va de regreso al campamento o si tiene la autorización del jefe de la Unidad Departamental de Limpia, puede ser llevado al hogar del conductor o a un estacionamiento alternativo.

El segundo rubro de acuerdo a las características de la ruta, es el conocido como rutas que cubren “fincas”. Este tipo de recorridos son muy peculiares, se trata de realizar la recolección a través de una ruta en la cual no existe la participación de la gente para el vaciado de los residuos. El vehículo recolector se detiene en unidades departamentales, casas de gran extensión, comercios (tiendas, restaurantes, papelerías, centros de ocio o diversión). En dichos lugares se tienen listos los contenedores, se le permite el acceso al camión y el personal inmediatamente efectúa las actividades de separación de los residuos. Los recorridos de esta índole pueden tardar más tiempo entre cada parada puesto que el personal cuenta con un espacio amplio (estacionamientos generalmente) donde no se obstruye el paso por las vialidades y pueden entonces separar los residuos con mayor conciencia. Este tipo de recorridos son los más redituables y cómodos para los conductores y su equipo, la razón es que se llega a un acuerdo económico con las personas encargadas de los domicilios por recibir el servicio, una cuota que fija el conductor y de la cual no tiene que rendir cuentas a la Unidad Departamental de Limpia ni a la Delegación, adicionalmente como se ha dicho antes, no obstruyen las vialidades, poseen más tiempo y si en el recorrido se encuentran oficinas de cualquier especie, se puede garantizar el flujo de una gran cantidad de materiales para su venta, como papel, cartón y PET.

La última variante es una mezcla de los dos rubros, en este tipo de rutas la gente puede vaciar sus residuos pero además el camión recolector puede transitar por zonas en las que solamente se ofrezca servicio a departamentos, oficinas, comercios u hogares de gran poder adquisitivo. La dinámica cambia solamente en que existe interacción mixta entre las dos formas operativas de recolección y quizá en una variación en cuanto al tiempo de cobertura de la ruta.

Todo el proceso descrito corresponde únicamente a la recolección de residuos inorgánicos, la recolección de residuos orgánicos es más sencilla y rápida, un 95% de la gente que recibe el servicio de recolección conoce ya las reglas de separación, consecuentemente al llevar sólo residuos orgánicos no se tienen materiales para separar y clasificar por parte del personal que ofrece el servicio, en consecuencia el personal de los vehículos se dedica únicamente a vaciar los residuos así como éstos llegan, el tiempo del recorrido puede verse reducido a la mitad aproximadamente.

Los operadores de los vehículos saben que el servicio, en algunos casos, no posee la misma penetración para toda la sociedad, principalmente debido a la estructuración del territorio y los asentamientos, los cuales forman extensos andadores cuesta arriba o pequeñas calles en las que los vehículos quedan obstaculizados y son inoperantes. Para tales casos se presentan tres fenómenos: el primero de ellos consiste en que la población afectada camine hasta el camión sin importar la distancia a recorrer, llegando a ser hasta de 100 metros o más. La segunda alternativa es similar a la primera, la principal variante es que la gente acumula los residuos a lo largo de la semana y entonces hace el desplazamiento hasta el camión solamente dos veces a la semana (uno de ellos para vaciar los residuos orgánicos y el otro para los inorgánicos). En una tercera posibilidad se recurre al personal de barrido o barrendero para que sea él, bajo una cuota previamente acordada, quien se lleve los

residuos diariamente de las personas interesadas. Finalmente se puede dar un acuerdo monetario entre algunos vecinos y el personal de los vehículos de recolección para que éstos vayan por los residuos hasta los hogares y se los lleven, se pueden presentar casos mixtos en ciertas colonias.

4.2.1.3.4 Diagrama de proceso.

Tomando como antecedente la información antes descrita y como parte de la metodología de esta investigación, se elaboró el siguiente diagrama de proceso, el cual contiene las actividades que pueden presenciarse durante la recolección de RSU de la demarcación. Dicho proceso, como se verá es cíclico, contiene pocas actividades pero requiere de una cantidad de tiempo mayúsculo, estos tiempos pueden variar estocásticamente según la hora del día, normalmente las labores de recolección superan las 8 horas diarias.

Datos generales		Resumen					Observaciones: El diagrama presentado muestra las actividades para el primer punto de recolección, el valor del tiempo para el transporte inicial (del almacén de inicio al primer punto de la ruta) es el mayor de todos los traslados. Tal y como se indica, el proceso se vuelve repetitivo para cada "parada".
Ruta	11	Actividades	Número	Tiempo (min)			
Actividad	Recolección de RSU.	○ Operación	8	130			
Lugar:	La Magdalena Contreras, D.F.	➡ Transporte	2	64			
		□ Inspección	1	1			
		D Demora	2	3			
		△ Almacenamiento	0	30			
Actividad							OBSERVACIONES
No.	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Tiempo (min)	
1	○	➡	□	D	△	90	Preparar garrafones con agua y "calentar" el motor del vehículo.
2	○	➡	□	D	△	40	Trasladarse hasta el primer punto de conexión con la ruta (punto de inicio a criterio del conductor).
3	○	➡	□	D	△	10	Colocarse el "uniforme" o prendas asignadas al trabajo, guantes y equipo adicional en caso de contar con él.
4	○	➡	□	D	△	1	Tocar la campana en zonas aledañas para indicar la llegada del servicio.
5	○	➡	□	D	△	2	Esperar a que los usuarios lleven sus residuos al vehículo
6	○	➡	□	D	△	6	Auxiliar a la mayor cantidad de usuarios que sea posible a depositar sus residuos
7	○	➡	□	D	△	10	Separar: PET, cartón, papel y objetos potencialmente reutilizables.
8	○	➡	□	D	△	3	Mojar el cartón y almacenarlo adecuadamente en le toldo del vehiculo recolector.
9	○	➡	□	D	△	1	Verificar que no se hayan quedado residuos en la acera o esquina donde se realizaron las actividades.
10	○	➡	□	D	△	4	Trasladarse hasta el siguiente punto de recolección.
11	○	➡	□	D	△	3	Tránsito lento y accesos difíciles entre calles.
12	○	➡	□	D	△	3	Estacionar el vehículo en un punto para la recolección y tocar nuevamente la campana.
13		•	•	•			El proceso se vuelve cíclico a partir de este punto y hasta cubrir toda la ruta.
14	○	➡	□	D	△	7	Toda vez que se ha cubierto la ruta, se prepara el material (PET, cartón, papel, material de reutilización) para la venta.
15	○	➡	□	D	△	10	Transporte hasta el lugar de la venta de materiales.
16	○	➡	□	D	△	10	Transporte hasta el sitio de disposición final.
	○	➡	□	D	△	30	Sitio de disposición final de RSU.

FIGURA 23. DIAGRAMA DE PROCESO: RECOLECCIÓN DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DELEGACIONAL.

4.2.2 Demanda.

4.2.2.1 Estimación índice de generación per cápita de RSU delegacional.

En esta sección se presenta la estimación y análisis correspondiente a la generación per cápita durante 2011, el propósito de calcular un índice que caracterice el nivel de generación de residuos por cada habitante será la base para determinar la demanda del servicio de recolección a nivel AGEB y también a nivel delegacional. A través de estos elementos podrá conocerse el nivel de cobertura territorial sobre recolección y también se podrán identificar aquellas zonas críticas en las cuales son urgentes algunas alternativas de solución, siendo la base de todo ello el propio índice de generación per cápita.

Las condiciones manifestadas por la demanda son un punto imprescindible para que, a través del contraste con la oferta, las características de operación, los factores políticos y sociales, hacer posible el diseño de escenarios que se ajusten a las necesidades actuales de la población y resulten en estrategias eficientes para la recolección de residuos, cuestión que responde al objetivo principal de esta investigación.

A través de la búsqueda y recopilación de información se ha logrado concentrar un registro de datos sobre la cantidad de residuos recolectados en la demarcación durante 2011 (**Anexo 3. Registro de residuos recolectados 2011**). Este documento ha permitido conocer, a través de cifras oficiales, una estimación sobre la magnitud de residuos que están siendo recolectados en la zona de estudio. El procesamiento de estos datos se concentra en la tabla siguiente:

Generación de RSU 2011		
Mes	Recolección de RSU (Kg)	Recolección de RSU (ton)
Enero	1,274,700	1,274.7
Febrero	1,181,700	1,181.7
Marzo	12,849,000	12,849
Abril	13,611,000	13,611
Mayo	13,499,000	13,499
Junio	11,488,000	11,488
Julio	10,962,280	10,962.28
Agosto	13,209,000	13,209
Septiembre	13,747,000	13,747
Octubre	13,014,000	13,014
Noviembre	14,024,000	14,024
Diciembre	15,696,000	15,696
TOTAL AÑO 2011	134,555,680	134,555.68

TABLA 18. GENERACIÓN DE RSU EN LA MAGDALENA CONTRERAS, 2011. FUENTE: UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA.

De acuerdo con las cifras presentadas en la tabla, dentro de la demarcación se tiene una generación de residuos anual superior a las 134 toneladas, lo cual implica que diariamente se recolectan en promedio 369 toneladas.

Debe recordarse además que este trabajo está solamente interesado en la recolección de RSU, por tanto será prudente aclarar nuevamente que este tipo de residuos cuenta con ciertas propiedades definidas por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos mismas que definen a estos residuos como los generados en cada habitación, unidad habitacional o los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes. Nótese que tal como se ha definido en la sección teórica de este documento, se excluyen algunas actividades cuya magnitud de generación de residuos es tal que el servicio de limpia no está obligado a ofrecer la recolección. Es decir, existen generadores cuyos residuos tienen características similares a los domiciliarios, un ejemplo de ello son los restaurantes o supermercados. Sin embargo debido a la cantidad de residuos que producen, el departamento de limpia no se ve obligado a ofrecer el servicio, en consecuencia, dichos establecimientos tienen que negociar un acuerdo con los operadores de las rutas de recolección, estas medidas son suficientes para tratar estos desechos como de manejo especial y no como RSU, en virtud de que las autoridades no son responsables de atender a estas fuentes (debido a la magnitud de residuos) y a que el ente generador debe hacerse cargo de sus desechos (hecho que se manifiesta en la acción de contratar los servicios de recolección de RSU cotidianos).

En la tabla siguiente se constata que efectivamente, los residuos con características domiciliarias pueden ser generados por diversas fuentes, aunque no necesariamente clasificados como tal:

Fuente generadora	Clasificación	Tipo de residuos generados
Casa-Habitación	Unifamiliar Plurifamiliar	Urbanos de manejo especial
Comercios	Establecimientos comerciales Mercados Centros de abasto	
Servicios	Restaurantes y bares Centros de espectáculos y recreación Hoteles Servicios públicos Oficinas públicas Centros educativos	
Especiales	Unidades médicas Laboratorios Veterinarias Terminal de autobuses Terminal aérea Vialidades Centro de adaptación social	Urbanos peligrosos de manejo especial

Fuente generadora	Clasificación	Tipo de residuos generados
Industriales	Industrias manufactureras en general	Urbanos peligrosos de manejo especial
Otros	Áreas verdes Objetos luminosos Material de construcción Reparaciones menores	Urbanos peligrosos de manejo especial

TABLA 19. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LA FUENTE GENERADORA. FUENTE: PGIRS, [HTTP://WWW.PAOT.OR.MX/CENTRO/PROGRAMAS/PEGIRS.PDF](http://www.paot.or.mx/centro/programas/pegirs.pdf)

Ante estos argumentos, no debe confundirse nunca el concepto de RSU, se trata de residuos con características domiciliarias (empaques, restos de comida, textiles, plásticos, etc.) y pueden además ser también aquellos desechos que resultan de la limpieza de las vialidades, asimismo los RSU pueden cambiar de categoría y clasificarse como residuos de manejo especial si la fuente generadora excede los 50 kg/día (“Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal”). Dicha clasificación de generadores se efectúa, según la Secretaría del Medio Ambiente de la siguiente manera:

Clasificación de generadores	
Generadores de RSU	<50 kg/día
Generadores de alto volumen	Mayor o igual a 50 kg/día

TABLA 20. CLASIFICACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS. FUENTE: SEMARNAT, 2009.

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal establece que un generador que exceda una producción diaria de residuos de 50 kg., se verá obligado a presentar un plan de manejo de los mismos, por tanto deja de clasificarse formalmente como un generador de RSU.

Volviendo entonces a la cifra que registra la Unidad Departamental de Limpia de la Delegación en cuestión, se entiende que esta magnitud contiene aquellos residuos provenientes de los “generadores de alto volumen”, para los cuales también se tiene servicio de recolección pero a través de un acuerdo con los conductores de los camiones y su equipo de trabajo. De tal suerte que para poder conocer la demanda real, es necesario eliminar una proporción al total de residuos que se tiene registrado. Un antecedente importante sobre esta información lo define la Secretaria del Medio Ambiente quien en su publicación “Inventario de residuos sólidos del Distrito Federal” define el porcentaje de generación según la fuente emisora, de la siguiente manera:

Fuente generadora	Porcentaje de participación
Domiciliarios	47%
Comercios	30%
Servicios	15%
Diversos	5%
Controlados	3%

TABLA 21. PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LA FUENTE GENERADORA. FUENTE: SEMARNAT, 2010.

Partiendo de estas cifras, se entiende que de acuerdo con la definición de RSU, interesa específicamente el 47% del volumen generado ya que evidentemente es la proporción que corresponde a los residuos generados en los hogares y no es susceptible de contener grandes volúmenes por un solo ente generador, cuestión que sí ocurre con los rubros: comercios y servicios que aunque produzcan residuos de tipo domiciliario su magnitud es en la mayoría de los casos superior a los 50 kg. diarios. En contraste, según el censo económico 2009 del INEGI, en La Magdalena Contreras existían en ese entonces 110 comercios al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco. Como se ha aclarado estos establecimientos son los más indicados para generar volúmenes mayores a 50 kg/día y se trata de quienes requieren negociar con el operador del camión recolector para recibir el servicio de manera independiente.

Aunado a las consideraciones anteriores, el Instituto Nacional de Ecología estima que el porcentaje de recolección efectivo ronda entre el 75% y el 85% en ciudades medias, por otra parte, y en sustento a estas cifras la Organización Panamericana de la Salud ha realizado en 2010 una evaluación regional sobre el manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina, llegando a resultados interesantes sobre el porcentaje de cobertura del servicio de recolección de los mismos de acuerdo al tamaño de la población, éstos se presentan a continuación:

Porcentaje de población cubierta por el servicio de recolección						
Modalidades	Micro*	Pequeño*	Mediano*	Grande*	Mega*	País
Servicio municipal directo	99.4	85.7	76	22.8	100	62
Contrato de servicios	0	0	12.5	54.3	0	23.6
Cooperativas	0	0	0.5	20.2	0	7.6
A cargo del gobierno central	0	0	0	0	0	0

TABLA 22. PORCENTAJE DE POBLACIÓN CUBIERTA POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN. FUENTE: PAHO/WHO.

***Cantidad de habitantes: Micro: ≤ 15,000 Pequeño: 15,001-50,000 Mediano: 50,001-300,000 Grande: 300,001-5, 000,000 Mega: > 5, 000,000.**

Dado la complejidad de estimar un valor certero sobre la eficiencia del servicio de recolección en cuanto a la cantidad de residuos recolectados respecto de los generados, y con base también en las diferentes fuentes que se han citado, agregando además las observaciones en campo y los datos que de manera verbal se han obtenido de la Unidad de Limpia de la demarcación, se ha concluido que para la Delegación La Magdalena Contreras, se tiene un porcentaje de recolección del 70% sobre el volumen total de residuos, valor que se ajusta precisamente a los intervalos estimados por otros estudios de mayor profundidad ejemplificados renglones arriba.

Ahora bien, para obtener una estimación del índice de generación per cápita específico de la zona de estudio será necesario conjuntar toda la información que hasta aquí se ha presentado y combinarla para llegar a una cantidad definida. El siguiente diagrama especifica el procedimiento a seguir:

Estimación del índice de generación per cápita de **RSU** para La Magdalena Contreras.

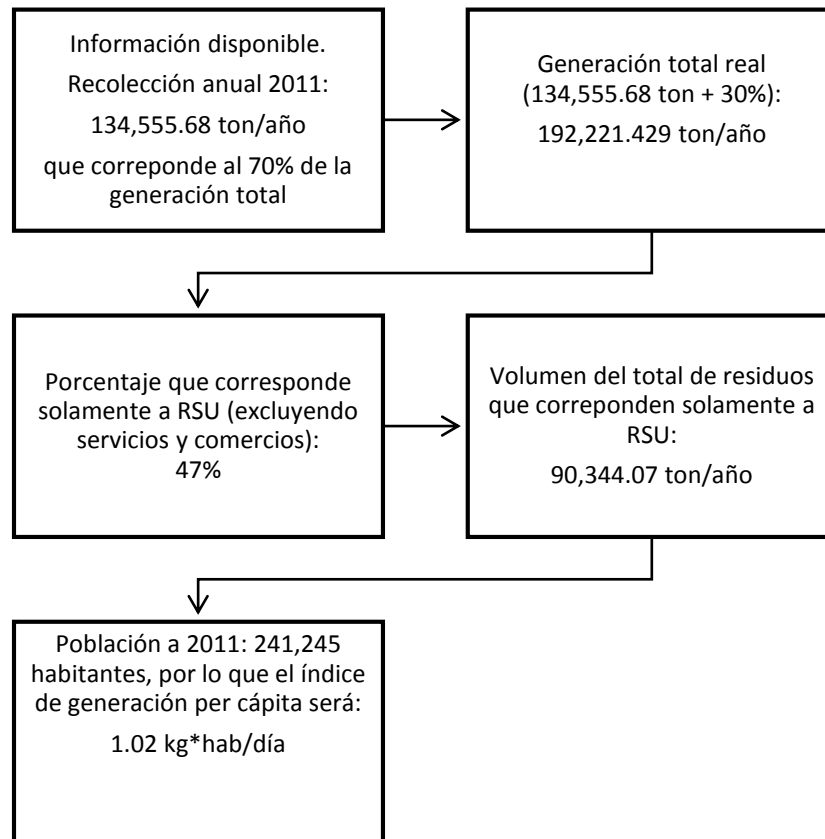


FIGURA 24. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El gráfico anterior consta de cinco etapas a lo largo de las cuales se realizan operaciones relacionadas que se encaminan a la obtención de un valor de índice de generación per cápita para la Delegación. Primeramente, se incrementó la magnitud de residuos recolectados proporcionada por la Unidad de Limpia (134,555.68 ton/año) en un 30%, dado que antes se definió un porcentaje de eficiencia del 70%, operación que implica que la generación total (diferente del volumen recolectado) sea: 179,407.573 ton/año.

Posteriormente también se recurrió a la información extraída de SEMARNAT sobre el porcentaje de generación según el tipo de fuente generadora. Tal valor corresponde al 47%⁶ en el Distrito Federal para los residuos domiciliarios de bajo volumen, por tanto aplicando esta proporción a la cantidad de generación total resultan: 84,321.56 ton/año.

Finalmente, debido a que ya se ha discriminado cualquier otro tipo de residuos que no corresponda a la categoría de los RSU, se puede entonces hacer el cociente entre el total de la población para el

⁶ Aunque este porcentaje publicado por la SMA corresponde al año 2010 y la información sobre recolección corresponde a 2011, se ha decidido no modificarlo dado que se trata de variaciones mínimas de un año a otro, afectando muy poco la veracidad del resultado.

año 2011 (241,245 habitantes) y así obtener entonces el índice de generación per cápita específico de La Magdalena Contreras, el cual es: 1.02 kg/hab/día.

El valor obtenido se valida a través del índice de generación per cápita promedio en el Distrito Federal calculado por la Secretaría del Medio Ambiente, este índice alcanza un valor de 1.3 kg/hab/día.

Como elementos complementarios, se ha extendido el uso de la información disponible sobre recolección de residuos en la demarcación con la finalidad de estimar índices de generación per cápita con un mayor nivel de desagregación, concretamente se obtuvo el índice de generación per cápita para residuos sólidos urbanos de carácter orgánico e inorgánico. En otros términos, la cantidad de generación por persona que antes se ha mostrado fue descompuesta en dos cantidades más para conocer el nivel de generación de residuos orgánicos e inorgánicos. El procedimiento para hallar tales resultados fue exactamente el mismo que el expresado en el diagrama preliminar.

4.2.2.1.1 Estimación del índice de generación per cápita de RSU orgánicos.

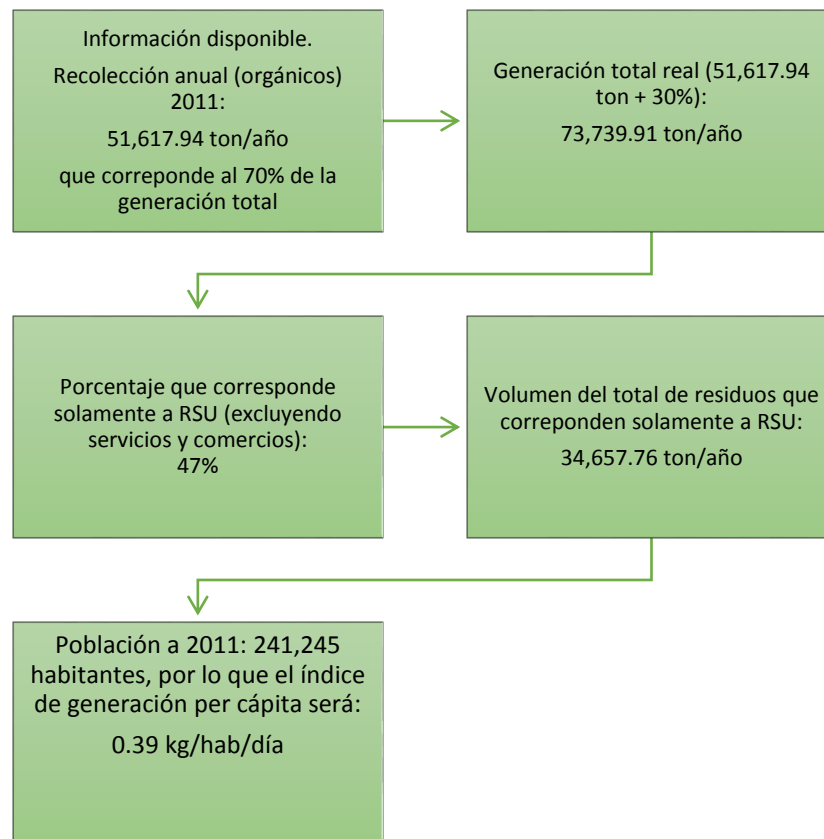


FIGURA 25. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU ORGÁNICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

De la misma manera, se obtuvo el índice de generación por persona de residuos inorgánicos, cuyo porcentaje es mayor al de orgánicos.

4.2.2.1.2 Estimación del índice de generación per cápita de RSU inorgánicos.

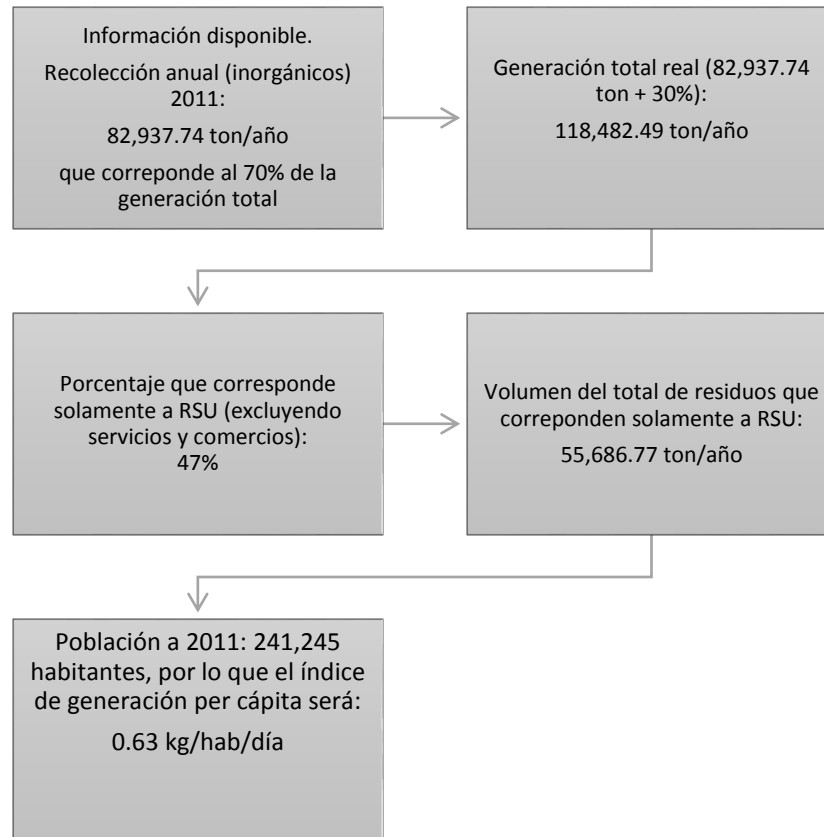


FIGURA 26. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU INORGÁNICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En resumen, el índice de generación per cápita de RSU así como de residuos orgánicos e inorgánicos para la zona de estudio queda de la siguiente manera:

POBLACIÓN ESTIMADA 2011	(Kg/persona/día)		
	GPRS _{INORGÁNICO}	GPRS _{ORGÁNICO}	GPRS
241,245 Habitantes.	0.63	0.39	1.02

TABLA 23. ÍNDICES DE GENERACIÓN PER CÁPITA EN LA MAGDALENA CONTERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.2.2.2 Generación de RSU por AGEB.

Mediante la información consultada en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) sobre conteo poblacional 2010, así como las capas correspondientes a áreas geoestadísticas básicas (AGEBs) se integró este mapa temático. Dicho mapa resume la cantidad de residuos sólidos urbanos generados según cada polígono, con una estimación de población hasta 2011. Para poder enfatizar la escala de generación de residuos se han considerado 10 intervalos de aproximadamente 1 kilogramo como rango. La mayor concentración de residuos está ubicada en la zona noroeste de la demarcación, con magnitudes que oscilan entre 6 y más de 8 toneladas diarias de residuos. El territorio restante genera entre 0.6 kg y 5 toneladas diarias. El mapa con dicha información es el siguiente:

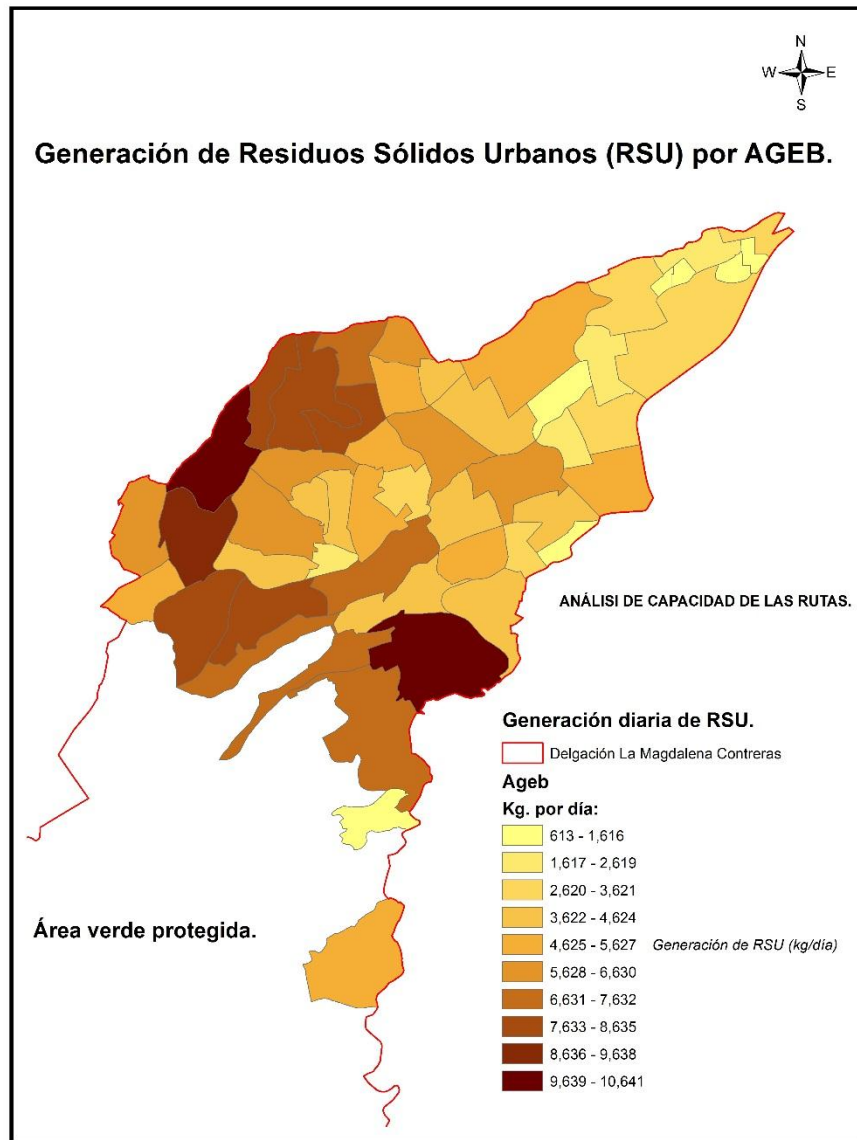


FIGURA 27. GENERACIÓN DE RSU POR AGEB. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.2.2.3 Generación de RSU por Manzana.

Este mapa temático tiene la misma estructura que el anterior (10 intervalos equidistantes con una rango de 0.25 kg.), la variación directa perceptible es que el nivel de desagregación de la información es mucho mayor, lo cual es entendible si se considera que el área de las manzanas es en general menor que la representada por AGEBs, de esta manera, la generación de residuos tienen una distribución más específica. No obstante se observará que la tendencia persiste: la mayor concentración de residuos está ubicada en las manzanas de la zona noroeste de la demarcación, con magnitudes que oscilan entre 1.7 y más de 2.5 toneladas diarias de residuos.

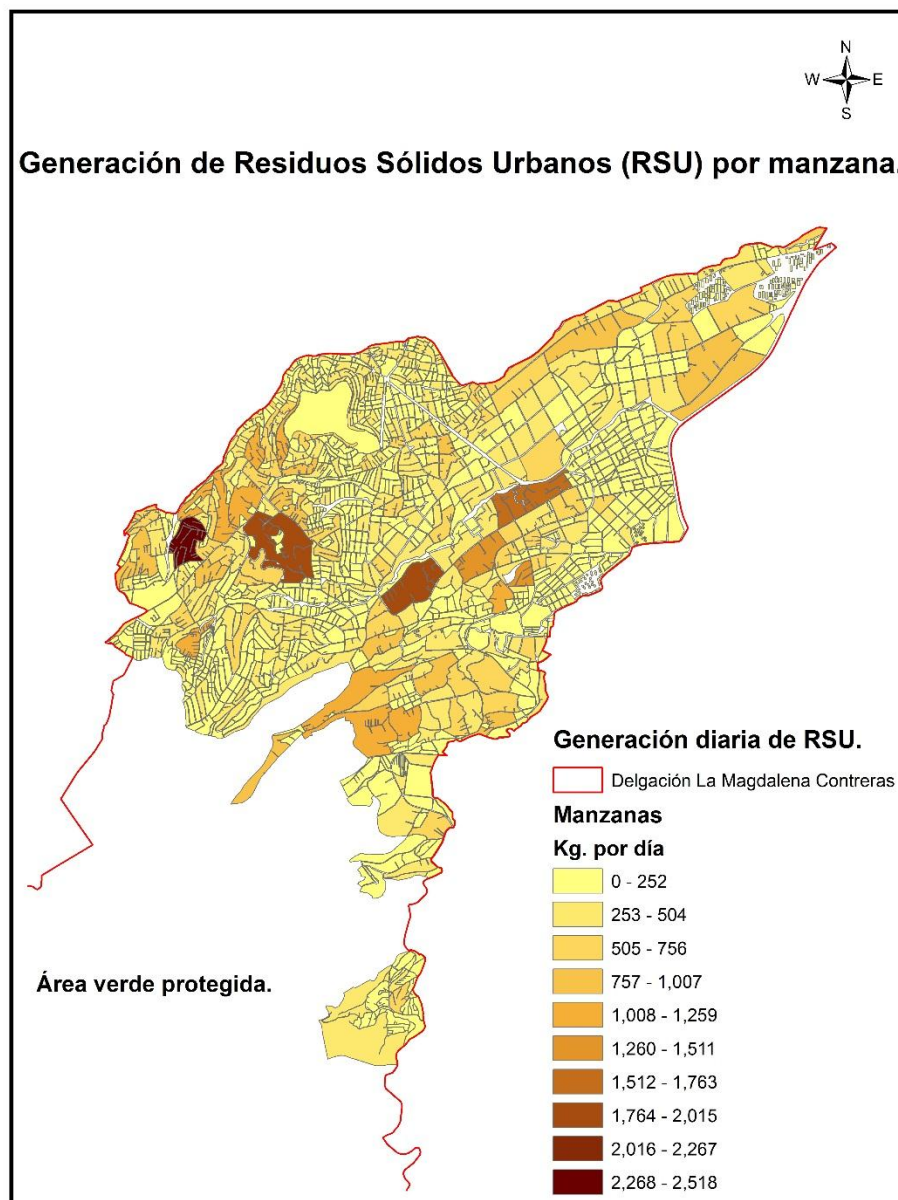


FIGURA 28. GENERACIÓN DE RSU POR MANZANA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.2.2.4 Zonas de mayor generación de RSU.

Para determinar, de una manera práctica, las zonas de mayor generación haciendo referencia a una clasificación más sencilla además de las AGEBS y Manzanas (bien podrían emplearse las Manzanas y las AGEBS, empero se decidió optar por una terminología común), se ha recurrido a la zonificación por colonias. Con base en los mapas temáticos generados se ha sobrepuesto una capa de colonias para identificar con precisión cuáles de ellas son las que corresponden a mayores índices de generación de residuos diarios. El resultado de este procedimiento es el mapa siguiente y la relación de colonias con mayor cantidad RSU de residuos generados diariamente.

Colonia	Generación de RSU (kg/día)
Lomas de San Bernabé	1,200-2,518
San Bernabé Ocoatepec	1,260-2,267
Pueblo Nuevo Bajo	1,260-2,267
San Francisco	1,260-1,763
La Cruz	1,008-1,763
Barranca Seca	1,008-1,511
San Nicolás Totolapan	7,57-1,259
San Jerónimo Lídice	253-1,007

TABLA 24. ZONAS DE MAYOR GENERACIÓN DE RSU EN LA MAGDALENA CONTERAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.3 Deficiencias del sistema actual de recolección de RSU.

4.3.1 Zonas sin cobertura del servicio de recolección.

Recurriendo a los diferentes mapas temáticos elaborados, así como a las capas auxiliares, ha logrado determinarse cuáles son las zonas, que carecen de alguna ruta que ofrezca el servicio de recolección. Para obtener este resultado se empleó la herramienta de *Análisis Buffer* en el sistema de información geográfica, fijando tres diferentes distancias de influencia para cada ruta: 10,15 y 20 metros; lo anterior implica que a lo largo del trazo de la ruta, ésta puede garantizar el servicio a esos tres niveles de distancia (puesto que la gente no camina más de 20 metros para depositar sus residuos). Así, de manera simultánea podrá notarse el nivel de generación de residuos de cualquier zona y a su vez el nivel de influencia de la ruta más cercana o bien la ausencia del servicio.

El siguiente mapa presenta una serie de capas sobre puestas, entre ellas se pueden encontrar:

- Red actual de rutas para el servicio de recolección.
- Manzanas con nivel de generación de RSU diaria.
- Delegación La Magdalena Contreras.
- Buffer con distancia a tres niveles: 10, 15 y 20 metros.

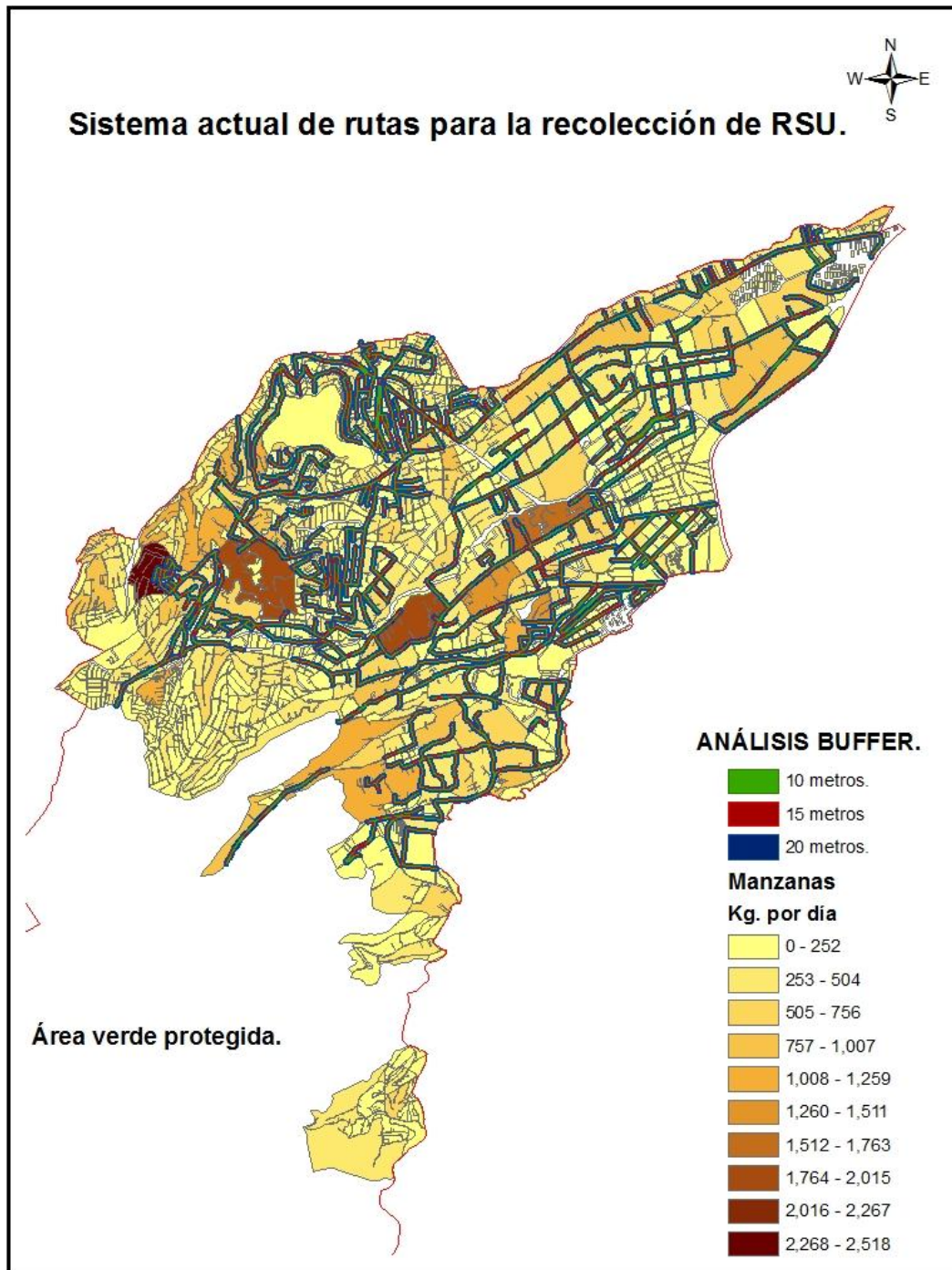


FIGURA 29. ANÁLISIS BUFFER DEL SISTEMA DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

De acuerdo con el mapa anterior, se presenta a continuación una tabla que contiene para cada colonia, el nivel de cobertura, de acuerdo con tres parámetros:

1. **Buena Cobertura.** Existe uno o más rutas de manera tal que se observa una satisfacción de servicio en el territorio de entre 90 y 100%.
2. **Cobertura Incompleta.** Disminución en el nivel de servicio, oscilando entre el 50 y 80% de cobertura del territorio correspondiente a cada colonia.
3. **Sin Cobertura.** Inexistencia de rutas que cubra la colonia o bien, en el mejor de los casos un porcentaje menor al 50% de cobertura territorial.

Dicho lo anterior, se presenta la tabla con la información correspondiente:

Colonia	Nivel de Cobertura
Unidad Independencia Batan Norte	Buena cobertura
Unidad Independencia San Ramón	Buena cobertura
San Jerónimo Lídice	Buena cobertura
San Jerónimo Aculco	Cobertura incompleta
Héroes de Padierna	Buena cobertura
San Francisco	Cobertura incompleta
Santa Teresa	Buena cobertura
Pedregal 2	Buena cobertura
La Concepción	Cobertura incompleta
La Cruz	Buena cobertura
San Nicolás Totolapan	Cobertura incompleta
Subestación	Cobertura incompleta
El Ocotal	Sin Cobertura
La Carbonera	Sin Cobertura
Cazulco	Sin Cobertura
El Ermitaño	Sin Cobertura
Tierra Unidad	Sin Cobertura
Lomas de San Bernabé	Sin Cobertura
El Rosal	Buena cobertura
Pueblo Nuevo Alto	Cobertura incompleta
Barros Sierra	Sin Cobertura
Lomas Quebradas	Cobertura incompleta
San Bernabé Ocotepec	Cobertura incompleta
Huayatla	Cobertura incompleta
Las Cruces	Buena cobertura
Los Padres	Buena cobertura

Colonia	Nivel de Cobertura
Cuauhtémoc	Cobertura incompleta
La Malinche	Cobertura incompleta
San Bartolo Ameyalco	Buena cobertura
El Tanque	Buena cobertura
El Toro	Cobertura incompleta
Pueblo Nuevo Bajo	Buena cobertura
Potrерillo	Buena cobertura
Acataxco	Cobertura incompleta
Gavillero	Sin Cobertura
Tierra Colorada	Sin Cobertura
Ixtlahualtongo	Sin Cobertura
Barranca Seca	Buena cobertura
La Magdalena	Buena cobertura

TABLA 25. COBERTURA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN POR COLONIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En función a estas cifras se concluye que el 45% de las colonias (porcentaje que corresponde a 23 de ellas) se encuentran en condiciones de cobertura incompleta o simplemente sin el servicio de recolección.

4.3.2 Rutas con capacidad insuficiente, en función a la demanda que cubren.

Para definir las condiciones en las que se encuentra la cobertura de cada una de las rutas en relación a la capacidad de los vehículos en cada una de ellas, nuevamente se hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica para producir un mapa temático que revelará esta información. A continuación se presenta el sistema actual de rutas y su clasificación de acuerdo a la demanda del servicio de recolección:

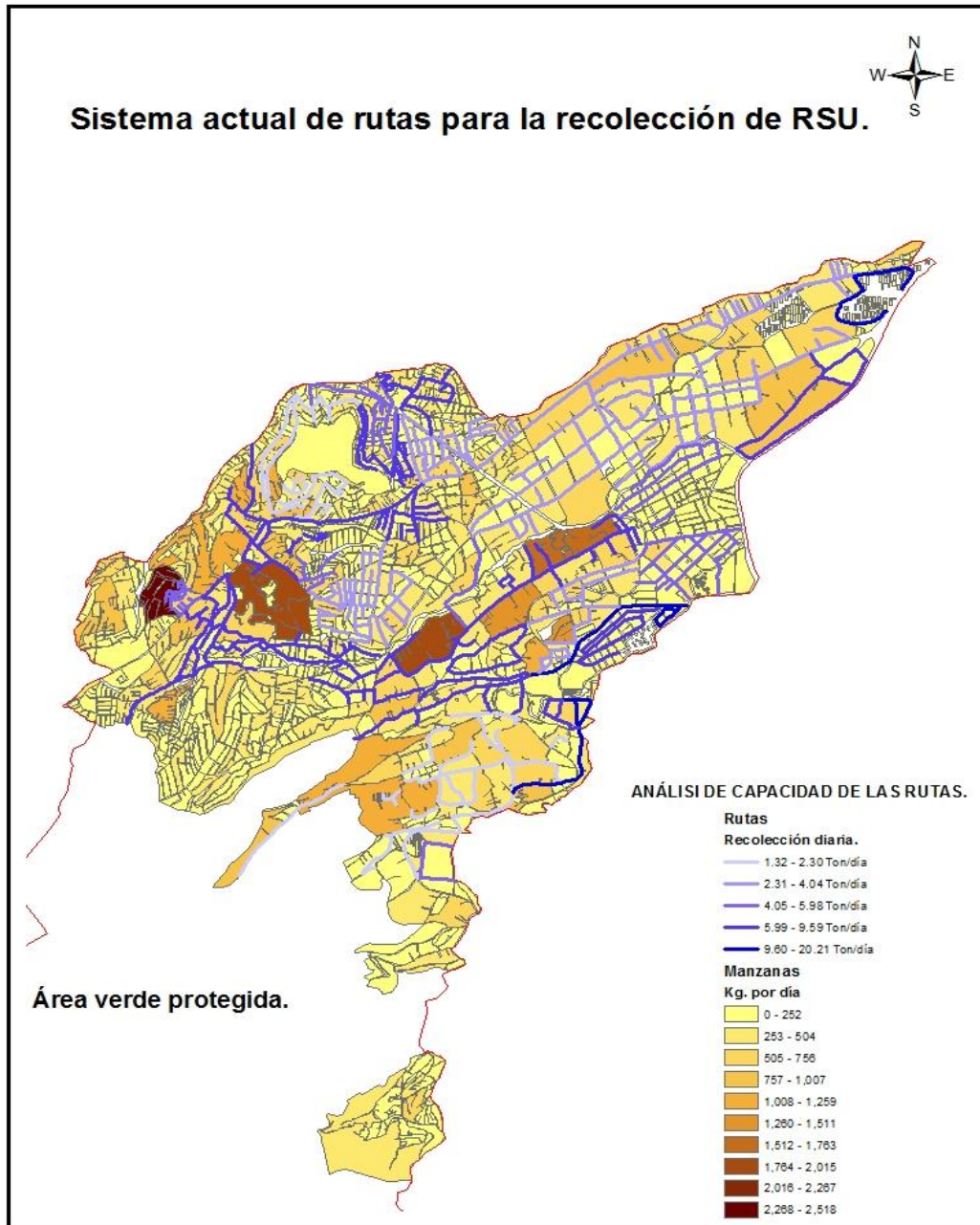


FIGURA 30. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LAS RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Con base en estos elementos se pretende determinar cuáles son las rutas “saturadas” de acuerdo con su capacidad y cuáles de ellas tienen una sobreoferta o están subutilizadas. La tabla siguiente resume el trabajo de este apartado, en ella pueden consultarse las rutas dentro de una clasificación en 3 categorías:

- Suficiente
- Subutilizada
- Insuficiente

El término **Suficiente** implica que el vehículo asignado a la ruta, recolecta la cantidad diaria de residuos en la zona respectiva y su capacidad se ve ocupada entre 51% y 80%.

El término **Subutilizada** hace referencia a las rutas en las cuales los vehículos que las operan ocupan el 50% o menos de su capacidad para satisfacer la demanda presente en su trayecto.

Por último, el término **Insuficiente** corresponde a aquellas rutas cuyo vehículo recolector asignado tiene una ocupación mayor al 81% de su capacidad.

Ruta	Recolección diaria promedio (Ton)	Capacidad del vehículo (Ton)	% de utilización de la capacidad del vehículo	Estatus de capacidad
1	2.81	8	35%	Subutilizada
2	2.95	8	37%	Subutilizada
3	5.38	8	67%	Suficiente
4	4.84	8	61%	Suficiente
5	4.79	8	60%	Suficiente
6	2.3	8	29%	Subutilizada
7	2.3	8	29%	Subutilizada
8	2.3	8	29%	Subutilizada
9	4.42	8	55%	Suficiente
10	4.42	8	55%	Suficiente
11	4.36	8	55%	Suficiente
12	4.36	8	55%	Suficiente
13	4.36	3	145%	Insuficiente
14	4.36	3	145%	Insuficiente
15	4.04	3	135%	Insuficiente
16	3.91	8	49%	Subutilizada
17	3.91	8	49%	Subutilizada

Ruta	Recolección diaria promedio (Ton)	Capacidad del vehículo (Ton)	% de utilización de la capacidad del vehículo	Estatus de capacidad
18	3.91	8	49%	Subutilizada
19	3.69	3	123%	Insuficiente
20	1.37	3	46%	Subutilizada
21	1.37	3	46%	Subutilizada
22	1.37	8	17%	Subutilizada
23	1.32	8	17%	Subutilizada
24	1.32	8	17%	Subutilizada
25	3.52	8	44%	Subutilizada
26	3.51	8	44%	Subutilizada
27	3.51	8	44%	Subutilizada
28	3.5	8	44%	Subutilizada
29	3.24	8	41%	Subutilizada
30	3.24	8	41%	Subutilizada
31	3.01	8	38%	Subutilizada
32	2.95	8	37%	Subutilizada
33	2.95	8	37%	Subutilizada
33	2.95	8	37%	Subutilizada
35	2.95	8	37%	Subutilizada
36	2.95	8	37%	Subutilizada
37	2.95	8	37%	Subutilizada
38	2.95	8	37%	Subutilizada
39	2.3	8	29%	Subutilizada
40	1.42	8	18%	Subutilizada
41	1.37	8	17%	Subutilizada
42	8.79	8	110%	Insuficiente
43	20.21	8	253%	Insuficiente
44	17.86	4	447%	Insuficiente
45	16.25	8	203%	Insuficiente
46	9.59	8	120%	Insuficiente
47	8.84	8	111%	Insuficiente
48	8.84	8	111%	Insuficiente
49	8.84	8	111%	Insuficiente

Ruta	Recolección diaria promedio (Ton)	Capacidad del vehículo (Ton)	% de utilización de la capacidad del vehículo	Estatus de capacidad
50	8.84	4	221%	Insuficiente
51	8.84	4	221%	Insuficiente
52	8.84	4	221%	Insuficiente
53	8.84	8	111%	Insuficiente
54	8.84	8	111%	Insuficiente
55	8.84	8	111%	Insuficiente
56	8.66	8	108%	Insuficiente
57	8.66	8	108%	Insuficiente
58	8.66	8	108%	Insuficiente
59	8.58	8	107%	Insuficiente
60	8.41	8	105%	Insuficiente
61	7.65	8	96%	Insuficiente

TABLA 26. RELACIÓN OFERTA/DEMANDA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

De la tabla anterior pueden concluirse cifras definitivas que sustentarán en gran parte el diseño de nuevas rutas, extensión de las mismas o incluso la modificación de la frecuencia del servicio (para aquellas de carácter “subutilización”):

- El 11.6% (7 rutas), tienen un nivel de capacidad **suficiente** ante las necesidades de la población que cubren.
- En lo que corresponde a rutas **subutilizadas**, el porcentaje con esta característica alcanza el 49.1%, lo cual implica que 30 rutas están en esta situación.
- El porcentaje de rutas que resultan **insuficientes** en cuanto a la capacidad ofertada es de 39.3% (cifra que representa 24 rutas del total).

Así, es posible confirmar que menos del 50% de las rutas existentes son capaces de cubrir la generación de residuos que se presenta en sus respectivos territorios, a su vez, también se hace notar la existencia de las rutas que desaprovechan su capacidad de almacenamiento de forma sustancial, y casi en la misma proporción a estas últimas, se tienen rutas en las cuales los vehículos responsables se ven rebasados por la generación de residuos que cubren.

Hasta ahora de estas tres categorías, son la rutas suficientes las que representan el mayor porcentaje relativo, si con el sistema actual se estima una eficiencia global del 70% (PAHO/WHO), este porcentaje puede incrementarse considerablemente sólo con la modificación de rutas que se encuentran en las otras dos categorías.

4.4 Estrategias de solución.

El resultado de los análisis previos realizados y presentados a lo largo de la presente investigación deriva en la detección de áreas de oportunidad del sistema de recolección, dichas áreas son susceptibles de aprovecharse con el fin de mejorarlo en delegación La Magdalena Contreras. Evidentemente, las propuestas de solución están encaminadas directamente a la consecución del objetivo principal de este trabajo.

Es así, bajo esta premisa y con todos los elementos recolectados previamente que se proponen a continuación las estrategias de solución al problema abordado en este texto. Estas propuestas profundizan en tres vertientes:

- **Ampliación de la cobertura de rutas existentes.** Partiendo del sistema de ruteo definido hasta la fecha, se ampliarán las rutas con base en la relación oferta/demanda de cada una de ellas.
- **Nuevas rutas de recolección.** Otra estrategia de solución consiste en el trazo de nuevas rutas de recolección en aquellas zonas críticas que, por un lado carezcan propiamente del servicio de recolección, o bien sea tal la generación de residuos en la zona, que la ruta responsable requiera de una ruta de alivio para satisfacer la demanda.
- **Nuevos métodos de recolección en zonas específicas.** La tendencia mundial en los países desarrollados en cuanto a la recolección de residuos ha sido modificar sus métodos de recolección y adoptar, en la mayoría de los casos, métodos de recolección que involucren contenedores fijos en puntos estratégicos. Si bien esta solución no es genérica, por las razones que se han expuesto dentro de este trabajo (principalmente las relacionadas con el comportamiento de la sociedad: cultura y costumbres), existe un potencial de ciertas zonas dentro de la Delegación La Magdalena Contreras que deben ser aprovechadas para hacer más eficiente las labores de recolección de residuos en beneficio de sus habitantes.

Las estrategias de solución aquí presentes están sujetas al entorno político y social que la demarcación presenta, de tal manera que están diseñadas con el propósito de afectar lo menos posible el entorno del sistema y al sistema mismo. De acuerdo con el esquema de operación actual en cual el ingreso económico de los operarios depende de los residuos que venden como producto de la recolección y de las propinas de los usuarios, que en determinados casos se vuelve un ingreso fijo, resultaría prácticamente imposible definir la reestructuración de rutas sin que esto estuviera acompañado de compensaciones económicas convincentes para los trabajadores de limpieza, puesto que más del 50% de ellos tendrían posibilidades de reubicarse en otras rutas que por las características sociales y económicas de las colonias les redituarian menores ingresos comparados con los actuales. En consecuencia, la reestructuración de rutas, resulta una solución efectiva y poderosa sólo si forma parte de un proyecto más grande capaz de considerar los aspectos políticos, administrativos y laborales del sistema; a lo anterior obedece que en este trabajo se haya decidido realizar una propuesta factible en términos de ejecución, es una propuesta que no implica la “inyección” de recursos económicos y no pretende revolucionar la estructura organizacional de la Unidad de Limpia de la delegación La Magdalena Contreras, tal como lo muestra el siguiente esquema:

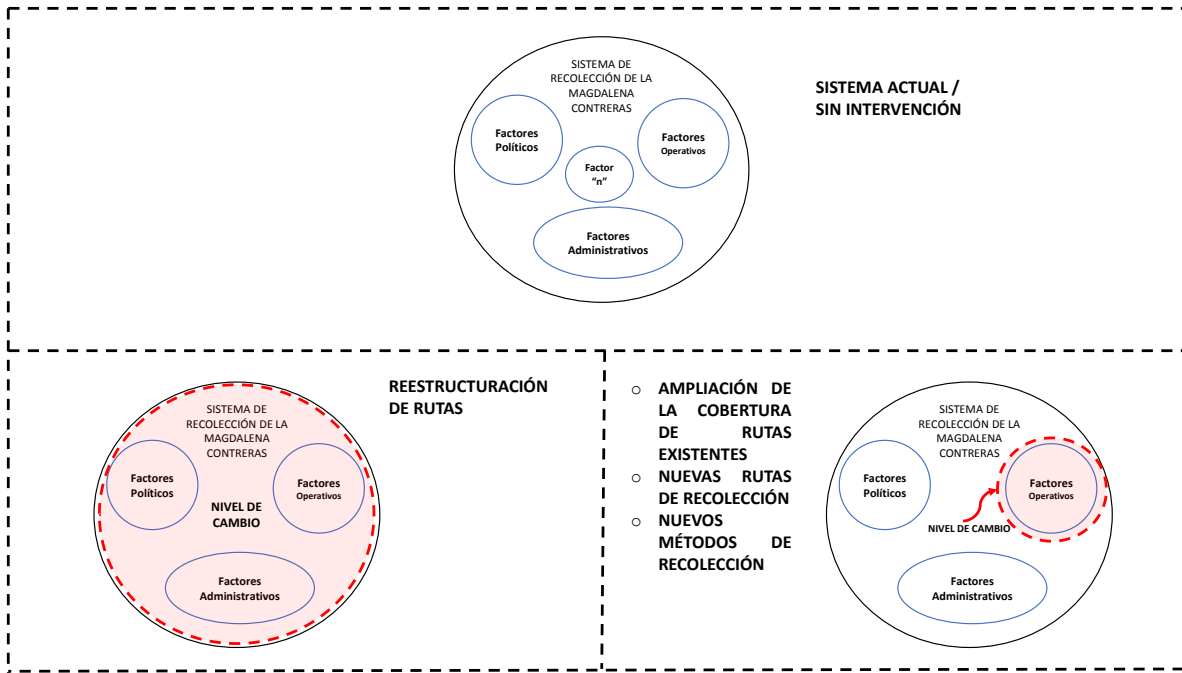


FIGURA 31. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN Y SU IMPACTO EN EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.4.1 Ampliación de la cobertura de rutas existentes.

Esta sección mostrará el conjunto de rutas que, en función a los análisis de capacidad y demanda del servicio de recolección, tienen amplias posibilidades de extender su trazo. La información partirá de lo general a lo particular, presentando primero la totalidad de las rutas en las que se sugiere extensión del trazo y posteriormente profundizar en cada una de ellas detallando sus características.

Con base en los siguientes elementos se han determinado las rutas con posibilidad de ampliación:

- Capacidad de las rutas: definida por el tipo de camión recolector (capacidad de carga) que opera en cada una de ellas.
- Índice de generación de residuos a nivel manzana y AGEB.
- Mapas temáticos de la capacidad de las rutas e índice de generación de residuos a nivel manzana y AGEB.

A continuación se muestra el conjunto de rutas en las cuales se sugiere extensión:

Extensión de rutas	
Ruta	Colonia
7	San Jerónimo Lídice
6	San Jerónimo Lídice
17	La Concepción
22	Santa Teresa
24	Héroes de Padierna
25	San Jerónimo Aculco
28	La Cruz
30	Barranca Seca
31	Pueblo La Magdalena
32	Lomas de San Bernabé
33	Huayatla
35	Pueblo de San Bernabé
36	El Rosal
37	El Rosal
38	El Rosal
39	Vista Hermosa
40	Atacaxco
41	El Ermitaño

TABLA 27. RUTAS FACTIBLES PARA AMPLIACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las condiciones del territorio e incluso las sociales varían de colonia en colonia, por lo cual las rutas antes mencionadas poseen propiedades diferentes provocando que sus respectivas ampliaciones contengan estos rasgos particulares. Con la finalidad de individualizar lo anterior, se han creado fichas descriptivas para cada una de las ampliaciones de ruta, es decir, se mostrarán enseguida 18 fichas descriptivas correspondientes a las ampliaciones sugeridas.

AMPLIACIÓN DE RUTA 7.

La ampliación realizada en la ruta 7 obedece a los mismos supuestos que las ampliaciones subsecuentes. El procedimiento de tal ejercicio se ejemplificará a continuación, para el caso de las rutas restantes se presentará únicamente la ficha descriptiva dado que el proceso fue aplicado de la misma manera para cada caso en particular.

PROCEDIMIENTO.

- I. En primera instancia se analizaron las condiciones generales de la ruta en el Sistema de Información Geográfica determinando cuál es el nivel de demanda y la interacción de las rutas aledañas.

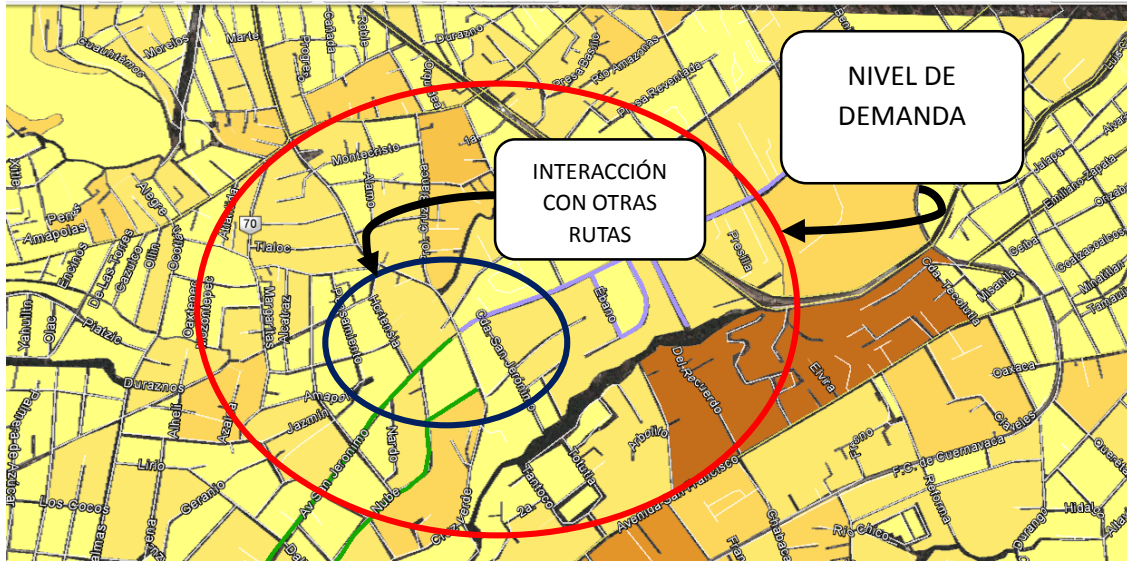


FIGURA 32. ANÁLISIS GEOGRÁFICO PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- II. La siguiente etapa consistió en determinar la distancia que se atribuiría a la ampliación de la ruta, para ello se establecieron los siguientes supuestos.
 - i. La relación entre la distancia de la ruta y la recolección promedio de residuos permanece constante. Lo anterior debido a que, como lo muestra el análisis en el Sistema de Información Geográfica, el comportamiento de generación de residuos se conserva a lo largo de una colonia o más sin cambios entre los polígonos, asimismo las rutas a las que se ha sugerido extensión cubren una colonia o parte de ella.
 - ii. Dada esta relación lineal, a cada incremento en el valor de la variable distancia (km) corresponderá un incremento en el valor de la variable recolección (ton)
 - iii. Debido a que se conocen los valores de recolección promedio de las rutas, se partió de esa información para la estimación de la ampliación de la ruta, considerando el comportamiento del inciso anterior.

- III. A continuación se realizó una exploración de las vialidades para definir el trazo que debía seguir la ampliación de la ruta, esta etapa requirió de visitas de campo y/o exploración virtual por internet.



FIGURA 33. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



FIGURA 34. ANÁLISIS DE LAS VIALIDADES PARA LA EXTENSIÓN DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- IV. Toda vez que se han definido las vialidades por las cuáles es posible definir la ampliación y además se cuenta con la longitud de ésta, la siguiente etapa consistió en realizar el trazo en el Sistema de Información Geográfica y determinar las vialidades impactadas por el nuevo trayecto.

El resultado se resume en el siguiente formato, el cual fue empleado para ampliación realizada:

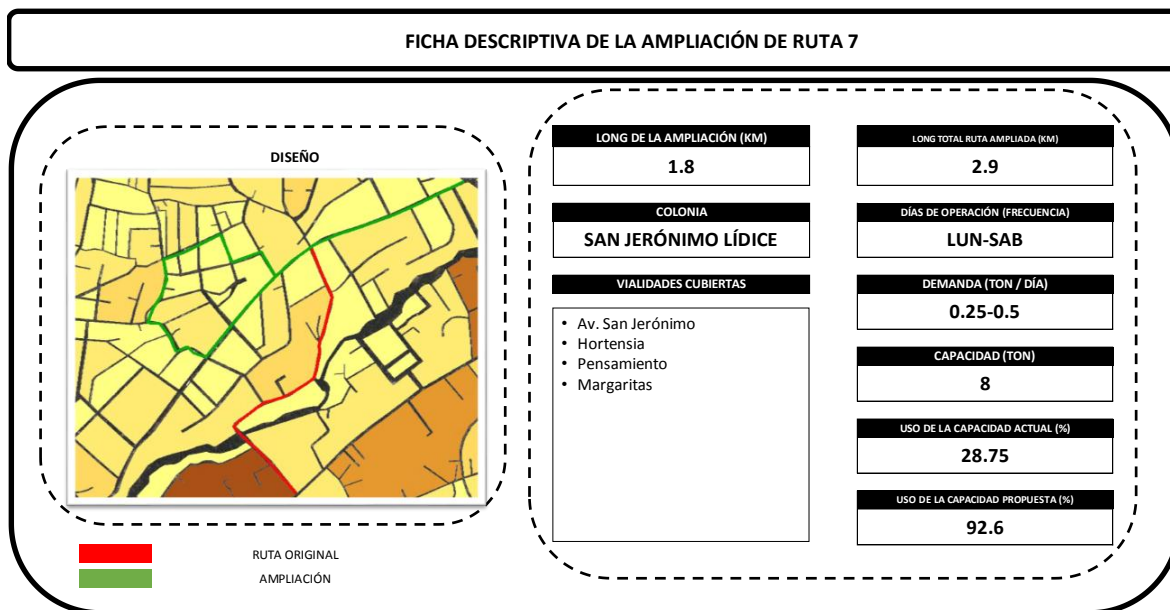


FIGURA 35. FICHA DESCRIPTIVA DE LA AMPLIACIÓN DE RUTA 7. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En la ficha anterior se observan los siguientes elementos:

Longitud de la ampliación (KM): Distancia de la ampliación sugerida medida en kilómetros.

Colonia: Nombre de la Colonia que resulta afectada por la ruta / ampliación

Vialidades cubiertas: Nombre(s) de la vialidad(es) que recibe(n) el servicio de recolección como producto de la ampliación de ruta.

Longitud total de la ruta ampliada (KM): Distancia total que involucra la ruta actual y la ampliación, medida en kilómetros.

Días de Operación: Frecuencia del servicio de recolección de la ruta en cuestión.

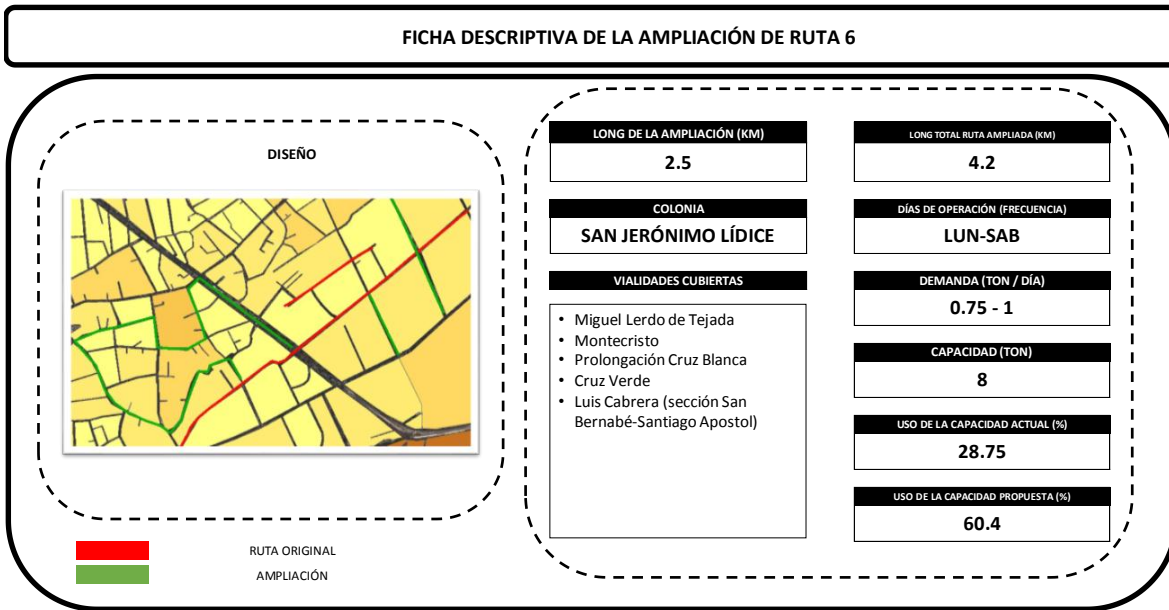
Demanda (Ton/día): Generación de residuos en la zona que cubre la ruta, medida en toneladas por día.

Capacidad (Ton): Cantidad de residuos que es capaz de recolectar la ruta, su magnitud es medida en toneladas.

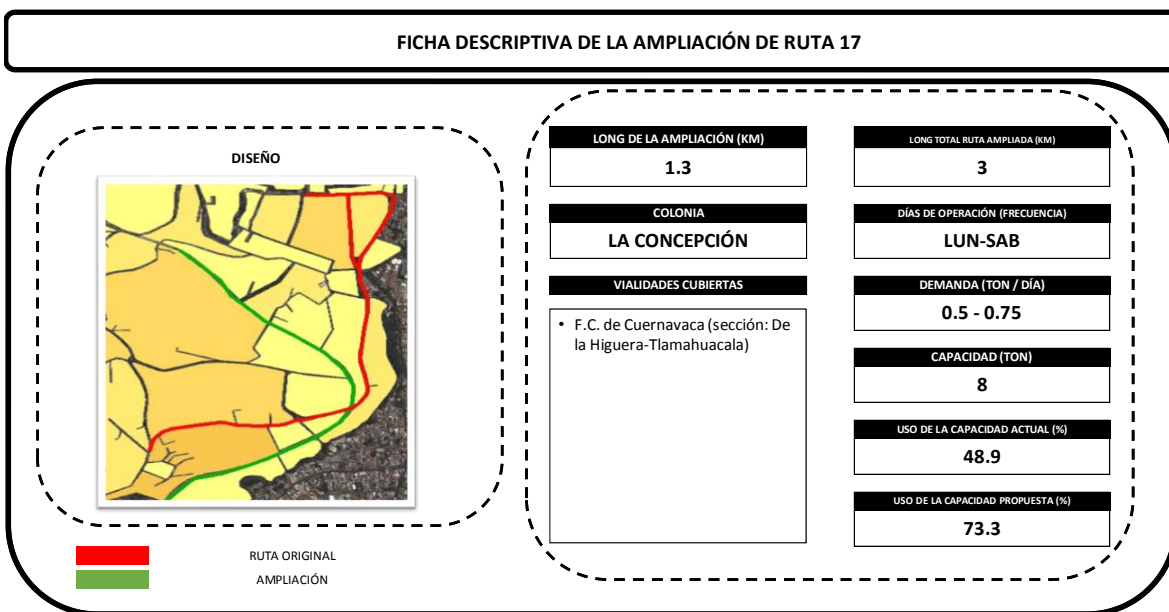
Uso de la capacidad actual (%): Porcentaje del uso de la capacidad del vehículo recolector considerando el esquema actual de recolección.

Uso de la capacidad propuesta (%): Porcentaje del uso de la capacidad del vehículo recolector considerando el esquema propuesto de recolección (considerando la ampliación de la ruta).

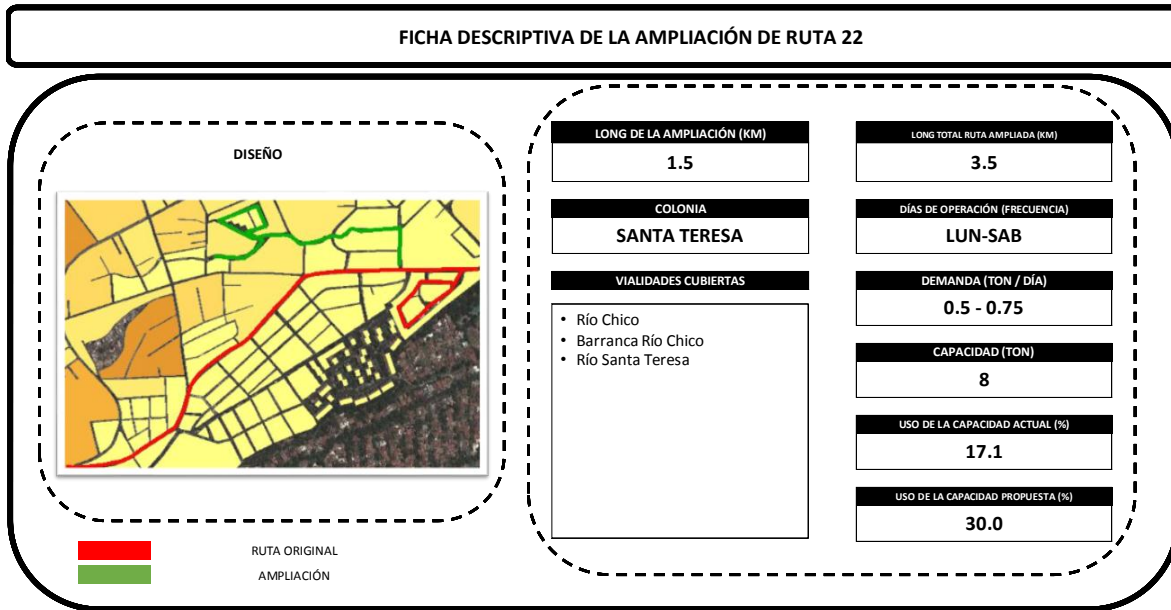
AMPLIACIÓN DE RUTA 6.



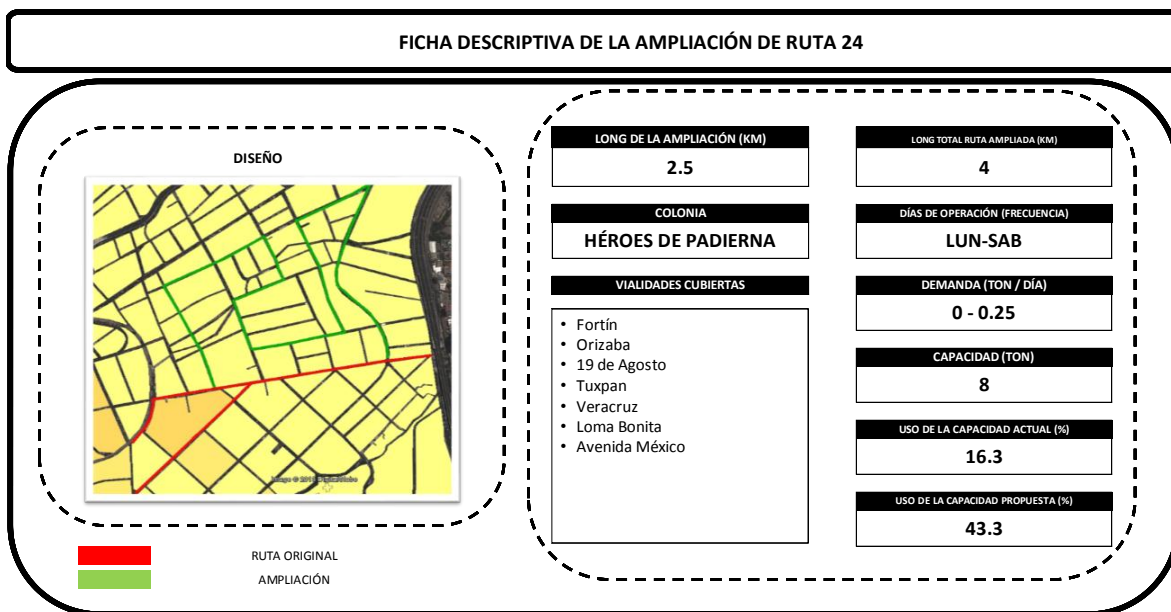
AMPLIACIÓN DE RUTA 17.



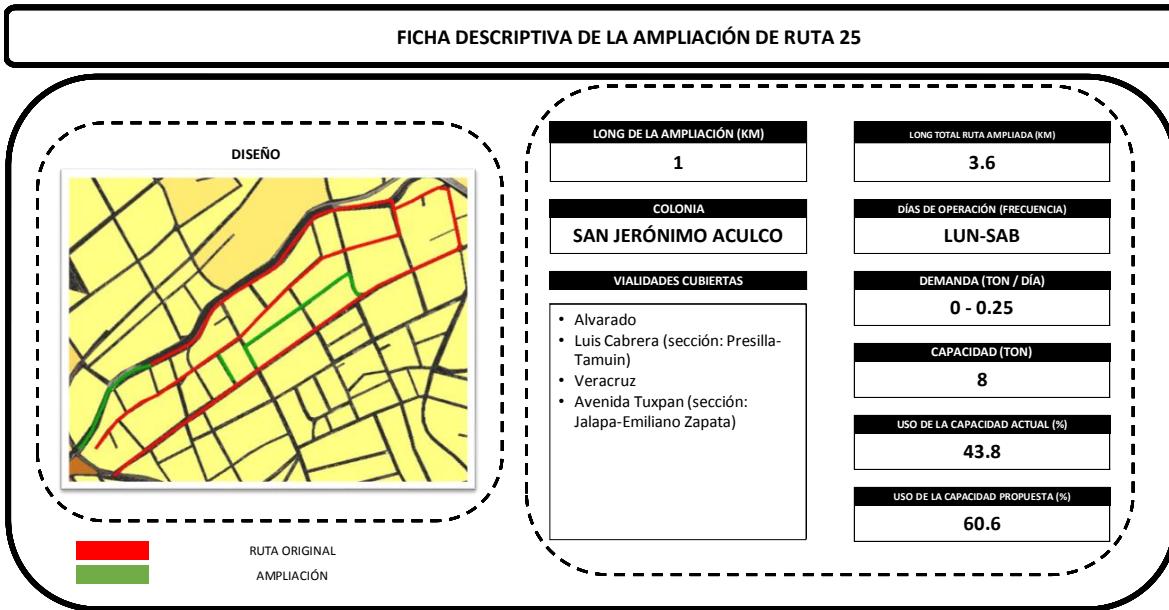
AMPLIACIÓN DE RUTA 22.



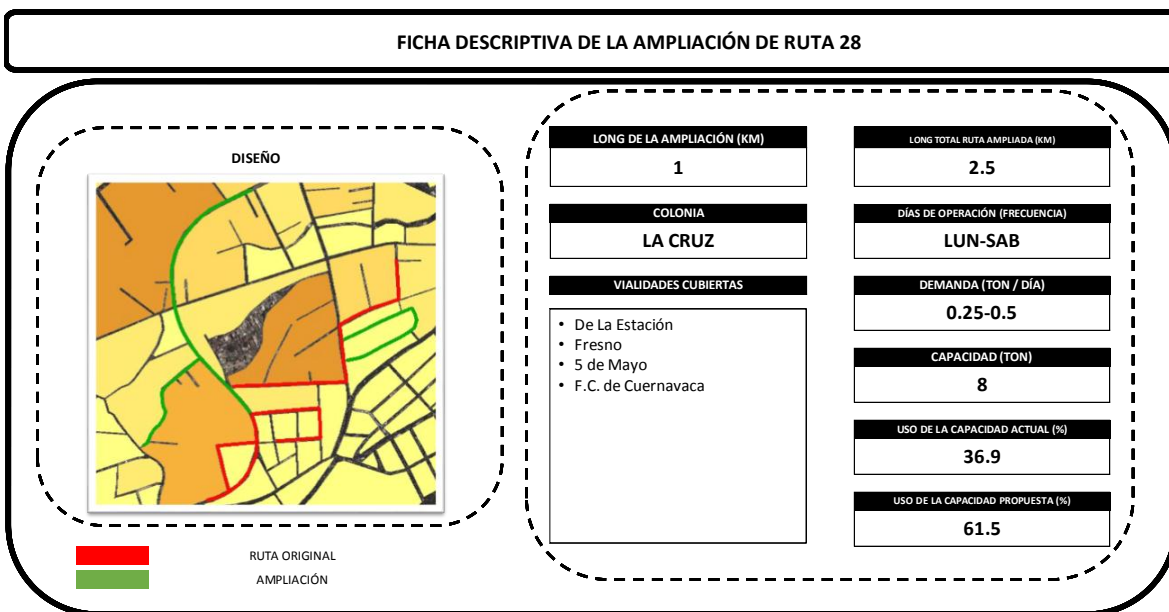
AMPLIACIÓN DE RUTA 24.



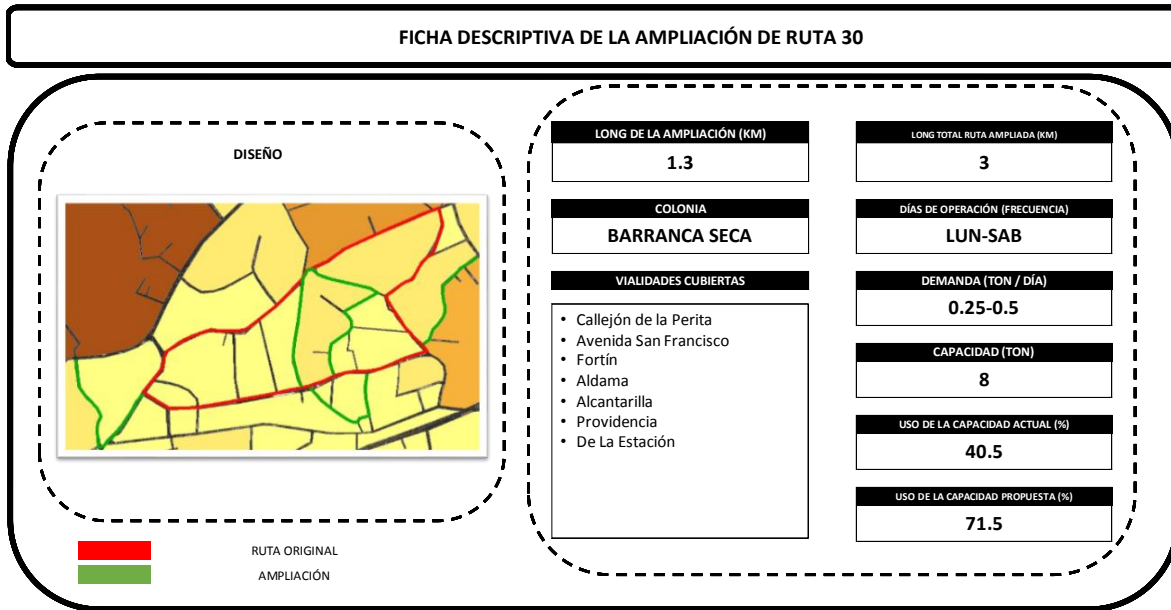
AMPLIACIÓN DE RUTA 25.



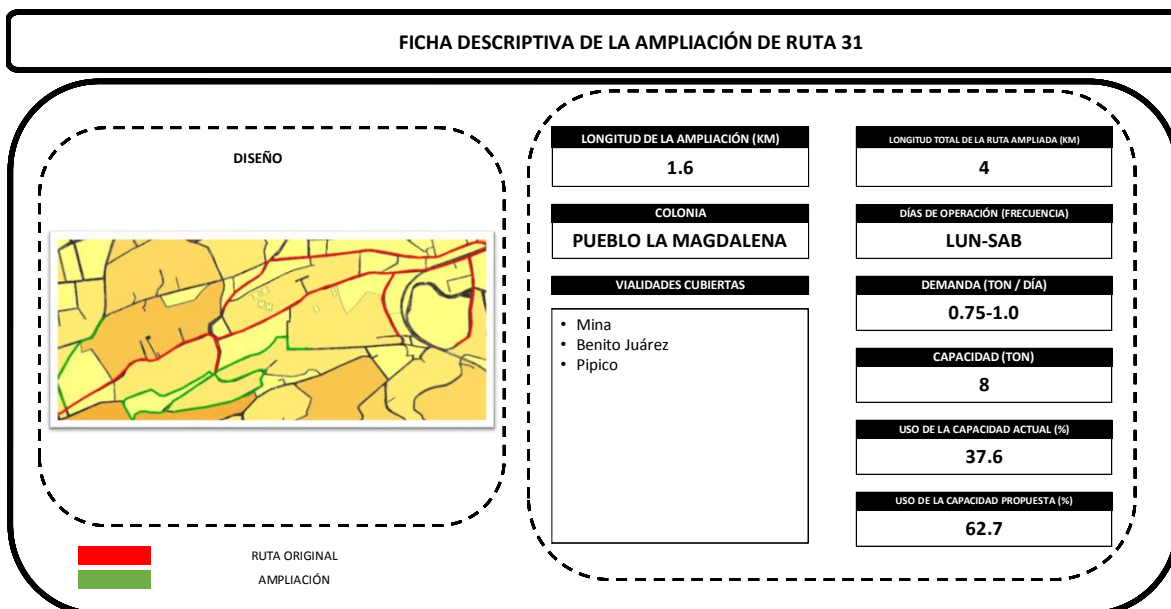
AMPLIACIÓN DE RUTA 28.



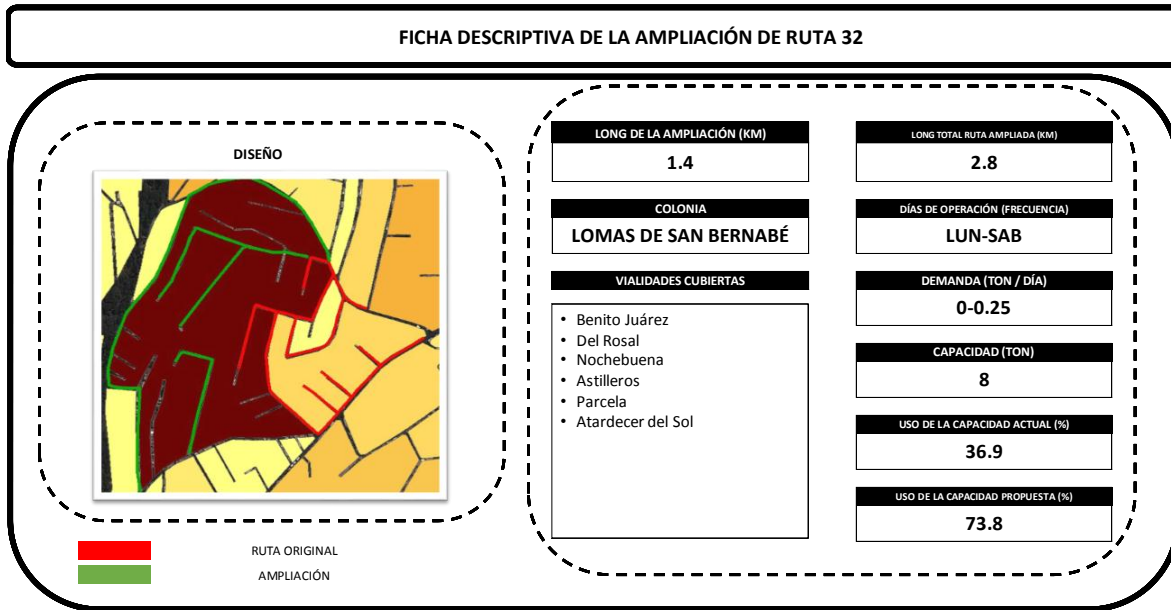
AMPLIACIÓN DE RUTA 30.



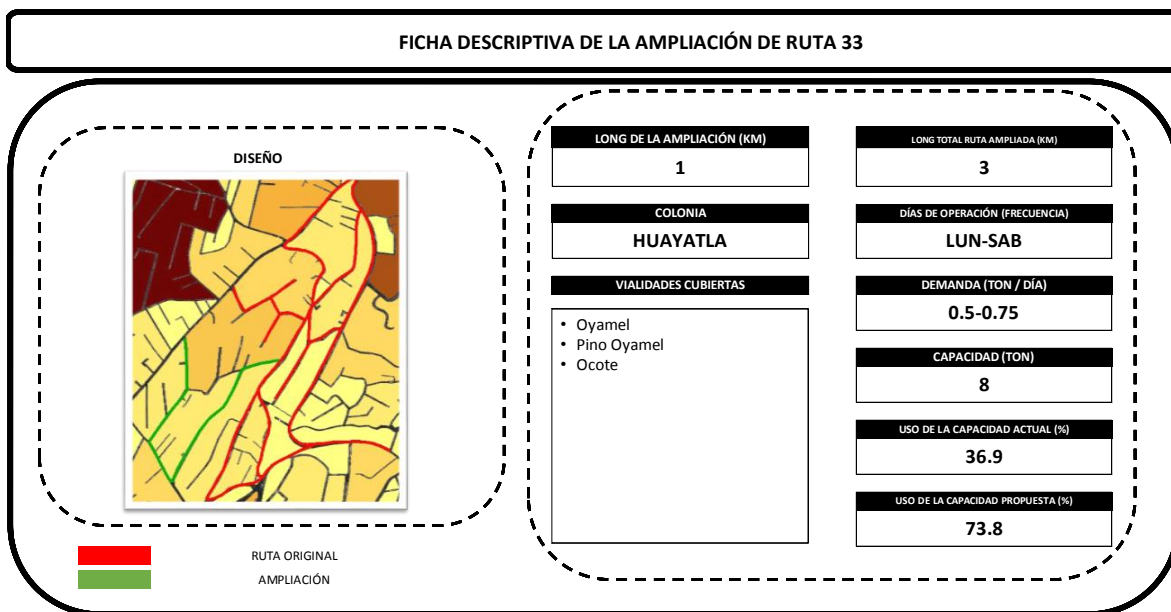
AMPLIACIÓN DE RUTA 31.



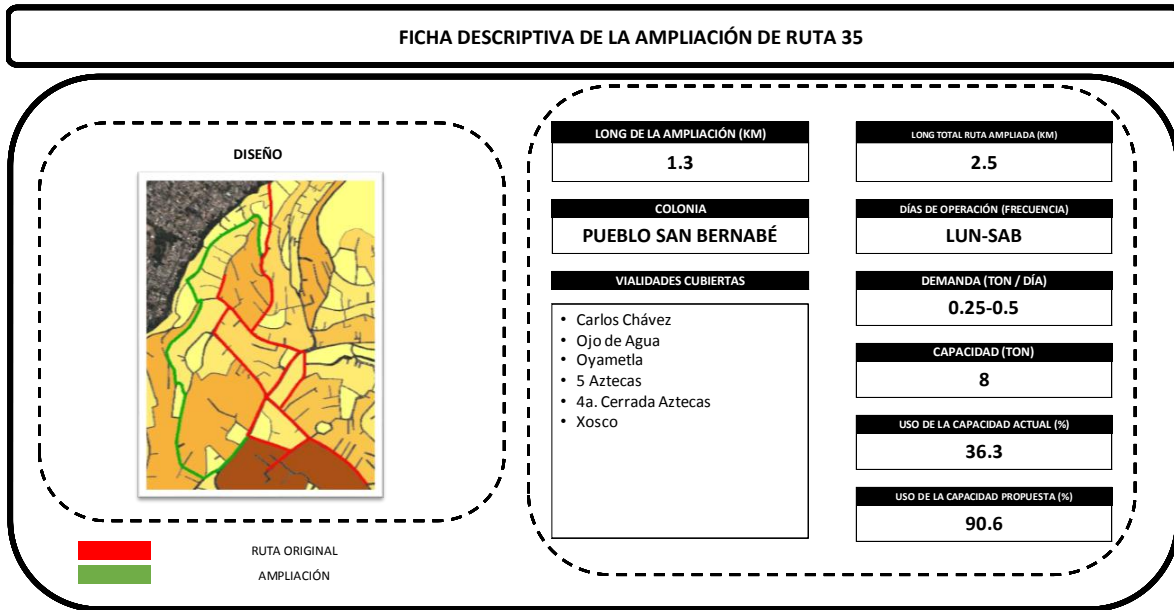
AMPLIACIÓN DE RUTA 32.



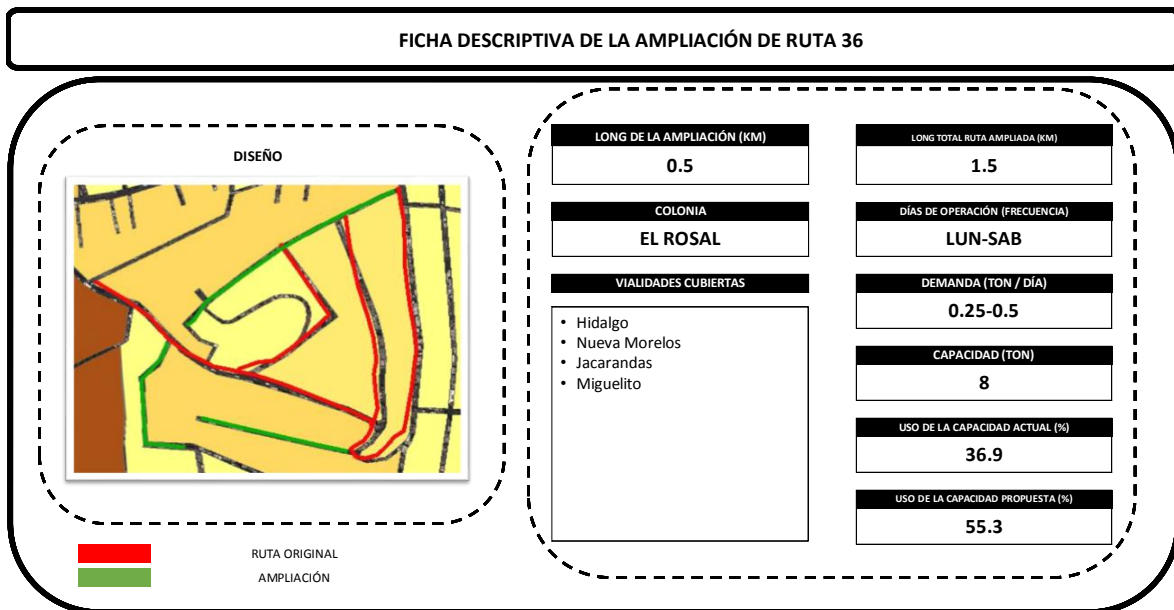
AMPLIACIÓN DE RUTA 33.



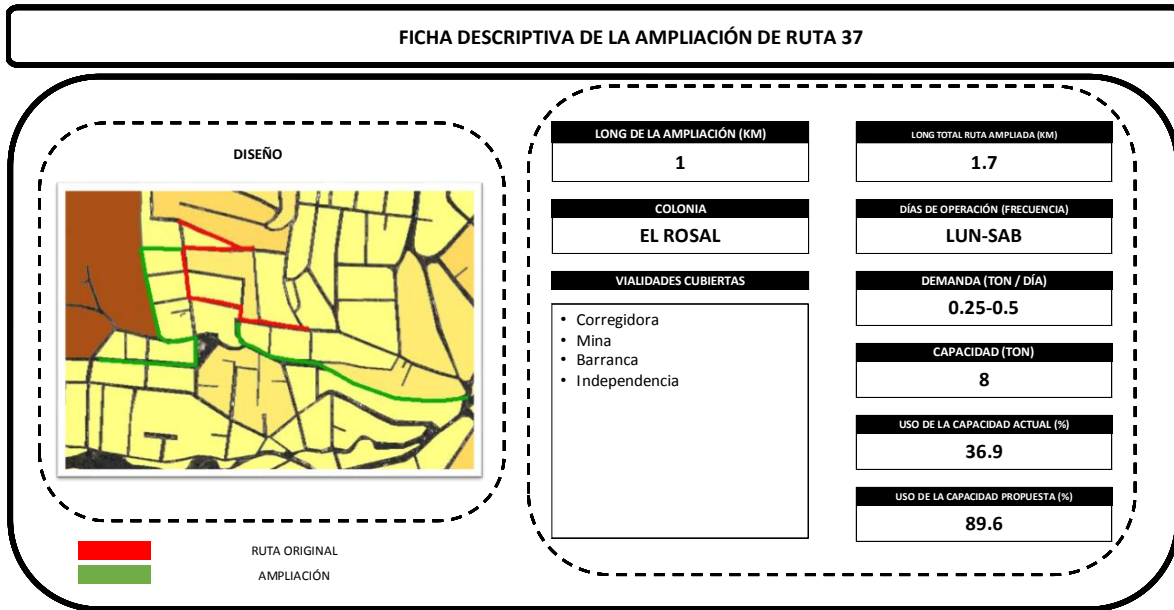
AMPLIACIÓN DE RUTA 35.



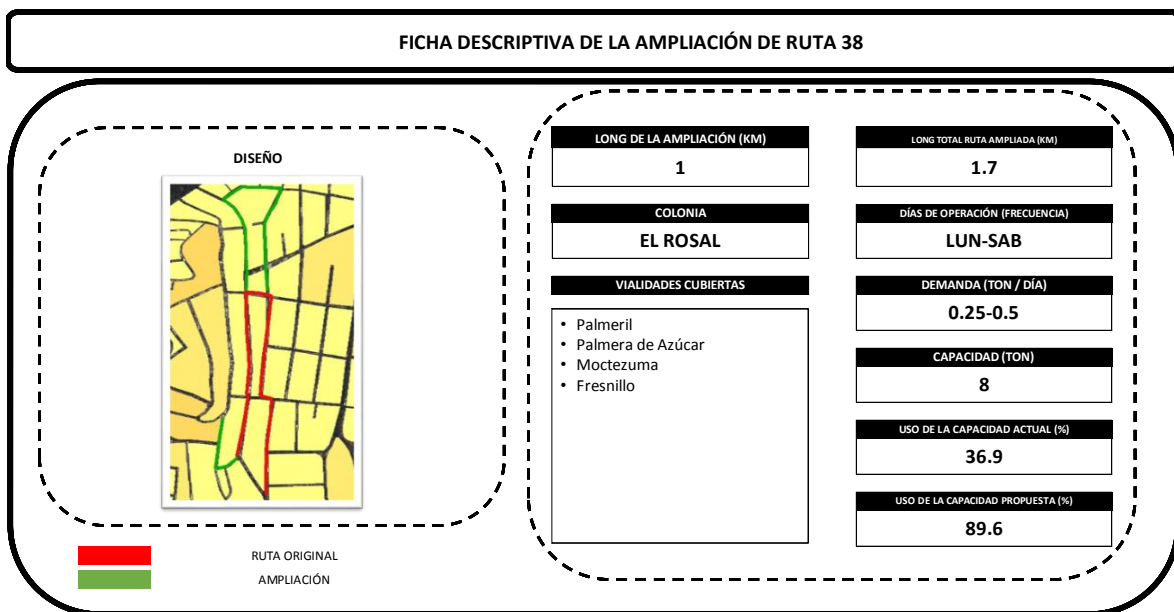
AMPLIACIÓN DE RUTA 36.



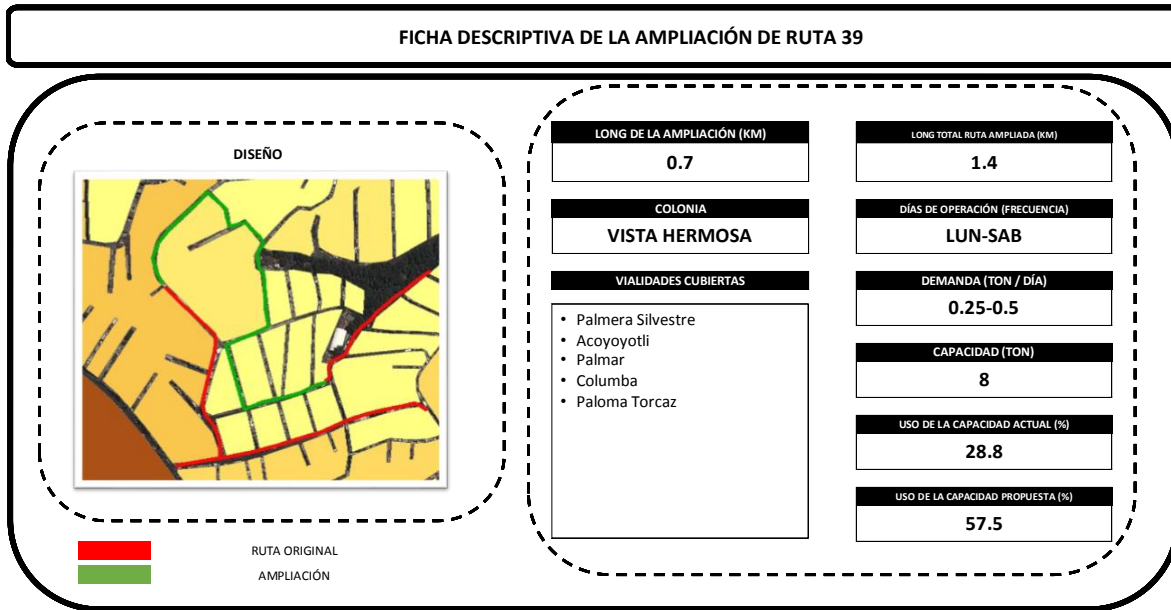
AMPLIACIÓN DE RUTA 37.



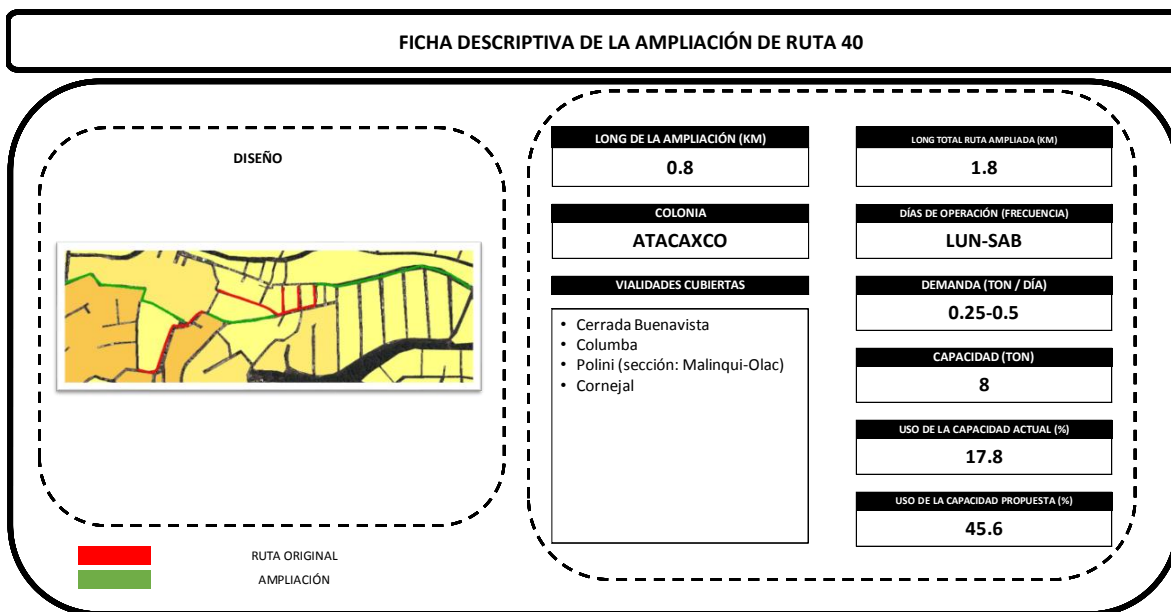
AMPLIACIÓN DE RUTA 38.



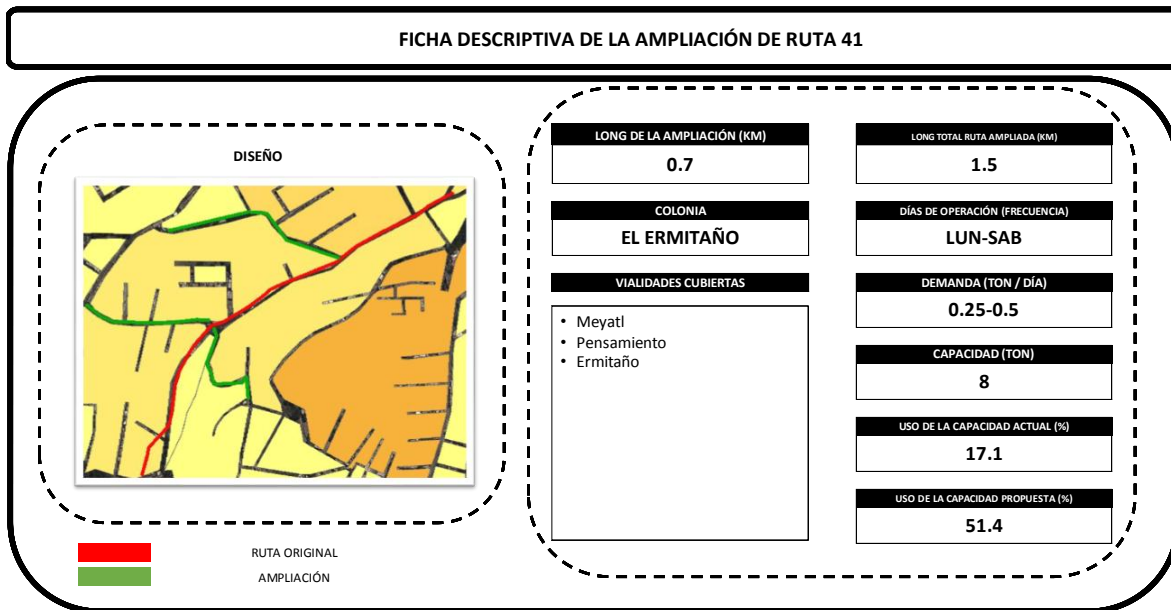
AMPLIACIÓN DE RUTA 39.



AMPLIACIÓN DE RUTA 40.



AMPLIACIÓN DE RUTA 41.



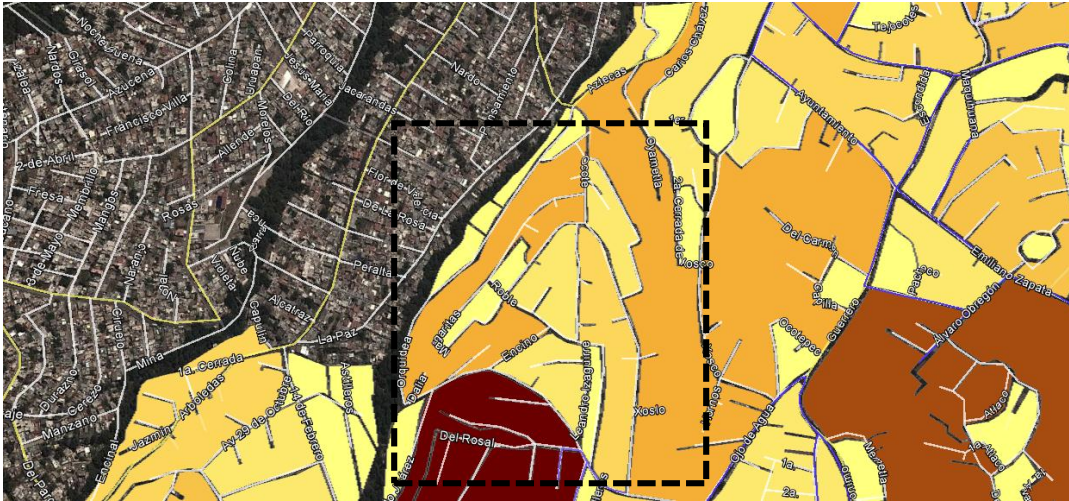
4.4.2 Nuevas rutas de recolección de RSU.

La información sobre oferta / demanda registrada en el SIG, permitió detectar las colonias en las cuáles el servicio de recolección termina siendo insuficiente o incluso inexistente. El diseño de nuevas rutas indudablemente responde a la necesidad de ampliar el servicio de recolección hacia las zonas en donde éste no cumple con su objetivo. Por ende, cada uno de los segmentos de territorio que muestran dicha necesidad se han delimitado generando 12 áreas con diversas extensiones.

En cada una de las áreas delimitadas fue aplicado el procedimiento de diseño de ruta. Este procedimiento será descrito para una de las 11 rutas creadas, para el caso de las 10 rutas restantes se incluirá la ficha descriptiva con el contenido más relevante que les corresponde respectivamente.

PROCEDIMIENTO.

- I. **Ubicación de la zona sin cobertura.** De acuerdo con el sistema de rutas que se ha digitalizado en el Sistema de Información Geográfica, la zona donde el servicio de recolección no tiene presencia. El área está indicada en la siguiente figura dentro del rectángulo con línea punteada:



II. **Representación del grafo.** La siguiente etapa consistió en representar el área seleccionada por medio de arcos y nodos (grafo).

- Asignación de atributos. En función a la información disponible y la necesaria para poder aplicar algoritmo del “agente viajero” se definieron los siguientes criterios:
 - Nodos: los nodos están definidos como paradas del vehículo recolector; dichos puntos geográficos comprenden la lógica de establecer tramos de vialidad homogéneos en términos de distancia y características de generación de residuos a lo largo de la vialidad que recorrerá el camión recolector.
 - Arcos: el valor del arco será la distancia de la vialidad que recorre el vehículo entre un nodo y otro.

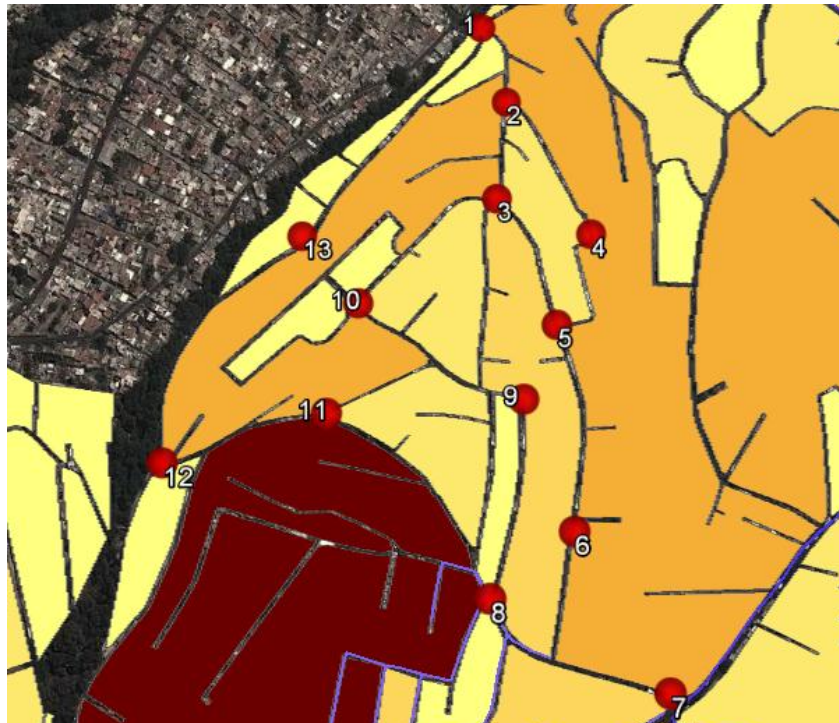
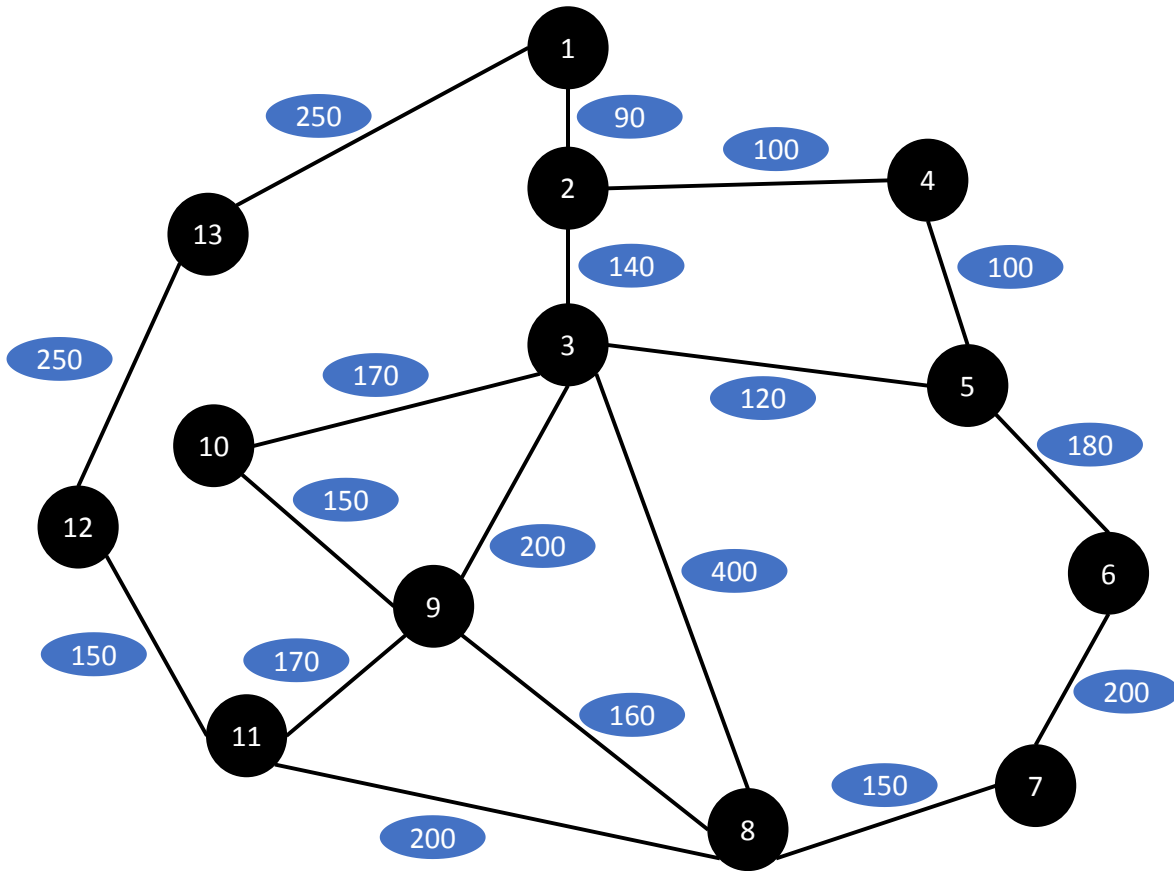


FIGURA 37. UBICACIÓN DE LOS NODOS DEL GRAFO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La figura anterior presenta la asignación de nodos que se ha realizado para este primer caso. En el siguiente grafo se muestra la distancia existente entre cada uno de los nodos que tiene conexión así como la conectividad entre ellos de acuerdo con las características de las vialidades:



- III. **Aplicación del algoritmo.** El algoritmo del “agente viajero” es el artilugio matemático que permitirá definir la ruta óptima por la que el camión recolector debe circular de manera tal que minimice la distancia total del recorrido. Con la finalidad de alcanzar tal propósito se plantea a continuación el modelo ya mencionado integrado con la información arrojada por las distancias y los nodos:

Planteamiento del problema.

$$\begin{aligned} \min Z = & 250x_{1,13} + 140x_{2,3} + 100x_{2,4} + 140x_{3,2} + 120x_{3,5} + 220x_{3,9} + 170x_{3,10} + 100x_{4,2} \\ & + 100x_{4,5} + 120x_{5,3} + 100x_{5,4} + 180x_{5,6} + 180x_{6,5} + 200x_{6,7} + 200x_{7,6} \\ & + 150x_{7,8} + 400x_{8,3} + 150x_{8,7} + 160x_{8,9} + 200x_{8,11} + 200x_{9,3} + 160x_{9,8} \\ & + 150x_{9,10} + 170x_{9,11} + 170x_{10,3} + 150x_{10,9} + 200x_{11,8} + 170x_{11,9} \\ & + 150x_{11,12} + 150x_{12,11} + 250x_{12,13} + 250x_{13,1} + 250x_{13,12} \end{aligned}$$

Sujeto a:

$$x_{1,13} = 1$$

$$x_{2,3} + x_{2,4} = 1$$

$$x_{3,2} + x_{3,5} + x_{3,9} + x_{3,10} = 1$$

$$x_{4,2} + x_{4,5} = 1$$

$$x_{5,3} + x_{5,4} + x_{5,6} = 1$$

$$x_{6,5} + x_{6,7} = 1$$

$$x_{7,6} + x_{7,8} = 1$$

$$x_{8,3} + x_{8,7} + x_{8,9} + x_{8,11} = 1$$

$$x_{9,3} + x_{9,8} + x_{9,10} + x_{9,11} = 1$$

$$x_{10,3} + x_{10,9} = 1$$

$$x_{11,8} + x_{11,9} + x_{11,12} = 1$$

$$x_{12,11} + x_{12,13} = 1$$

$$x_{13,1} + x_{13,12} = 1$$

$$x_{i,j} \geq 0$$

- IV. Solución del problema. El modelo matemático que representa el problema fue resuelto utilizando la herramienta WINQSB, utilizando la sección "Traveling Salesman Problem", de la siguiente manera:

1. Selección del tipo de problema, número de nodos y formato de entrada de datos

Problem Type

- Network Flow
- Transportation Problem
- Assignment Problem
- Shortest Path Problem
- Maximal Flow Problem
- Minimal Spanning Tree
- Traveling Salesman Problem

Objective Criterion

- Minimization
- Maximization

Data Entry Format

- Spreadsheet Matrix Form
- Graphic Model Form
- Symmetric Arc Coefficients
(i.e., both ways same cost)

Problem Title RUTA DE RECOLECCIÓN

Number of Nodes 13

OK Cancel Help

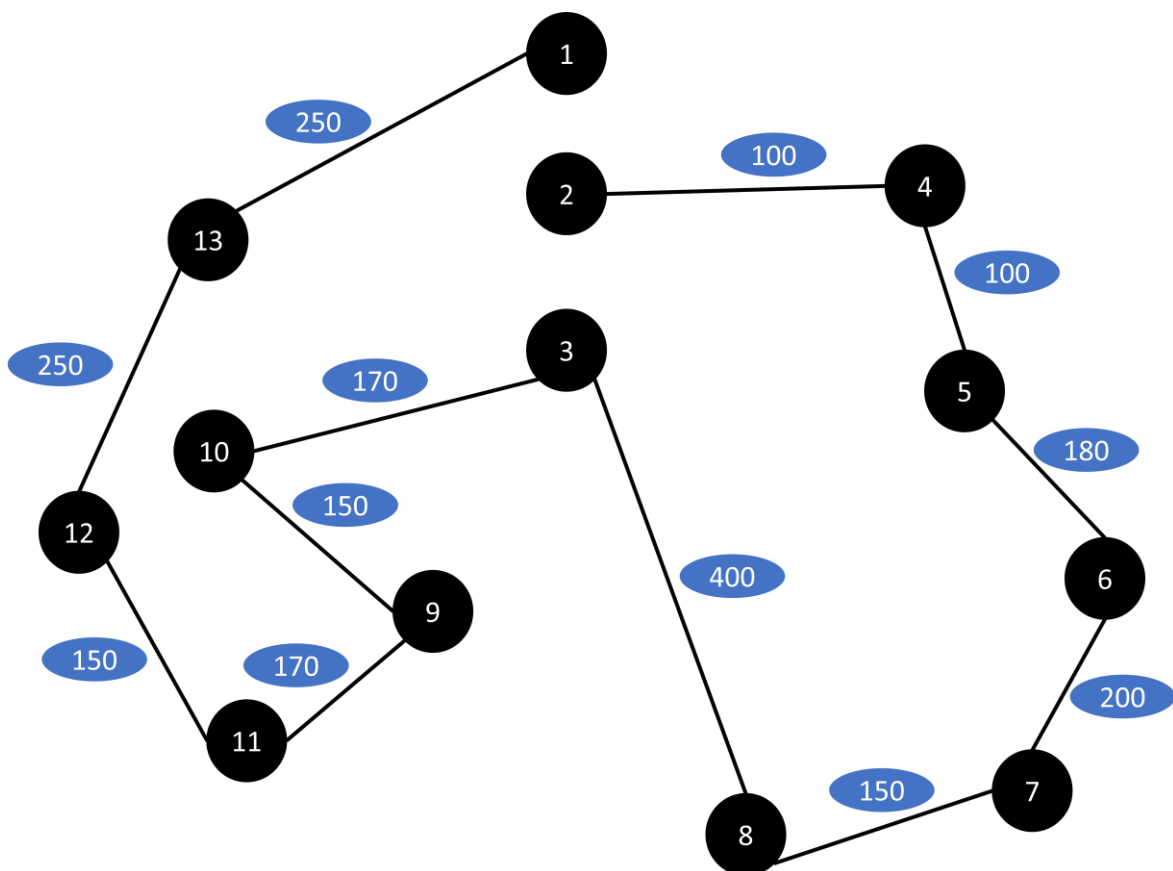
2. Del planteamiento del problema se seleccionan aquellas restricciones iguales a 1 y se alimenta al sistema con la distancia entre ellos; de tal manera que la matriz de relación de los nodos involucrados es la siguiente:

From \ To	Node1	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Node9	Node10	Node11	Node12	Node13
Node1													250
Node2			140	100									
Node3		140			120				220	170			
Node4		100			100								
Node5			120	100		180							
Node6					180		200						
Node7						200		150					
Node8			400				150		160		200		
Node9			200					160		150	170		
Node10			170						150				
Node11								200	170			150	
Node12											150		250
Node13	250											250	

3. El sistema WINQSB aplica el algoritmo y calcula la solución al problema planteado:

11-12-2013	From Node	Connect To	Distance/Profit		From Node	Connect To	Distance/Profit
1	Node1	Node2	-M	8	Node3	Node10	170
2	Node2	Node4	100	9	Node10	Node9	150
3	Node4	Node5	100	10	Node9	Node11	170
4	Node5	Node6	180	11	Node11	Node12	150
5	Node6	Node7	200	12	Node12	Node13	250
6	Node7	Node8	150	13	Node13	Node1	250
7	Node8	Node3	400				
	Total	Maximal	Traveling	Distance	or Profit	=	-M
	(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic]	

Gráficamente, la solución es la siguiente:



- V. Elaboración del trazo de la ruta. Con base en la solución mostrada en la etapa anterior y con la relación que previamente se ha establecido entre los nodos a través de la distancia que los separa, se ha realizado el trazado de la ruta sugerida para esta región de la delegación La Magdalena Contreras:

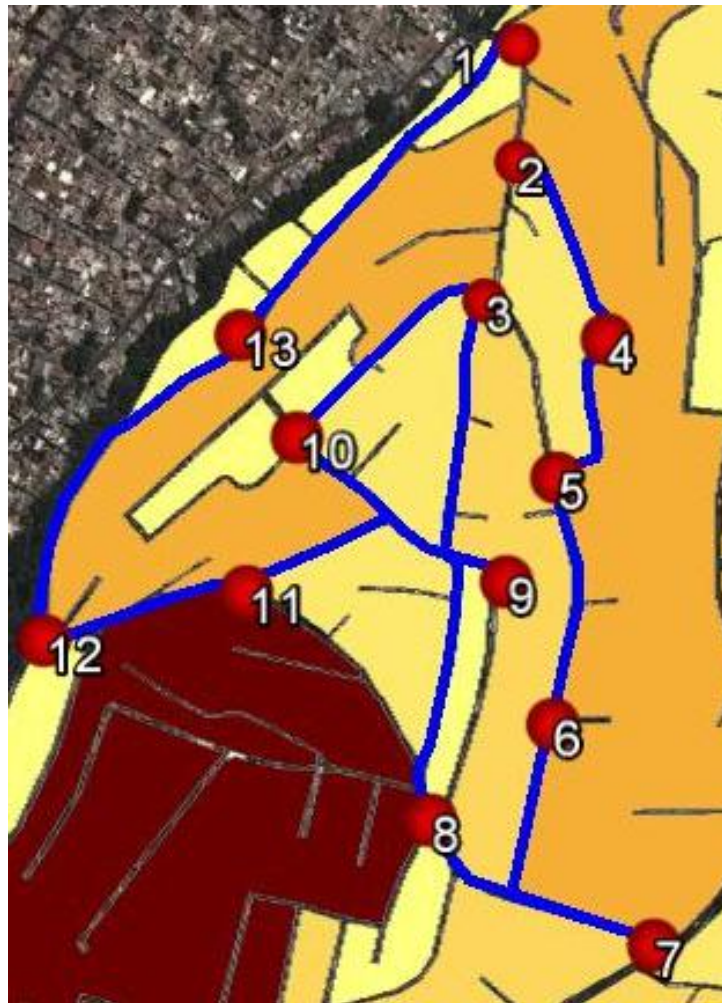
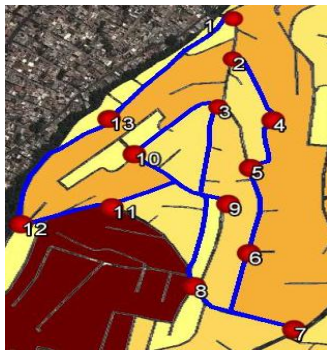


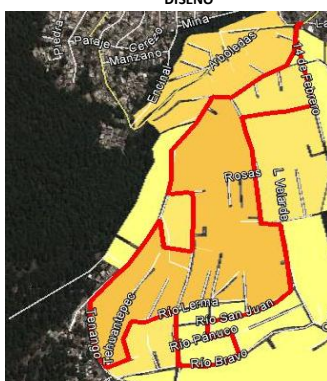
FIGURA 38. TRAZO FINAL DE RUTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El procedimiento anterior, como ya se ha mencionado, se ha replicado para todos los casos que involucran el diseño de nuevas rutas de recolección. Con el propósito de mostrar los aspectos relevantes de estos ejercicios, al igual que con la ampliación de rutas, se mostrará enseguida el conjunto de fichas descriptivas de las 12 rutas sugeridas en la demarcación:

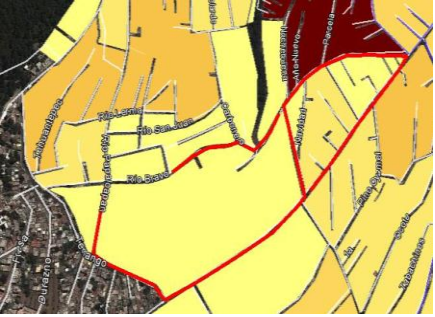
NUEVA RUTA 1.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;"> RUTA PROPUESTA </p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">2.2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">LA MALINCHE</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Orquídea • Encino • Ocote • Morelos • Fresno • Astilleros • Roble </td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.2	COLONIA AFECTADA	LA MALINCHE	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Orquídea • Encino • Ocote • Morelos • Fresno • Astilleros • Roble 	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5	CAPACIDAD (TON)	8
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.2												
COLONIA AFECTADA	LA MALINCHE												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Orquídea • Encino • Ocote • Morelos • Fresno • Astilleros • Roble 												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5												
CAPACIDAD (TON)	8												

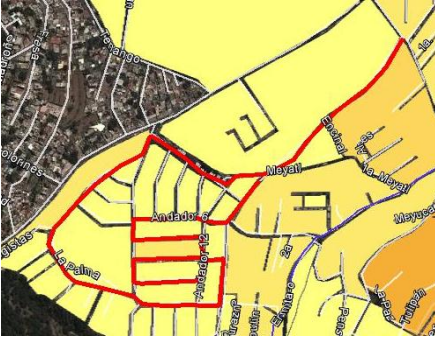
NUEVA RUTA 2.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;"> RUTA PROPUESTA </p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">SAN BERNABÉ OCOTEPEC</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 14 de febrero • Av. 29 de Octubre • Tenango • Río Lerma • Río Papaloapan • Río Bravo • Río Panuco </td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.5-0.7</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.5	COLONIA AFECTADA	SAN BERNABÉ OCOTEPEC	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • 14 de febrero • Av. 29 de Octubre • Tenango • Río Lerma • Río Papaloapan • Río Bravo • Río Panuco 	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	DEMANDA (TON / DÍA)	0.5-0.7	CAPACIDAD (TON)	8
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.5												
COLONIA AFECTADA	SAN BERNABÉ OCOTEPEC												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • 14 de febrero • Av. 29 de Octubre • Tenango • Río Lerma • Río Papaloapan • Río Bravo • Río Panuco 												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.5-0.7												
CAPACIDAD (TON)	8												

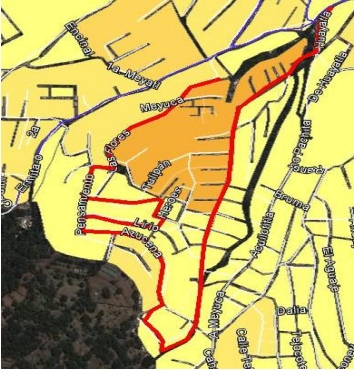
NUEVA RUTA 3.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;"> RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KIM)</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">TIERRA UNIDA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Río bravo • Tenango • Ojo de Agua • Atlapizin • Carbonero • Río Papaloapan </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KIM)	1.8	COLONIA AFECTADA	TIERRA UNIDA	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Río bravo • Tenango • Ojo de Agua • Atlapizin • Carbonero • Río Papaloapan 	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5	CAPACIDAD (TON)	4
LONGITUD DE LA RUTA (KIM)	1.8												
COLONIA AFECTADA	TIERRA UNIDA												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Río bravo • Tenango • Ojo de Agua • Atlapizin • Carbonero • Río Papaloapan 												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5												
CAPACIDAD (TON)	4												

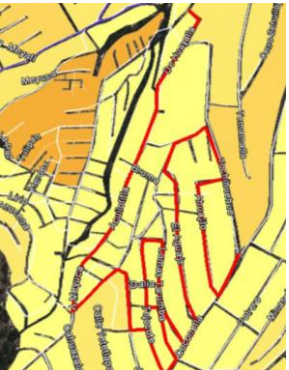
NUEVA RUTA 4.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;"> RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KIM)</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">TIERRA UNIDA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • La Palma • Ecologistas • Meyatl • Andador 6 • Andador 12 • Esperanza </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KIM)	2	COLONIA AFECTADA	TIERRA UNIDA	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • La Palma • Ecologistas • Meyatl • Andador 6 • Andador 12 • Esperanza 	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5	CAPACIDAD (TON)	8
LONGITUD DE LA RUTA (KIM)	2												
COLONIA AFECTADA	TIERRA UNIDA												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • La Palma • Ecologistas • Meyatl • Andador 6 • Andador 12 • Esperanza 												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5												
CAPACIDAD (TON)	8												

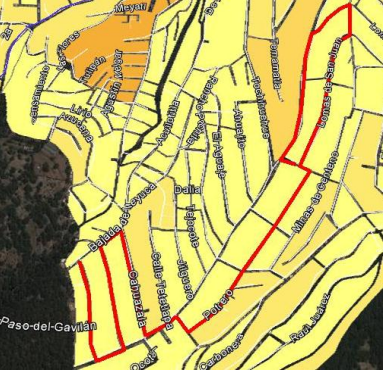
NUEVA RUTA 5.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">■ RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">EL ERMITAÑO</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.7-1.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Las Flores • Pensamiento • Lirio • Azucena • Pera • Huayatla • Bugambilla </td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	EL ERMITAÑO	DEMANDA (TON / DÍA)	0.7-1.0	CAPACIDAD (TON)	8	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Las Flores • Pensamiento • Lirio • Azucena • Pera • Huayatla • Bugambilla
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	EL ERMITAÑO												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.7-1.0												
CAPACIDAD (TON)	8												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Las Flores • Pensamiento • Lirio • Azucena • Pera • Huayatla • Bugambilla 												


NUEVA RUTA 6.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">■ RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">EL OCOTAL</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • De Huayatla • Acuilotlita • A Meyuca • Jilguero • Lomas Tarumba • El Aguaje • Ahuajito • Tochihuehue </td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.5	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	EL OCOTAL	DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5	CAPACIDAD (TON)	8	VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • De Huayatla • Acuilotlita • A Meyuca • Jilguero • Lomas Tarumba • El Aguaje • Ahuajito • Tochihuehue
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	2.5												
DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	EL OCOTAL												
DEMANDA (TON / DÍA)	0.25-0.5												
CAPACIDAD (TON)	8												
VIALIDADES CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> • De Huayatla • Acuilotlita • A Meyuca • Jilguero • Lomas Tarumba • El Aguaje • Ahuajito • Tochihuehue 												


NUEVA RUTA 7.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">EL OCOTAL</td> <td style="text-align: center;">0.0-0.25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td style="text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Coconetla • Llanos de Ayie • Potrero • Encino • Cahuazala • Cerro de Las Palomas • Palo del Gavilán </td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	2	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)	EL OCOTAL	0.0-0.25	VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)	<ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Coconetla • Llanos de Ayie • Potrero • Encino • Cahuazala • Cerro de Las Palomas • Palo del Gavilán 	4
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)												
2	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)												
EL OCOTAL	0.0-0.25												
VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)												
<ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Coconetla • Llanos de Ayie • Potrero • Encino • Cahuazala • Cerro de Las Palomas • Palo del Gavilán 	4												


NUEVA RUTA 8.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LA CARBONERA</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td style="text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Carbonera • Ayle • Mesta • Colorines • Ocote </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Tepozán • Pera • Sayula • Minas de Centeno • Ayotla </td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	2.5	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)	LA CARBONERA	0.25-0.5	VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)	<ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Carbonera • Ayle • Mesta • Colorines • Ocote 	<ul style="list-style-type: none"> • Tepozán • Pera • Sayula • Minas de Centeno • Ayotla
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)												
2.5	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)												
LA CARBONERA	0.25-0.5												
VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)												
<ul style="list-style-type: none"> • Lomas de San Juan • Carbonera • Ayle • Mesta • Colorines • Ocote 	<ul style="list-style-type: none"> • Tepozán • Pera • Sayula • Minas de Centeno • Ayotla 												

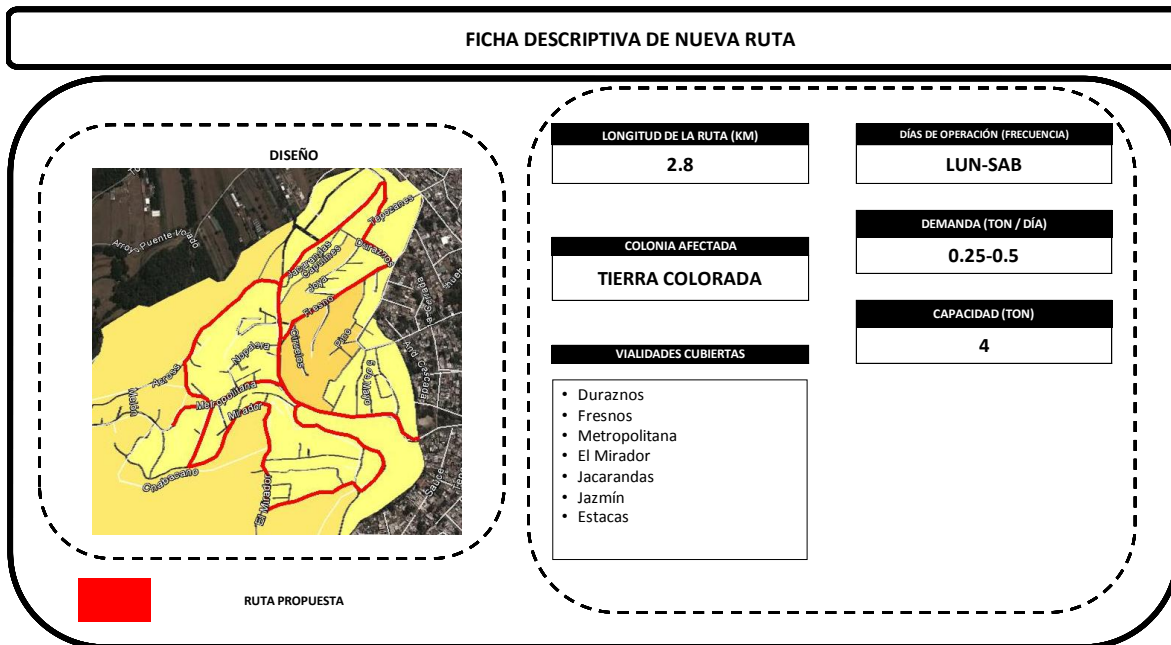
NUEVA RUTA 9.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">■ RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.5</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LA CARBONERA</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td style="text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Huayatlá • Avenida San Jerónimo • Zapote • Casuarina • Acatitla • Coconetla • Ahuejotes </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Pino • Canal • Ayle • Ayotla • La Cruz • Durazno </td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	2.5	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)	LA CARBONERA	0.25-0.5	VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)	<ul style="list-style-type: none"> • Huayatlá • Avenida San Jerónimo • Zapote • Casuarina • Acatitla • Coconetla • Ahuejotes 	<ul style="list-style-type: none"> • Pino • Canal • Ayle • Ayotla • La Cruz • Durazno
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)												
2.5	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)												
LA CARBONERA	0.25-0.5												
VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)												
<ul style="list-style-type: none"> • Huayatlá • Avenida San Jerónimo • Zapote • Casuarina • Acatitla • Coconetla • Ahuejotes 	<ul style="list-style-type: none"> • Pino • Canal • Ayle • Ayotla • La Cruz • Durazno 												

NUEVA RUTA 10.

FICHA DESCRIPTIVA DE NUEVA RUTA													
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p>  <p style="text-align: center;">■ RUTA PROPUESTA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LONGITUD DE LA RUTA (KM)</td> <td style="text-align: center;">DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.2</td> <td style="text-align: center;">LUN-SAB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">COLONIA AFECTADA</td> <td style="text-align: center;">DEMANDA (TON / DÍA)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GAVILLERO</td> <td style="text-align: center;">0.25-0.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VIALIDADES CUBIERTAS</td> <td style="text-align: center;">CAPACIDAD (TON)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Ferrocarril Cuernavaca • Ixtlahualtongo • Ojo de Agua • El Gavillero • Vía Chiquita • Ex – Hacienda de Eslava </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • 4 </td> </tr> </table>	LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)	2.2	LUN-SAB	COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)	GAVILLERO	0.25-0.5	VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrocarril Cuernavaca • Ixtlahualtongo • Ojo de Agua • El Gavillero • Vía Chiquita • Ex – Hacienda de Eslava 	<ul style="list-style-type: none"> • 4
LONGITUD DE LA RUTA (KM)	DÍAS DE OPERACIÓN (FRECUENCIA)												
2.2	LUN-SAB												
COLONIA AFECTADA	DEMANDA (TON / DÍA)												
GAVILLERO	0.25-0.5												
VIALIDADES CUBIERTAS	CAPACIDAD (TON)												
<ul style="list-style-type: none"> • Ferrocarril Cuernavaca • Ixtlahualtongo • Ojo de Agua • El Gavillero • Vía Chiquita • Ex – Hacienda de Eslava 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 												

NUEVA RUTA 11.



4.4.3 Métodos de recolección diferenciados.

Como parte del análisis y diagnóstico del sistema de recolección de RSU actual, se han identificado dos zonas habitacionales factibles para la colocación de contenedores. Si bien, actualmente existe esta modalidad de depósito de residuos, sigue permaneciendo la informalidad en el método. Algunas viviendas acumulan los residuos en la acera o bien los habitantes acuden al vehículo recolector para vaciar sus residuos.

Este apartado pretende sugerir la ubicación de contenedores en el área tomando como parámetro la cantidad de residuos generados. Se verá que las dos zonas habitacionales por analizar tienen niveles de generación per cápita homogéneos de acuerdo con el mapa temático generado previamente en el SIG, motivo por el cual se han agrupado viviendas para realizar el cálculo.

El método de centro de gravedad ponderado es la herramienta que permite obtener un lugar sugerido para la ubicación, para este trabajo en particular, de contenedores de residuos. La variable determinante de este algoritmo será el índice de generación per cápita (IGP) promedio ya que, como se ha dicho antes, las características de generación permiten agrupar viviendas y reproducir iterativamente el algoritmo para obtener más de una ubicación para pequeñas subdivisiones de la zona a considerar.

El procedimiento que se presenta enseguida se describe a detalle para obtener la ubicación de un contenedor dentro del territorio de interés, para el análisis de toda la zona se han reproducido las mismas actividades, por lo que se ha considerado sólo mostrar el ejemplo para un ejercicio:

PROCEDIMIENTO.

El centro de gravedad ponderado considerara la posición de cada punto según sus coordenadas, además, tiene en cuenta la importancia o peso de la característica que se pretende analizar:

$$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad , \quad \bar{y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Donde:

\bar{x}_w, \bar{y}_w : Coordenadas del centro de gravedad ponderado.

x, y : Coordenadas (x, y) de cada uno de los puntos.

w : Peso de la característica a considerar asignando a cada punto.

Se han identificado específicamente dos zonas (habitationales ambas) en las cuáles resulta factible proponer contenedores para la recolección de residuos, en ambos casos se ha realizado una subdivisión con base en la homogeneidad en cuanto al índice de generación per cápita ficticia, esto con la finalidad de poder aplicar el método de centro de gravedad ponderado. La primera de las dos zonas, con su respectiva división se presenta enseguida:

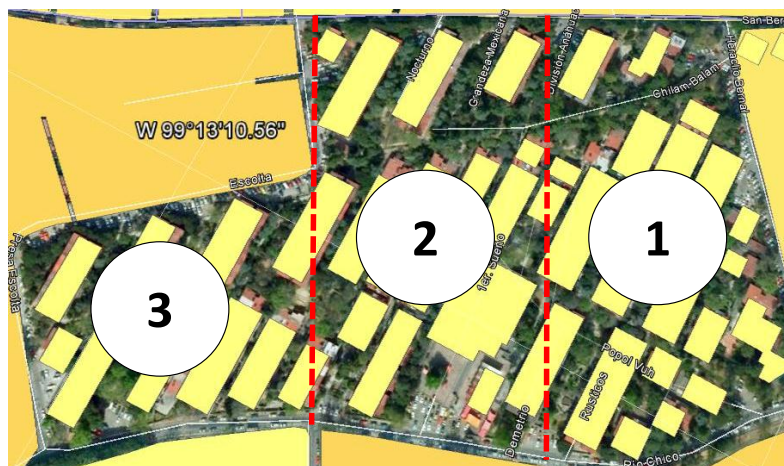


FIGURA 39. SUBDIVISIONES DE ANÁLISIS ZONA1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Aplicando el algoritmo para la subdivisión 1:

- I. **Representación gráfica.** En la subdivisión 1 se han detectado seis zonas con características similares en cuanto a la cantidad de residuos que cada una genera, a su vez se ha sobrepuesto una cuadrícula para definir las coordenadas de tales zonas, dando lugar a la siguiente figura:

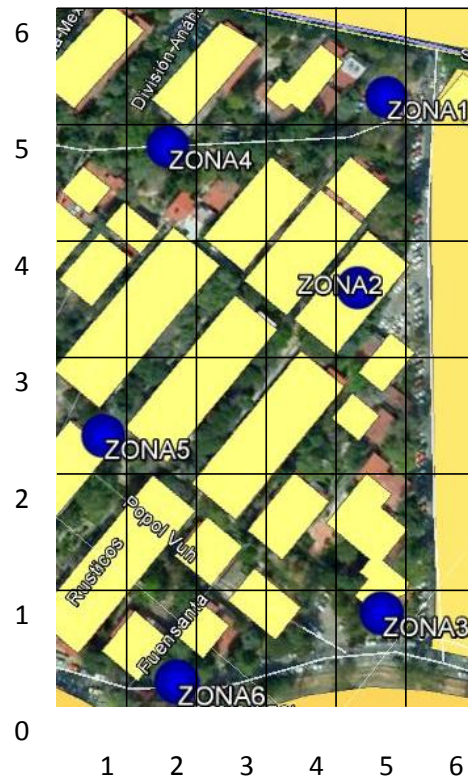


FIGURA 40. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS ZONAS DE ANÁLISIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

II. **Cálculo del centro de gravedad ponderado.** Tomando como peso el índice de generación per cápita en las diferentes zonas marcadas en color azul (variable “w”) tabla de cálculo queda como sigue:

CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PONDERADO					
Zonas	x	y	IGP (Kg/día, promedio)	x * w	y*w
Zona1	4.9	5.2	70	343	364
Zona2	4.5	3.6	25.8	116.1	92.88
Zona3	4.8	0.9	50.6	242.88	45.54
Zona4	1.7	4.8	22	37.4	105.6
Zona5	0.8	2.3	101	80.8	232.3
Zona6	1.9	0.2	39	74.1	7.8
TOTAL	---	---	308.4	894.28	848.12

TABLA 28. CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PONDERADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

$$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{894.28}{308.4} = 2.89, \quad \bar{y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{848.12}{308.4} = 2.75$$

III. **Resultado.** El centro de gravedad ponderado se ubica en las coordenadas (2.89, 2.75), situado en la siguiente ubicación marcado con color rojo:

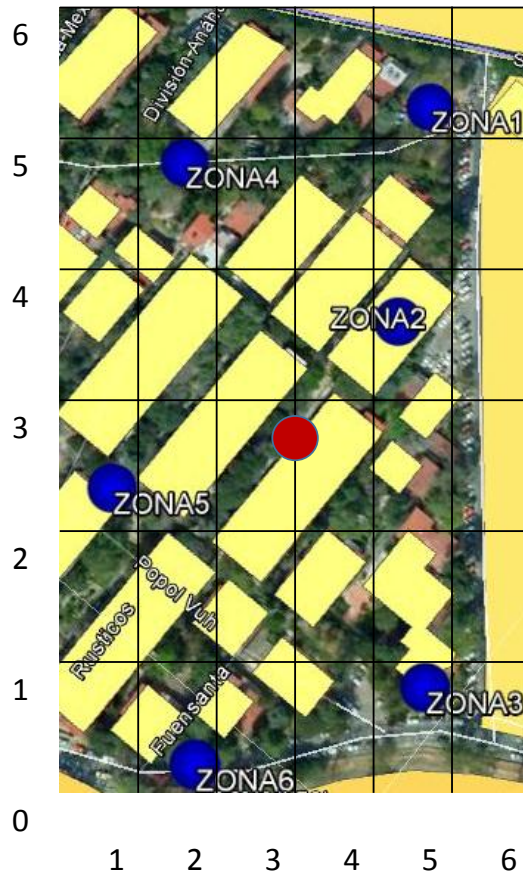


FIGURA 41. UBICACIÓN DEL CONTENEDOR DE RESIDUOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Así, se obtiene la ubicación del contenedor que deberá satisfacer la demanda de recolección de la primera zona de la unidad habitacional en cuestión.

De manera iterativa se trabajó con las 2 subdivisiones de territorio restantes (subdivisiones 2 y 3, ver Figura 37), obteniendo como resultado la siguiente distribución de contenedores:



FIGURA 42. UBICACIÓN DE CONTENEDORES ZONA 1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En resumen:

Zona habitacional 1.



Zona habitacional 2.



4.4.3.1 Cálculo de la capacidad de los contenedores.

La segunda parte que complementa la propuesta de métodos de recolección diferenciados consiste en establecer la capacidad de almacenamiento que deben tener los contenedores que se han sugerido en la sección anterior ya que hasta ahora se ha determinado únicamente la ubicación de los puntos de recolección. De acuerdo con el índice de generación per cápita calculado en este trabajo y considerando el número de habitaciones existentes en el complejo habitacional donde se ha sugerido los contenedores, es posible aplicar el siguiente procedimiento sugerido por Ricardo Estrada en su obra: Criterios Técnicos para el Diseño de Sistemas de Almacenamiento de Residuos Sólidos por Tipo de Fuente Generadora.

Dicho procedimiento establece primero que debe calcularse el volumen de almacenamiento, considerando:

- Índice de generación per cápita (IGP)
- Número de viviendas en la zona de estudio (H)

Para ello se tiene:

$$GT = (GP)(H)$$

Donde:

GT: Generación de residuos total de zona.

GP: Generación per cápita.

H: Número de departamentos/viviendas.

Dado que la variable *GP* involucra la generación per cápita por vivienda se han considerado como datos para su cálculo:

- habitantes promedio por vivienda 3.5
- índice de generación per cápita de 1.02 kg/hab/día

Con la información anterior se tiene:

$$GP = \left(1.02 \frac{kg}{hab} / día\right) (3.5 hab) = 3.57 \frac{kg}{vivienda} / día$$

$$GT = (GP)(H) = \left(\frac{3.57kg}{vivienda día}\right) (635 viviendas) = 2,266.95 kg/día$$

Ahora bien, para determinar el volumen de los residuos sólidos:

$$V = \frac{GT}{PV}$$

Donde:

V: Volumen de residuos sólidos.

GT: Generación total de residuos.

PV: Peso volumétrico. El peso volumétrico está dado por la siguiente relación:

FUENTE GENERADORA	GENERACION PER-CAPITA	PESO VOLUMETRICO KG/M ³
Domiciliarios		
- Unifamiliar *	2.722 kg/viv/día	228
- Plurfamiliar *	3.159 kg/viv/día	228
- Restaurantes y bares	0.850 kg/comensal/día	324
- Servicios públicos	0.420 kg/empleado/día	88
- Hoteles	1.035 kg/huesped/día	144
- Centros educativos	0.058 kg/alumno/turno	84
- Centros esp. y recre.		73
- Cines	0.012 kg/espect./día	62
- Estadios	0.054 kg/espect./día	73
- Oficinas pub. y priv.	0.179 kg/empleado/turno	80
Especiales		
- Unidades médicas		130
- Nivel 1		
- c/laboratorio	1.279 kg/consul./día	
- s/laboratorio	0.998 kg/consul./día	
- Nivel 2	4.730 kg/cama/día	
- Nivel 3	5.390 kg/cama/día	
- Laboratorios	0.580 kg/empleado/día	196
- Veterinarias	1.700 kg/empleado/día	157
- T. Terrestre	2.418 kg/pasajero/día	122
- T. Aérea	5.177 kg/pasajero/día	142
- C. Readap. Social	0.538 kg/interno/día	217

De acuerdo con la tabla anterior, se ha considerado el valor de 228 Kg/m³ (señalado con la flecha roja) para la variable *PV* dados los valores de la generación per cápita que se obtuvieron en el cálculo anterior (3.57 kg/viv/día). Con todo ello, la expresión final para la obtención del volumen de residuos queda de la siguiente manera:

$$V = \frac{GT}{PV} = \frac{2,266.95 \frac{kg}{día}}{228 \frac{kg}{m^3}} = 9.95 \frac{m^3}{día}$$

Este resultado representa la magnitud **TOTAL** del volumen de residuos de la zona en cuestión, debido a que se han propuesto 10 contenedores, cada contenedor almacenará:

$$\text{Almacenamiento por contenedor} = \frac{9.95 \frac{m^3}{día}}{10 \text{ contenedores}} = 0.995 \frac{m^3}{día}$$

Con la finalidad de evitar derrames o insuficiencia de la capacidad de almacenamiento del contenedor y además poder reducir la frecuencia de paso de los vehículos recolectores, se propone incrementar la capacidad de éste proyectándola a 3 días, de la siguiente manera:

$$\text{Almacenamiento por contenedor} = 0.995 \frac{m^3}{\text{día}} \times 3 \text{ días} = \mathbf{2.985m^3}$$

Con base en el resultado obtenido, el contenedor recomendado se ajusta a las siguientes características:

TIPO	VOLUMEN m ³	AREAS m ²			
		CONTENEDOR	CIRCULACION	MANIOBRAS	TOTAL
1	0.1	0.5	--	--	0.5
Estos contenedores serán de polietileno de alta densidad, con tapa, agarraderas y ruedas.					
2	0.2	0.9	--	--	0.9
Estos contenedores serán de polietileno de alta densidad, con tapa, agarraderas y ruedas.					
3	1.0	1.0	0.8	--	1.8
El material de estos contenedores puede ser polietileno de alta densidad o metálico, provisto de ruedas, tapa y que pueden ser manipulados por vehículos con sistema para elevar contenedores.					
4	1.5	1.0	0.8	--	1.8
El material de estos contenedores puede ser polietileno de alta densidad o metálico, provisto de ruedas, tapa y que pueden ser manipulados por vehículos con sistema para elevar contenedores.					
5	6.0	4.5	3.5	28	36.0
El material de estos contenedores puede ser polietileno de alta densidad o metálico, provisto de ruedas, tapa y que pueden ser manipulados por vehículos con sistema para elevar contenedores.					
6	12.0	8.0	7.0	30	45.0
El material de estos contenedores puede ser polietileno de alta densidad o metálico, provisto de ruedas, tapa y que pueden ser manipulados por vehículos con sistema para elevar contenedores.					
7	16.0	12.0	24.0	30	66.0
El material de estos contenedores puede ser polietileno de alta densidad o metálico, provisto de ruedas, tapa y que pueden ser manipulados por vehículos con sistema para elevar contenedores.					
8	18.0	12.0	24.0	30	66.0

El contenedor recomendado es el indicado en la tabla anterior (Tipo de contenedor 5) el cual tiene una capacidad de 6 m³ y puede estar elaborado de polímeros o metal. Adicionalmente se propone una frecuencia de recolección de 3 días, la capacidad de los contenedores bien puede soportar la cantidad de residuos de este periodo de tiempo que reduce significativamente el tránsito de los vehículos recolectores por la zona, considerando la jornada laboral de 6 días por semana, solamente 2 de éstos serían empleados para la recolección de los 10 contenedores.

4.4.4 Cobertura geográfica del sistema actual y el sistema propuesto.

La parte final de este trabajo pretende expresar las diferencias en términos de cobertura geográfica entre el sistema de recolección de residuos actual y el sistema propuesto. Nuevamente se ha recurrido al SIG para que de una manera gráfica pudiera presentarse tal diferencia. La información técnica correspondiente se encuentra en las secciones anteriores, principalmente en las fichas descriptivas de ampliación de rutas/nuevas rutas y análisis de métodos de recolección diferenciados.

En síntesis, el sistema propuesto de recolección se integra de:

- 18 ampliaciones de ruta.
- 11 rutas nuevas.
- 10 contenedores de residuos.

En los mapas siguientes están representados: el sistema actual de rutas y el sistema propuesto de rutas, adicionalmente se ha incluido el análisis de generación de residuos por Manzanas con la intención de vislumbrar la interacción entre la oferta / demanda. Deben notarse con estas ilustraciones las diferencias existentes entre la cobertura territorial/geográfica de ambos sistemas:

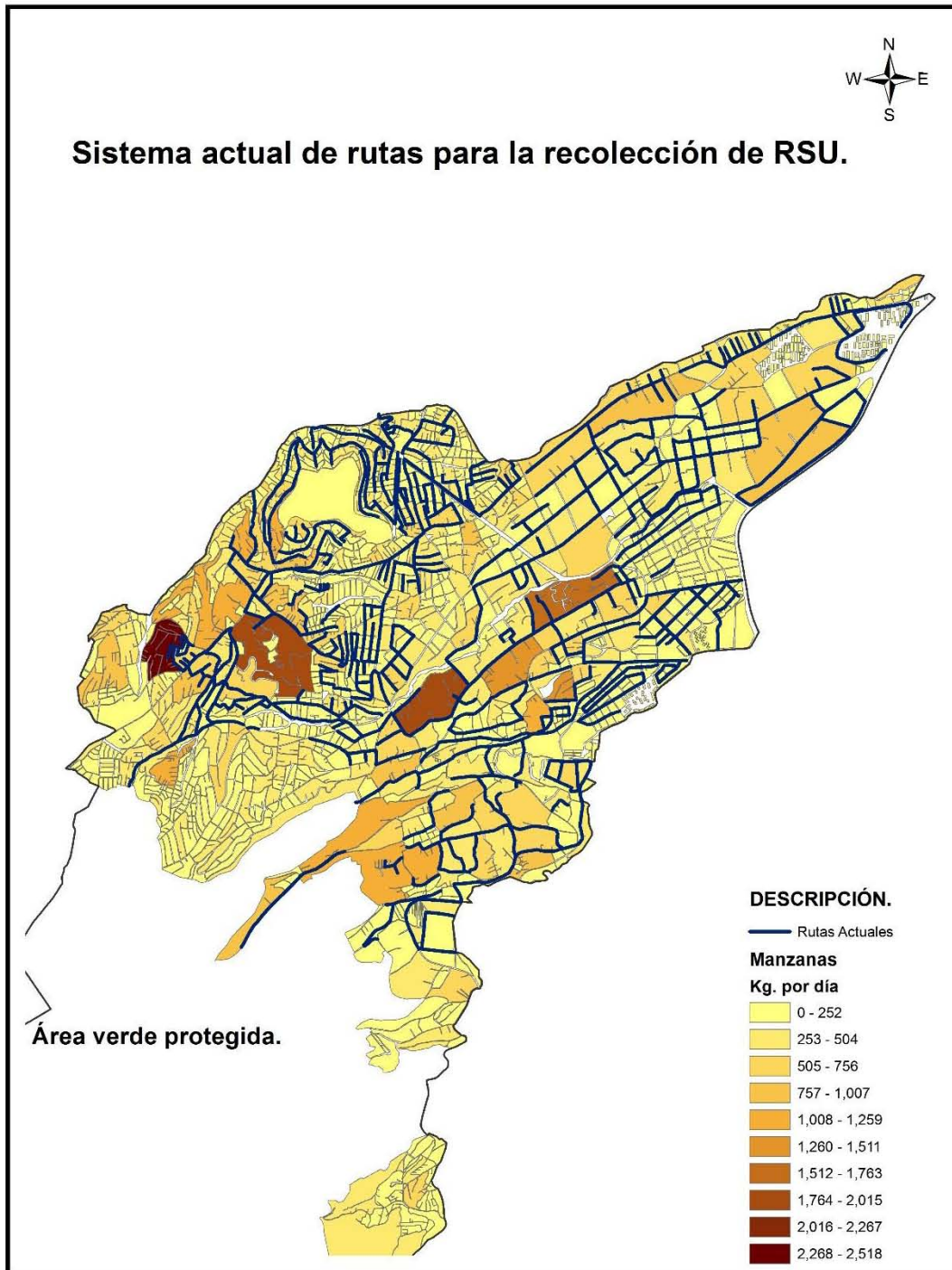


FIGURA 43. SISTEMA ACTUAL DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

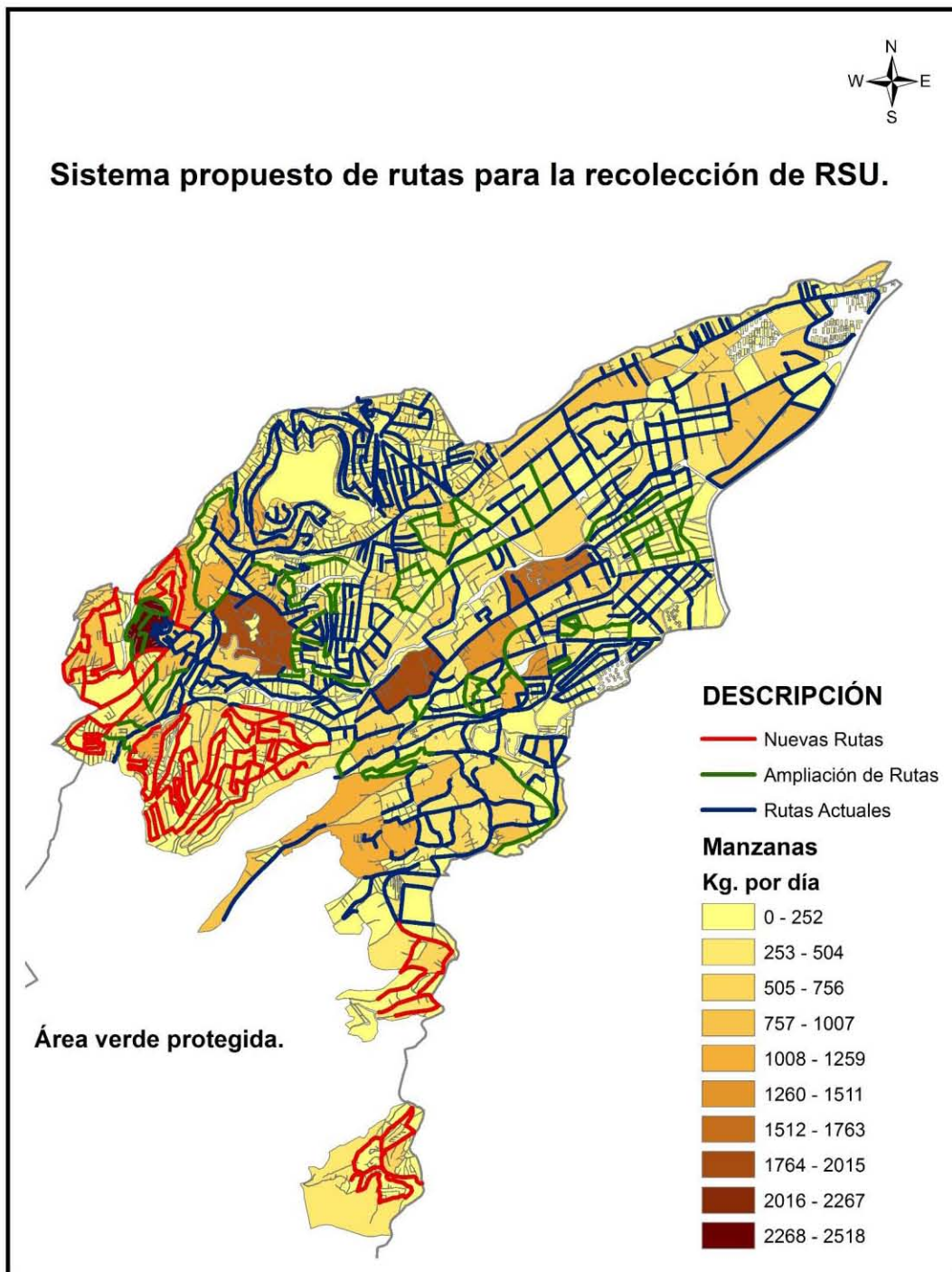


FIGURA 44. SISTEMA PROPUESTO DE RUTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

V. Conclusiones.

El problema enfrentado a lo largo de esta investigación demandó particularidades específicas, en un inicio se consideró la posibilidad de plantear una reestructuración total de rutas, es decir, a través de modelos de asignación u otros recursos (algoritmos de ruta más corta, por ejemplo) plantear un nuevo sistema de rutas cuyo propósito fuera el de aumentar la eficiencia de recolección en la zona de estudio. Sin embargo, una vez que se la investigación siguió su curso, se encontraron elementos muy importantes e inamovibles para la Unidad Departamental de Limpia Delegacional, elementos que a su vez no permiten cambios radicales como una reestructuración de rutas para la recolección de residuos.

A pesar de estas condiciones, el presente trabajo aporta una modificación a las rutas actuales, a través de las características de la demanda y la oferta. Mediante la estimación de los índices de generación de residuos se tiene una antecedente sólidos para determinar las principales zonas que deberán atenderse, así como la magnitud o capacidad del servicio. De tal manera que el método empírico que prevalece hoy en día puede bien sustituirse, en beneficio de la cobertura de recolección. Obedeciendo a las modificaciones propuestas, a través de los análisis aquí descritos y las herramientas empleadas como los Sistemas de Información Geográfica, la eficiencia del sistema mejora en términos de la cantidad de territorio cubierto y el suministro adecuado de las capacidades de los vehículos, cumpliendo así con el objetivo inicial de la investigación.

Evidentemente, aunque si bien el tema sobre la recolección de residuos (de cualquier índole) no es nuevo y tiene antecedentes de investigación alrededor del mundo con diversas teorías y soluciones efectivas, dichos planteamientos difícilmente pueden catalogarse como genéricos. La razón obedece a que la generación de residuos no solamente es un fenómeno que resulta de las necesidades de consumo, se trata de un comportamiento que mucho tiene que ver con las costumbres, cultura e idiosincrasia de una región. Por ejemplo, en ciertas colonias de la delegación La Magdalena Contreras la población se siente agradecida por recibir el servicio, por lo cual contribuye económicamente beneficiando a los trabajadores; en otras colonias, existen conflictos constantes por la falta de cooperación económica, la población aún se rehúsa a separar sus residuos. En otras regiones incluso, los habitantes prefieren pagar una cuota fija a los barrenderos de sector para que sean ellos quienes se lleven sus residuos, evitando el método de recolección tradicional. Entonces, ante comportamientos tan variados resulta difícil pensar en tratar de imponer métodos que han funcionado en otros países, otros estados o incluso otras delegaciones, todo ello sin incluir las diferentes condiciones laborales del personal a cargo del servicio cuyas implicaciones tienen una repercusión mayúscula en cuanto al desempeño en la recolección de los residuos. Como consecuencia, el presente proyecto en su totalidad, toma un carácter descriptivo, en él se explican las relaciones existentes entre el Departamento de la Unidad de Limpia y la población de la delegación La Magdalena Contreras, así como las relaciones internas de esta organización y sus usuarios directos. Claro está que además de esta aportación, surgen de esta labor otros aportes no menos importantes, entre ellos:

- Estimación del índice de generación per cápita por tipo de residuo (orgánico e inorgánico).
- Diseño de una estrategia para el diseño de nuevas rutas (o en su defecto extensión de las existentes) a partir de mapas temáticos basados en la magnitud de la generación de residuos y la capacidad de recolección disponible.

- Adaptación del sistema de rutas a las necesidades actuales de la demanda, a través de la modificación del trazo con base en la estrategia antes mencionada.
- Definición de métodos diferenciados de recolección mediante contenedores en zonas habitacionales donde las características de generación permiten la ubicación de depósitos fijos para la colecta de residuos generados.

La consecución de estos resultados se traduce en un proceso durante el cual fueron descubriéndose particularidades del sistema de recolección en la delegación La Magdalena Contreras, principalmente durante la elaboración del diagnóstico ya que el flujo de información durante esa etapa provino de la interacción interior existente en el Unidad Departamental de Limpia.

La presente investigación deja entrever la importancia de adoptar herramientas técnicas para la el diseño de la infraestructura del servicio de recolección. En los resultados se hizo evidente la mejora de la cobertura de la red de recolección que proporciona la entidad responsable. No obstante, también se reveló la importancia de contar con programas integrales capaces de no alterar las condiciones del sistema, la integralidad se fleja en repercutir en la misma escala en todas las partes que constituyen al organismo de recolección de limpia en cuestión.

Asimismo es necesario considerar que la recolección de residuos es un fenómeno en desarrollo, incrementa su magnitud y características según el crecimiento de la población y las costumbres de las entidades, bajo este contexto, las técnicas para mantenerlo controlado deben actualizarse según las necesidades de la población y hasta donde la tecnología lo permita, resulta erróneo pensar que cualquier estrategia de recolección puede permanecer siendo efectiva durante décadas.

Finalmente, es preciso mencionar que el presente trabajo refleja un esfuerzo por mejorar la calidad de vida de los ciudadanos involucrados, la temática del medio ambiente es delicada por sí misma. La intención de realizar una propuesta como la que se ha descrito aquí está impulsada por la necesidad de mejorar las condiciones de vida de la sociedad pero también de mantener la calidad del medio, respetándolo y mejorándolo a través de las herramientas de ingeniería. De suma importancia es recalcar que el contenido de este texto ha sido resultado, como se ha planteado en la metodología, de información recolectada en campo y solicitada a organismos de información pública y/o la delegación involucrada, por tanto los resultados alcanzados se ajustan a la información disponible. Si dicha información ha incrementado o bien se ha actualizado a la fecha, las condiciones consideradas esta tesis invariablemente cambiarán.

Así, este texto persiguió siempre el propósito de describir la situación actual y proponer la mejora de los aspectos más susceptibles que intervienen en el desempeño del servicio de limpia, sin embargo deja abierta la posibilidad para futuras propuestas, esto es, abre la posibilidad de explicar el porqué de las relaciones entre los elementos involucrados en todo el sistema, la siguiente etapa seguramente se caracterizará por ser de carácter explicativa más que descriptiva, las soluciones deben ofrecer impactos a gran escala y desde otros enfoques que involucren todas partes del sistema, desde la estructura interna de la Unidad Departamental de Limpia (así como su interacción con las autoridades dela delegación), hasta la motivación y orientación de la población hacia nuevos esquemas de recolección (como lo son los contenedores) que garanticen una logística óptima en términos de frecuencia de paso y capacidad de almacenamiento, no solamente como una mejora técnica sino como aquella solución polivalente que considera a más de un área del engranaje que constituye al sistema de recolección delegacional.

Bibliografía.

Alho, J.M., O. Kolehmainen y P. Leskinen (2001) "Regression methods for pairwise comparisons data" en Schmoldt, D.L., J. Kangas, G.A. Mendoza y M. Pesonen, *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*, Holanda, Kluwer Academic Publishers.

André, F. J., & Cerdá Tena, E. (2006). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*. Cuadernos económicos de ICE, (71), 71–91.

Agencia de cooperación internacional del Japón (JICA) (1999). *Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la Ciudad de México*, México.

Ammons, D. y W. Rivenbark (2008) "Factors influencing the use of performance data to improve municipal services: evidence from the North Carolina Benchmarking Project" en *Public Administration Review*, Marzo-Abril, pp. 304-318.

Bassols, M. (2003) "Política ambiental municipal. Del discurso a la práctica", en Cabrero, E. *Políticas públicas municipales. Una agenda en construcción*, México, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE)-Miguel Ángel Porrúa.

Bel, G. (2005) "Un análisis de los gastos municipales por el servicio de residuos sólidos urbanos" en *Revista de Economía Aplicada*, Volumen XIII, número 38, pp. 1-28.

Bortoleto, A. P. y K. Hanaki (2007) "Report: Citizen Participation as a part of integrated solid waste management: Porto Alegre case" en *Waste Management*, número 25, pp. 276-282.

Bueno, Sastre y Lavin (1997). *Contaminación e Ingeniería Ambiental*. Vol. IV. FICYT. Oviedo.

Campbell, D. (1999) "Guest editorial: institutional development for waste management in developing countries" en *Waste Management & Research*, Volumen 17, pp. 1-3.

Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (2003). *La Basura en el Limbo: Desempeño de Gobiernos Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos*. México.

Canter, L. (2002). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Mc. Graw-Hill

Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del Ambiente (1994). *Informe de Validación del Invent*, Lima, Perú.

CEAMSE (2007) "La gestión de los residuos sólidos en México" en *Revista: Noticias CEAMSE*, Año XI, número 22, Abril/Mayo, pp. 22-26.

Chung, S. y C. Poon (1997) "Quantifying externalities in solid waste management in Hong Kong" en *Journal of Environmental Engineering*, Marzo, pp. 282-289.

Conde, R. y H. Vergara (2003) "Gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayapango, Estado de México", tesis de licenciatura, México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A).

Cortinas de Nava, C. (2001) *Hacia un México sin basura. Bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos*, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

El-Hamouz, A. M. (2008) "Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas are of the West Bank" en Waste Management, número 28, pp. 260-271.

ENGM (2004) Encuesta Nacional de Gobiernos Municipales, México, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

CEPEP (2008). Metodologías para la evaluación de proyectos de RSU (caso práctico de evaluación de un sitios de disposición final y estación de transferencia), México, Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Socioeconómica de Proyectos, CEPEP.

Michael F. Goodchild, Bradley O. Parks, Louis T. Steyaert. (1999). Environmental Modeling with GIS/Ed. By New York: Oxford University.

Flores Martínez, S. (2003). Almacenamiento, Recolección, Transporte de Residuos Municipales. 2º Curso Regional sobre Manejo Adecuado de Residuos Sólidos y Peligrosos.

Gobierno del Distrito Federal, S. del M. A. (2010). Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

Environmental Systems Research Institute (1999). Getting to know ArcView: the Geographic Information System (GIS) for everyone, Redlands, California.

Guerrero, E. y C. Erbiti (2004) "Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. Municipio de Tandil, Argentina" en Revista de Geografía, Norte Grande, diciembre, número 032, Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 71-86.

Gutiérrez, V. (2006) Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Granados Francisco (2002). Tesis de Maestría en Ingeniería (Transporte) titulada: "Análisis de redes para la identificación de corredores de transporte de carga en la ZMVM" , División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México.

Hernández Suárez, Carlos (2000). Aplicación de la simulación para el mejoramiento del sistema de recolección de desechos sólidos de la Ciudad de México, Tesis de Licenciatura, Universidad Panamericana, Escuela de Ingeniería.

Hernández Samperi, R., C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio (2003). Metodología de la investigación, México, Tercera edición, McGraw-Hill.

Hristovski, K., L. Olson, N. Hild, D. Peterson, y S. Burge (2007) "The municipal solid waste system and solid waste characterization at the municipality of Veles, Macedonia" en Waste Management, número 27, pp.1680-1689.

Instituto Nacional de Ecología (1997). Estadísticas e Indicadores de Inversión Sobre Residuos Sólidos Municipales en los Principales Centros Urbanos de México, Primera Edición, D.F., México.

Instituto Nacional de Ecología (2006). Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México.

Jaramillo, J. (1999). Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales-GIRSM. Medellín, Seminario Internacional: Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos Siglo XXI. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>

LGPGIR (2003) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, México, Diario Oficial de la Federación, 8 de octubre de 2003.

Marks, David H. (1970). Mathematical Analysis of Solid Waste Collection. Washington. Johns Hopkins University.

Miller Harvey J. & Shaw Shih-Lung (2001). Geographic Information System for Transportation: Principles and Applications. EUA, Oxford University Press.

Mauricio Flores, Guillermo Arturo (2005). Modelo de Programación para optimizar la recolección de basura en una delegación política, Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ingeniería.

Medina, J. A., & Jiménez, I. (2001). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT. México DF Disponible en: <http://www.gtz.org.mx/segem/publicaciones-segem.htm> [2005, 20 de marzo]. Retrieved from http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=344&id_tema=&dir=Consultas%3E%3Cimg%20src=

Mena, Ulises (2007). "Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en la Ingeniería Civil".

Nas S. S. y A. Bayram (2007) "Municipal solid waste characteristics and management in Gümüşhane,Turkey" en Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2007.09.039.

NOM-052-SEMARNAT-2005 Características, procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación de residuos.

Rodríguez Lepure, Ana Lucía (2008) "Gestión local e intergubernamental de los residuos sólidos urbanos. Una evaluación de las "buenas prácticas" en los municipios mexicanos", tesis de maestría, México, El Colegio de la Frontera Norte, A.C., 158 pp.

Rossio Rios Montes. (2012). Planificación De La Gestión De Residuos Sólidos No Peligrosos. REVISTA TECNO - CIENCIA UNIVERITARIA (SANTA CRUZ), 10(1).

Rodríguez y Irabien (2000). Los residuos peligrosos. Edit. Síntesis S.A. Madrid. 2000.

PGIRS (2009) Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, México, Diario Oficial de la Federación, 4 de Noviembre de 2009.

SMA (2007) Agenda Ambiental de la Ciudad de México 2007-2012, México, Secretaria del Medio Ambiente, SMA

SEDESOL (2001) Manual Técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales, México, Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL.

SEMARNAP (1996) Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas, México, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) e Instituto Nacional de Ecología (INE).

SEMARNAT (2001) Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. SEMARNAT (2001) Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.

SEMARNAT (2006) Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los RSU, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.

Geographic Information Systems in Transportation Research/ Edited by Jean-Claude Thill. Amsterdam, Netherlands, Pergamon, 2000.

Robinson, William D. (2002), The Solid Waste Handbook. J Wiley.

SEDESOL (2001), Estudio de Campo para Residuos Sólidos Tiempos y Movimientos. Sedesol, México.

SEDESOL (1999) Manual para el Diseño de Rutas de recolección de Residuos Sólidos Municipales. Sedesol, México.

Anexos.

ANEXO 1. Vehículos recolectores



OFICINA DE INFORMACIÓN PÚBLICA



BD10-1.0.3/3266/2011

La Magdalena Contreras D. F., a 19 de Diciembre de 2011.

OMAR RIVAS MARTÍNEZ
PRESENTE

Asunto: Respuesta a la Solicitud de Información Pública **0410000143011**

Por este medio y en atención a su solicitud de información pública con número 0410000143011 en el que solicita:

"Las características técnicas y el número de los vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos (aquellos que realizan la recolección domiciliar de basura) con los que cuenta la delegación La Magdalena Contreras. 2. Los costos asociados al servicio de recolección de residuos (costos por combustible, operación y sueldo de los operarios por día, mes o año según se manejen) en la delegación La Magdalena Contreras, esto en el periodo más reciente. 3. Las rutas de recolección utilizadas por los camiones recolectores dentro de la delegación La Magdalena Contreras en cualquier formato que sea posible".

Al respecto, me permito comunicarle lo siguiente:

1.- Las características técnicas y el número de los vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos (aquellos que realizan la recolección domiciliar de basura) con los que cuenta la delegación La Magdalena Contreras.

Año 2011		
No.	Tipo de Vehículo	No. de Vehículos
1	Caja Colectora	2
2	Compactador	43
3	Minicompactador	20
4	Reolitas	1
5	Volteo	0
Total de Vehículos		66

2.- Los costos asociados al servicio de recolección de residuos (costos por combustible, operación y sueldo de los operarios por día, mes o año según se manejen) en la delegación La Magdalena Contreras, esto en el periodo más reciente.
Referente a este punto la Dirección General de Administración, es la facultada en responder.

3.- Las rutas de recolección utilizadas por los camiones recolectores dentro de la delegación La Magdalena Contreras en cualquier formato que sea posible.

Anexas al presente se le envían las rutas de recolección utilizadas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo

ATENTAMENTE
RESPONSABLE DE LA OFICINA
DE INFORMACIÓN PÚBLICA

LIC. OMAR MARTÍNEZ SERRANO

C. C. P. Archivo PZ

OMS/sbg**

www.mcontreras.df.gob.mx

Río Blanco No. 09, Col. Barranca Seca, CP 10580, La Magdalena Contreras, DF
TEL. 54 49 60 00 EXT. 1214





“2012 Año por la Cultura de la Legalidad”

1.- Capacidad del camión recolector utilizado para cubrir cada una de las rutas establecidas, así como el nombre del operador del mismo de la siguiente manera:

2005-2015 Decenio Internacional para la Acción: “El Agua Fuente de Vida”, ONU

Número de Ruta	NOMBRE DEL OPERADOR	Tipo de camión (Compactador, minicompactor, caja colectoras).	Capacidad del camión recolector (toneladas)
1		COMPACTADOR	8 TONELADAS
2		DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
3		COMPACTADOR	8 TONELADAS
4		COMPACTADOR	8 TONELADAS
5		COMPACTADOR	8 TONELADAS
6		COMPACTADOR	8 TONELADAS
7		COMPACTADOR	8 TONELADAS
8		COMPACTADOR	8 TONELADAS
9		COMPACTADOR	8 TONELADAS
10		COMPACTADOR	8 TONELADAS
11		COMPACTADOR	8 TONELADAS
12		COMPACTADOR	8 TONELADAS
13		COMPACTADOR	8 TONELADAS
14		COMPACTADOR	8 TONELADAS
15		COMPACTADOR	8 TONELADAS
16		COMPACTADOR	8 TONELADAS
17		MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
18		MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
19		MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
20		COMPACTADOR	8 TONELADAS
21		COMPACTADOR	8 TONELADAS
22		COMPACTADOR	8 TONELADAS
23		MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
24		MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
25		COMPACTADOR	8 TONELADAS
26		COMPACTADOR	8 TONELADAS
27		COMPACTADOR	8 TONELADAS
28		COMPACTADOR	8 TONELADAS
29		DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
30		DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
31		COMPACTADOR	8 TONELADAS
32		COMPACTADOR	8 TONELADAS





Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA



2005-2015 Decenio Internacional para la Acción. "El Agua Fuente de Vida", ONU

34	COMPACTADOR	8 TONELADAS
35	COMPACTADOR	8 TONELADAS
36	DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
37	COMPACTADOR	8 TONELADAS
38	COMPACTADOR	8 TONELADAS
39	COMPACTADOR	8 TONELADAS
40	COMPACTADOR	8 TONELADAS
41	COMPACTADOR	8 TONELADAS
42	COMPACTADOR	8 TONELADAS
43	COMPACTADOR	8 TONELADAS
44	COMPACTADOR	8 TONELADAS
45	COMPACTADOR	8 TONELADAS
46	COMPACTADOR	8 TONELADAS
47	COMPACTADOR	8 TONELADAS
48	COMPACTADOR	8 TONELADAS
49	COMPACTADOR	8 TONELADAS
50	COMPACTADOR	8 TONELADAS
51	VOLTEO	4 TONELADAS
52	COMPACTADOR	8 TONELADAS
53	COMPACTADOR	8 TONELADAS
54	COMPACTADOR	8 TONELADAS
55	COMPACTADOR	8 TONELADAS
56	COMPACTADOR	8 TONELADAS
57	COMPACTADOR	8 TONELADAS
58	COMPACTADOR	8 TONELADAS
59	COMPACTADOR	8 TONELADAS
60	VOLTEO	4 TONELADAS
61	VOLTEO	4 TONELADAS
62	VOLTEO	4 TONELADAS
63	VOLTEO	4 TONELADAS
64	COMPACTADOR	8 TONELADAS
65	COMPACTADOR	8 TONELADAS
66	DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
67	DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS
68	COMPACTADOR	8 TONELADAS
69	COMPACTADOR	8 TONELADAS
70	COMPACTADOR	8 TONELADAS
71	COMPACTADOR	8 TONELADAS
72	COMPACTADOR	8 TONELADAS



AL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA



	MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
	COMPACTADOR	8 TONELADAS
75	VOLTEO	4 TONELADAS
76	VOLTEO	4 TONELADAS
77	MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
78	MINICOMPACTADOR	3 TONELADAS
79	DOBLE COMPARTIMIENTO	8 TONELADAS

"El Agua Fuente de Vida", ONU

2005-2015 Decenio Internacional para la Acción.

2.- Cantidad de residuos recolectados en toneladas (orgánicos e inorgánicos, si no se cuenta el dato desagregado en valido un valor total) por cada una de las rutas en cada mes, esto para el periodo más reciente que se tenga registrado.

- Se anexan relaciones de enero a diciembre de 2011, de la cantidad de toneladas recolectadas en orgánicos e inorgánicos. (formato en Excell)

3.- Cantidad de residuos recolectados en toneladas (orgánicos e inorgánicos, si no se cuenta el dato desagregado en valido un valor total) por cada una de las rutas en cada mes, esto para el periodo más reciente que se tenga registrado.

Año	Cantidad de residuos orgánicos (toneladas)	Cantidad de residuos inorgánicos (toneladas)
De 1990 A 1995	Se recolecto un promedio de 335 toneladas de basura diariamente.	
De 1996 al 2000	Se recolecto un promedio de 350 toneladas de basura diariamente.	
Del 2001 al 2005	Se recolecto un promedio de 360 toneladas de basura diariamente.	
De 2006 al 2010	Se recolecto un promedio de 380 toneladas de basura diariamente.	
MARZO 2011	<p>A partir del mes de marzo de 2011, que dio inicio el Programa de Separación de Residuos Sólidos se recolecta un promedio de 392 toneladas de residuos sólidos domiciliarios, de las cuales se recolectan 128 toneladas de residuos orgánicos y 264 toneladas de inorgánicos.</p> <p>De tiraderos clandestinos en vía publica, panteones, mercados y escuelas, se recolecta un promedio diario de 46 toneladas, de las cuales 15 toneladas son orgánicos y 31 toneladas de inorgánicos.</p> <p>Por lo que el total general es de 438 toneladas de basura diariamente.</p>	

Nota: los datos que se manejan en el presente oficio son de manera estimada, ya que el área a la fecha no cuenta con basculas o con algún tipo de información del tonelaje que deposita el parque vehicular de esta Unidad Departamental a mi cargo en las estaciones de Transferencia.



YO CONTRERAS



ANEXO 2. Presupuesto de combustible para el servicio de recolección



DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN



Oficio No. BD10-1.2/ 0050 /2012
México D.F. a 9 de enero de 2012

Lic. Omar Martínez Serrano
Responsable de la Oficina de Información Pública
en la Delegación La Magdalena Contreras
Presente

En atención a su oficio BD10-1.03./3073/2011 mediante el cual envía la solicitud de información pública ingresada a través del Sistema Infomex con número de folio 0410000143011, presentada por el C. Omar Rivas Martínez, mediante el cual solicita la siguiente información:

"(...) 2. Los costos asociados al servicio de recolección de residuos sólidos (costos por combustible, operación y sueldo de los operarios por día, mes y año según se manejen) en la Delegación La Magdalena Contreras, esto en el periodo más reciente (...)"

Al respecto me permito informe que conforme a la información disponible, esta Delegación cuenta con 83 vehículos automotores adscritos a la Unidad Departamental de Limpia dedicados a la recolección de residuos sólidos, los cuales al 31 de diciembre recibían \$191,800 quincenales en vales de gasolina (\$383,600 mensuales) con una dotación variable para cada una de las unidades según las rutas y días de recorrido.

En lo que respecta a los operarios de equipo pesado de servicio de limpia, se cuenta con una plantilla de 81 trabajadores adscritos a la Unidad Departamental de Limpia, los cuales tienen percepciones salariales mensuales netas que van de los \$3,987 a los \$6,459.

Sirva lo anterior para que dicha información sea remitida al solicitante, habiendo con ello aportado los elementos que constan en los archivos de esta área.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

El Director General de Administración

Lic. José Antonio Islas Omaña

C. c. p. Lic. Ignacio Mendoza Mejía. Director de Recursos Materiales y Servicios Generales.
C. Adrián O. de la Fuente Cercado. Director de Recursos Humanos.

JAIO/HLC

www.mmagdalenacontreras.df.gob.mx

Álvaro Obregón No. 20, Col. BARRANCA SECA, CP 10580, La Magdalena Contreras, DF
TEL. 5449 6010, 54 49 6000 Ext. 1222



ANEXO 3. Registro de residuos recolectados 2011



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: ENERO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	3	3.6
1	1.5	2.5
1	52	52
1	3	5
1	3	5
1	3	4
2	0.5	0.5
2	3.5	5
2	52	52
3	3	2
3	0.6	0.5
3	32	72
4	32	72
4	6	17
4	5	14.5
4	3.5	13
4	4	9
4	0.5	5.5
8	2.5	1
8	52	52
9	52	52
12	104	104
20	26	26
21	26	26
25	26	26
26	26	26
31	26	26
32	26	26
	574.6	700.1



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: FEBRERO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	3	3.6
1	3.5	5
1	1.5	2.5
1	3	5
1	3	5
1	3	4
1	48	48
2	0.5	0.5
2	48	48
3	0.6	0.5
3	32	64
4	6	17
4	5	14.5
4	3.5	13
4	4	9
4	0.5	5.5
4	32	64
8	2.5	1
8	48	48
9	48	48
12	96	96
20	24	24
21	24	24
25	24	24
26	24	24
31	24	24
32	24	24
	535.6	646.1



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: MARZO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	68.91	36.91
2	68.91	36.91
3	68.91	36.91
4	68.91	36.91
5	80.54	48.54
6	161.08	97.08
7	80.54	48.54
8	68.91	36.91
9	68.91	36.91
10	68.91	36.91
11	161.08	97.08
12	68.91	36.91
13	161.08	97.08
14	161.08	97.08
15	32.21	20.66
16	32.21	20.66
17	32.21	20.66
18	32.21	20.66
19	81.08	57.08
20	32.21	20.66
21	350.25	198.63
22	161.08	97.08
23	32.21	20.66
24	32.21	20.66
25	161.08	97.08
26	133.08	77.08
27	80.54	48.54
28	80.54	48.54
29	80.54	48.54
30	80.54	48.54
31	80.54	48.54
32	80.54	48.54
33	80.54	48.54
34	80.54	48.54
35	161.08	97.08
36	161.08	97.08
37	161.08	97.08
38	161.08	97.08
39	161.08	97.08
40	161.08	97.08
41	105.25	97.08
42	287.22	194.16
43	161.08	97.08
44	53.69	32.36
45	53.69	32.36
46	53.69	32.36
47	57.08	105.08



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: MARZO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	105.25	97.08
49	105.25	97.08
50	53.69	32.36
51	53.69	32.36
52	53.69	32.36
53	168.41	104.41
54	168.41	104.41
55	161.08	97.08
56	161.08	97.08
57	161.08	97.08
58	161.08	97.08
59	30.54	48.54
60	30.54	48.54
61	40.27	24.27
62	40.27	24.27
63	40.27	24.27
64	40.27	24.27
65	161.08	97.08
66	80.54	48.54
67	80.54	48.54
68	161.08	97.08
69	161.08	97.08
70	53.69	32.36
71	53.69	32.36
72	53.69	32.36
73	64.54	40.54
74	64.54	40.54
75	129.08	81.08
76	129.08	81.08
77	52.54	57.08
78	52.54	57.08
79	105.25	81.08
TOTAL	7829.05	5019.95



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: ABRIL 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	69.05	37.09
2	69.05	37.09
3	69.05	37.09
4	69.05	37.09
5	56.13	34.80
6	84.20	52.20
7	56.13	34.80
8	69.05	37.09
9	69.05	37.09
10	69.05	37.09
11	168.41	104.41
12	69.05	37.09
13	168.41	104.41
14	336.82	208.82
15	24.05	14.91
16	24.05	14.91
17	24.05	14.91
18	24.05	14.91
19	88.41	64.41
20	24.05	14.91
21	465.20	233.20
22	161.08	97.08
23	24.05	14.91
24	24.05	14.91
25	168.41	104.41
26	505.64	297.64
27	84.20	52.20
28	84.20	52.20
29	84.20	52.20
30	84.20	52.20
31	84.20	52.20
32	84.20	52.20
33	168.41	104.41
34	84.20	52.20
35	168.41	104.41
36	168.41	104.41
37	84.205	52.205
38	168.41	104.41
39	168.41	104.41
40	84.205	52.205
41	168.41	104.41
42	168.41	104.41
43	168.41	104.41
44	56.13	34.80
45	56.13	34.80
46	56.13	34.80
47	64.41	112.41



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: ABRIL 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	168.41	104.41
49	168.41	104.41
50	56.13	34.80
51	56.13	34.80
52	56.13	34.80
53	168.41	104.41
54	56.13	34.80
55	168.41	104.41
56	168.41	104.41
57	168.41	104.41
58	168.41	104.41
59	84.20	52.20
60	84.20	52.20
61	42.10	26.10
62	42.10	26.10
63	42.10	26.10
64	42.10	26.10
65	168.41	104.41
66	84.20	52.20
67	84.20	52.20
68	56.13	34.80
69	168.41	104.41
70	56.13	34.80
71	56.13	34.80
72	56.13	34.80
73	56.13	34.80
74	56.13	34.80
75	136.41	88.41
76	136.41	88.41
77	68.20	44.20
78	68.20	44.20
79	112.41	64.42
TOTAL	8421.3	5189.7



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: MAYO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	68.91	36.91
2	68.91	36.91
3	68.91	36.91
4	68.91	36.91
5	55.77	34.44
6	83.66	51.66
7	55.77	34.44
8	68.91	36.91
9	68.91	36.91
10	68.91	36.91
11	167.33	103.33
12	68.91	36.91
13	167.33	103.33
14	334.66	206.66
15	23.90	14.76
16	23.90	14.76
17	23.90	14.76
18	23.90	14.76
19	87.33	63.33
20	23.90	14.76
21	421.32	253.32
22	167.33	103.33
23	23.90	14.76
24	23.90	14.76
25	167.33	103.33
26	501.32	293.32
27	83.66	51.66
28	83.66	51.66
29	83.66	51.66
30	83.66	51.66
31	83.66	51.66
32	83.66	51.66
33	167.33	103.33
34	83.66	51.66
35	167.33	103.33
36	167.33	103.33
37	83	51.66
38	167.33	103.33
39	167.33	104.01
40	84	51.66
41	167.33	103.33
42	167.33	103.33
43	167.33	103.33
44	55.77	34.44
45	55.77	34.44
46	55.77	34.44
47	63.33	111.33



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: MAYO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	167.33	103.33
49	167.33	103.33
50	55.77	34.44
51	55.77	34.44
52	55.77	34.44
53	167.33	103.33
54	55.77	34.44
55	167.33	103.33
56	167.33	103.33
57	167.33	103.33
58	167.33	103.33
59	83.66	51.66
60	83.66	51.66
61	41.83	25.83
62	41.83	25.83
63	41.83	25.83
64	41.83	25.83
65	167.33	103.33
66	83.66	51.66
67	83.66	51.66
68	55.77	34.44
69	167.33	103.33
70	55.77	34.44
71	55.77	34.44
72	55.77	34.44
73	55.77	34.44
74	55.77	34.44
75	135.33	87.33
76	135.33	87.33
77	67.66	43.66
78	67.66	43.66
79	111.33	64.12
TOTAL	8332.57	5166.43



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: JUNIO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	66.5	34.5
2	66.5	34.5
3	66.5	34.5
4	66.5	34.5
5	49.33	28
6	74	42
7	49.33	28
8	66.5	34.5
9	66.5	34.5
10	66.5	34.5
11	148	84
12	66.5	34.5
13	148	84
14	296	168
15	21.14	12
16	21.14	12
17	21.14	12
18	21.14	12
19	68	44
20	21.14	12
21	344	176
22	148	84
23	21.14	12
24	21.14	12
25	148	84
26	424	216
27	74	42
28	74	42
29	74	42
30	74	42
31	74	42
32	74	42
33	148	84
34	74	42
35	148	84
36	148	84
37	74	42
38	148	84
39	148	84
40	74	42
41	148	84
42	148	84
43	148	84.00
44	49.33	28
45	49.33	28
46	49.33	28
47	44	92



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: JUNIO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	148	84
49	148	84
50	49.33	28
51	49.33	28
52	49.33	28
53	148	84
54	49.33	28
55	148	84
56	148	84
57	148	84
58	148	84
59	74	42
60	74	42
61	37	21
62	37	21
63	37	21
64	37	21
65	148	84
66	74	42
67	74	42
68	49.33	28
69	148	84
70	49.33	28
71	49.33	28
72	49.33	28
73	49.33	28
74	49.4	28
75	116	68
76	116	68
77	58	34
78	58	34
79	92	44
TOTAL	7328	4160



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: JULIO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	65.96	33.96
2	65.96	33.96
3	65.96	33.96
4	65.96	33.96
5	47.90	26.57
6	71.85	39.85
7	47.90	26.57
8	65.96	33.96
9	65.96	33.96
10	65.96	33.96
11	143.71	79.71
12	65.96	33.96
13	143	79.71
14	287.42	159.42
15	20.04	12.10
16	20.04	12.04
17	20.04	12.04
18	20.04	12.04
19	63.71	39.71
20	20.04	12.04
21	326.84	158.84
22	143.71	79.71
23	20.04	12.04
24	20.04	12.04
25	143.71	79.71
26	406.84	198.84
27	71.85	39.85
28	71.85	39.85
29	71.85	39.85
30	71.85	39.85
31	71.85	39.85
32	71.85	39.85
33	143.71	79.71
34	71.85	39.85
35	143.71	79.71
36	143.71	79.71
37	71.85	39.85
38	143.71	79.71
39	143.71	79.71
40	71.85	39.85
41	143.71	79.71
42	143.71	79.71
43	143.71	79.71
44	47.90	26.57
45	47.90	26.57
46	47.90	26.57
47	39.71	87.71



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: JULIO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	143.71	79.71
49	143.71	79.71
50	47.90	26.57
51	47.90	26.57
52	47.90	26.57
53	143.71	79.71
54	47.90	26.57
55	143.71	79.71
56	143.71	79.71
57	143.71	79.71
58	143.71	79.71
59	71.85	39.85
60	71.85	39.85
61	35.92	19.92
62	35.92	19.92
63	35.92	19.92
64	35.92	19.92
65	143.71	79.71
66	71.85	39.85
67	71.85	39.85
68	47.90	26.57
69	143.71	79.71
70	47.90	26.57
71	47.90	26.57
72	47.90	26.57
73	47.90	26.57
74	47.90	26.57
75	111.71	63.71
76	111.71	63.71
77	55.85	31.85
78	55.85	31.85
79	87.71	39.71
TOTAL	7100.59	3941.41



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: AGOSTO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	68.56	36.56
2	68.56	36.56
3	68.56	36.56
4	68.56	36.56
5	54.84	33.51
6	82.27	50.27
7	54.84	33.51
8	68.56	36.56
9	68.56	36.56
10	68.56	36.56
11	164.54	100.54
12	68.56	36.56
13	164.54	100.54
14	329.08	201.08
15	23.50	14.36
16	23.50	14.36
17	23.50	14.36
18	23.50	14.36
19	84.54	60.54
20	23.50	14.36
21	410.16	242.16
22	164.54	100.54
23	23.50	14.36
24	23.50	14.36
25	164.54	100.54
26	490.16	282.16
27	82.27	50.27
28	82.27	50.27
29	82.27	50.27
30	82.27	50.27
31	82.27	50.27
32	82.27	50.27
33	164.54	100.54
34	82.27	50.27
35	164.54	100.54
36	164.54	100.54
37	82.27	50.69
38	164.54	100.54
39	164.54	100.54
40	82.27	50.69
41	164.54	100.54
42	164.54	100.54
43	164.54	100.54
44	54.84	33.51
45	54.84	33.51
46	54.84	33.51
47	60.54	108.54



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: AGOSTO 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	164.54	100.54
49	164.54	100.54
50	54.84	33.51
51	54.84	33.51
52	54.84	33.51
53	164.54	100.54
54	54.84	33.51
55	164.54	100.54
56	164.54	100.54
57	164.54	100.54
58	164.54	100.54
59	82.27	50.27
60	82.27	50.27
61	41.13	25.13
62	41.13	25.13
63	41.13	25.13
64	41.13	25.13
65	164.54	100.54
66	82.27	50.27
67	82.27	50.27
68	54.84	33.51
69	164.54	100.54
70	54.84	33.51
71	54.84	33.51
72	54.84	33.51
73	54.84	33.51
74	55.21	33.51
75	132.54	84.54
76	132.54	84.54
77	66.27	42.27
78	66.27	42.27
79	108.54	60.54
TATAL	8188.23	5020.77



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: SEPTIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	69.21	37.21
2	69.21	37.21
3	69.21	37.21
4	69.21	37.21
5	56.57	35.24
6	84.86	52.86
7	56.57	35.24
8	69.21	37.21
9	69.21	37.21
10	69.21	37.21
11	169.72	105.72
12	69.21	37.21
13	169.72	105.72
14	339.56	211.44
15	24.24	15.10
16	24.24	15.10
17	24.24	15.10
18	24.24	15.10
19	89.72	65.72
20	24.24	15.10
21	430.23	262.88
22	169.72	105.72
23	24.24	15.10
24	24.24	15.10
25	169.72	105.72
26	410	302.88
27	84.86	52.86
28	84.86	52.86
29	84.86	52.86
30	84.86	52.86
31	84.86	52.86
32	84.86	52.86
33	169.72	105.72
34	84.86	52.86
35	169.72	105.72
36	169.72	105.72
37	84.86	52.86
38	169.72	105.72
39	169.72	105.72
40	84.86	52.86
41	169.72	105.72
42	169.72	105.72
43	169.72	105.72
44	56.57	35.24
45	56.57	35.24
46	56.57	35.24
47	65.72	113.72



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: SEPTIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	169.72	105.72
49	169.72	105.72
50	56.57	35.24
51	56.57	35.24
52	56.57	35.24
53	169.72	105.72
54	56.57	35.24
55	169.72	105.72
56	169.72	105.72
57	169.72	105.72
58	169.72	105.72
59	84.86	52.86
60	84.86	52.86
61	42.43	52.86
62	42.43	52.86
63	42.43	52.86
64	42.43	52.86
65	169.72	105.72
66	84.86	52.86
67	84.86	52.86
68	56.57	35.24
69	169.72	105.72
70	56.57	35.24
71	56.57	35.24
72	56.57	35.24
73	56.57	35.24
74	56.57	35.24
75	137.72	89.72
76	136.72	89.72
77	68.86	44.86
78	68.86	44.86
79	110.72	65.72
TOTAL	8351.9	5395.1



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: OCTUBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	68.33	36.33
2	68.33	36.33
3	68.33	36.33
4	68.33	36.33
5	81.33	49.33
6	81.33	49.33
7	81.33	49.33
8	68.33	36.33
9	68.33	36.33
10	68.33	36.33
11	162.67	98.67
12	68.33	36.33
13	162.67	98.67
14	239.79	111.79
15	32.53	19.73
16	32.53	19.73
17	32.53	19.73
18	32.53	19.73
19	82.67	58.67
20	32.53	19.73
21	402.68	234.68
22	162.67	98.67
23	24.24	15.10
24	24.24	15.10
25	162.67	98.67
26	482.68	274.68
27	81.33	49.33
28	81.33	49.33
29	81.33	49.33
30	81.33	49.33
31	81.33	49.33
32	81.33	49.33
33	162.67	98.67
34	81.33	49.33
35	162.67	98.67
36	162.67	98.67
37	81.33	49.33
38	162.67	98.67
39	162.67	98.67
40	81.33	49.33
41	162.67	98.67
42	162.67	98.67
43	162.67	98.67
44	54.22	32.89
45	54.22	32.89
46	54.22	32.89
47	58.67	106.67



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: OCTUBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	162.67	98.67
49	162.67	98.67
50	54.22	32.89
51	54.22	32.89
52	54.22	32.89
53	162.99	98.67
54	56.57	35.24
55	162.67	98.67
56	162.67	98.67
57	162.67	98.67
58	162.67	98.67
59	81.33	49.33
60	81.33	49.33
61	40.66	24.66
62	40.66	24.66
63	40.66	24.66
64	40.66	24.66
65	162.67	98.67
66	81.33	49.33
67	81.33	49.33
68	54.22	32.89
69	162.67	98.67
70	54.22	32.89
71	54.22	32.89
72	55.22	32.89
73	54.22	32.89
74	54.22	32.89
75	130.67	82.67
76	130.67	82.67
77	65.33	41.33
78	65.33	41.33
79	106.66	58.67
TOTAL	8111.44	4902.56



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: NOVIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	69.54	37.54
2	69.54	37.54
3	69.54	37.54
4	69.54	37.54
5	57.46	36.12
6	86.19	36.12
7	57.46	36.12
8	69.54	37.54
9	69.54	37.54
10	69.54	37.54
11	172.38	108.38
12	69.54	37.54
13	172.38	108.38
14	344.76	216.76
15	24.62	15.48
16	24.62	15.48
17	24.62	15.48
18	24.62	15.48
19	92.38	68.38
20	24.62	15.48
21	441.52	273.52
22	172.38	108.38
23	24.62	15.48
24	24.62	15.48
25	172.38	108.38
26	562.03	354.03
27	86.19	36.12
28	86.19	36.12
29	86.19	36.12
30	86.19	36.12
31	86.19	36.12
32	86.19	36.12
33	172.38	108.38
34	86.19	36.12
35	172.38	108.38
36	172.38	108.38
37	86.19	54.19
38	172.38	108.86
39	172.38	108.38
40	86.19	54.19
41	172.38	108.38
42	172.38	108.38
43	172.38	108.38
44	57.46	36.12
45	57.46	36.12
46	57.46	36.12
47	168.38	116.38



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: NOVIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	172.38	108.38
49	172.38	108.38
50	57.46	36.12
51	57.46	36.12
52	57.46	36.12
53	172.38	108.38
54	57.46	36.12
55	172.38	108.38
56	172.38	108.38
57	172.38	108.38
58	172.38	108.38
59	86.19	36.12
60	86.19	36.12
61	43.09	27.09
62	43.09	27.09
63	43.09	27.09
64	43.09	27.09
65	172.38	108.38
66	86.19	54.19
67	86.19	54.19
68	57.46	36.12
69	172.38	108.38
70	57.46	36.12
71	57.46	36.12
72	57.46	36.12
73	57.46	36.12
74	57.46	36.12
75	140.38	92.38
76	140.38	92.38
77	70.19	46.19
78	70.19	46.19
79	116.38	68.38
TATAL	8736.15	5287.85



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: DICIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
1	71.55	39.5
2	71.55	39.5
3	71.55	39.5
4	71.55	39.5
5	62.82	41.48
6	94.23	62.23
7	62.82	41.48
8	71.55	39.5
9	71.55	39.5
10	71.55	39.5
11	188.46	124.46
12	71.55	39.5
13	188.46	124.46
14	376.92	248.92
15	26.92	17.78
16	26.92	17.78
17	26.92	17.78
18	26.92	17.78
19	108.46	84.46
20	26.92	17.78
21	415.97	287.97
22	188.46	124.46
23	26.92	17.78
24	26.92	17.78
25	188.46	124.46
26	585.84	377.84
27	94.23	62.23
28	94.23	62.23
29	94.23	62.23
30	94.23	62.23
31	94.23	62.23
32	94.23	62.23
33	188.46	124.46
34	94.23	62.23
35	188.46	124.46
36	188.46	124.46
37	86.19	54.19
38	188.46	124.46
39	188.46	124.46
40	188.46	124.46
41	188.46	124.46
42	188.46	124.46
43	188.46	124.46
44	62.82	41.48
45	62.82	41.48
46	62.82	41.48
47	84.46	132.46



DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA
 SUBDIRECCION DE IMAGEN URBANA
 UNIDAD DEPARTAMENTAL DE LIMPIA

Mes: DICIEMBRE 2011

Número de Ruta	Recolección de residuos Ton / mes	
	Inorgánicos	Orgánicos
48	188.46	124.46
49	188.46	124.46
50	62.82	41.48
51	62.82	41.48
52	62.82	41.48
53	188.46	124.46
54	62.82	41.48
55	188.46	124.46
56	188.62	124.46
57	188.46	124.46
58	188.46	124.46
59	94.23	62.23
60	94.23	62.23
61	47.115	31.115
62	47.115	31.115
63	47.115	31.115
64	47.115	31.115
65	188.46	124.46
66	94.23	62.23
67	94.23	62.23
68	62.82	41.48
69	188.46	124.46
70	62.82	41.48
71	62.82	41.48
72	62.82	41.48
73	62.82	41.48
74	62.82	41.48
75	156.46	108.46
76	156.46	108.46
77	78.23	54.23
78	78.23	54.23
79	132.46	84.46
TOTAL	9428.32	6267.68