



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
MATRIZ
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Disertación de Grado previa la Obtención del Título de
Magister en Ingeniería del Transporte

**“EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS
DESDE LA VISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA
INTEGRADO DE TRANSPORTE MULTIMODAL”**

Autores:

Ing. René Javier López Garrido
Ing. Paulina Vallejo Cueva

Director:
Ing. César H. Arias

D.M. QUITO- MAYO 2014



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ingeniería
MAESTRIA EN TRANSPORTES

La presente Tesis de Grado ha sido realizada enteramente por el señor:
Ing. René Javier López Garrido y la Ing. Paulina Vallejo Cueva, bajo
la Dirección del **Ing. César H. Arias** y revisada por los Ingenieros **Fredi
Paredes Vásquez** y **Gustavo Yáñez**, quienes dejan constancia de lo
antes indicado.

Ing. César H. Arias

DIRECTOR

Ing. Fredi Paredes

REVISOR

Ing. Gustavo Yáñez

REVISOR

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen Camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los Problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las Adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

En especial dedico al amor de mi vida, mi esposa Andrea gracias por tu paciencia y Comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el Mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado y darme lo más hermoso de nuestras vidas, nuestros hijos que me inspiran cada día por ser mejor gracias mil gracia mi amor te amo.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

Javier

DEDICATORIA

Al Señor Dios Todopoderoso,

Por darme la fuerza, la guía y la motivación para culminar este trabajo.

Sin Él, hubiese sido imposible lograrlo.

A mi Mami, Ana María por su constante empuje, por creer en mí y su palabra oportuna de motivación en los momentos en los que ya no podía más.

A mi hermano, Pablo Andrés quien con su constante alegría y positivismo me enseña cada día a luchar por los sueños que parecen imposibles.

Paulina

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente, agradezco a ti, Dios por bendecirnos y haber permitido llegar donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por darnos la oportunidad de estudiar y ser unos excelentes profesionales.

A nuestro director de tesis, Ing. Cesar Arias por ser un excelente profesional y darnos la oportunidad de compartir sus conocimientos, experiencias y su motivación para lograr terminar nuestros estudios con éxito.

A nuestros padres por ser unas personas incondicionales en su apoyo, tanto al inicio como al final de esta maestría, con su amor, respeto y las bendiciones que siempre nos dan cada día o cada paso que logramos.

Agradecemos a todas las personas que de una u otra forma estuvieron con nosotros, porque cada uno aportado con un granito de arena; y es por ello que a todos y cada uno de ustedes les llevamos en nuestros corazones.

Paulina y Javier, Sus amigos.

RESUMEN

En la generalidad de la planificación de transporte público, se enfoca primordialmente al transporte de personas. La carga o los bienes transportados son aislados del sistema, a pesar de los efectos que pueden tener en el mismo.

Dentro de este contexto, el sistema de recolección de residuos es un servicio básico que requiere una reestructuración, involucrando parámetros que permitan lograr una eficiencia en su operación. Como parte de este sistema se encuentran la recolección de residuos hospitalarios, que adicional al constituirse parte de un servicio básico, presenta una característica en particular que es la peligrosidad de su carga.

Adicionalmente el servicio presenta una recolección no homogénea con picos altos de generación de residuos en un bajo porcentaje de establecimiento, largas distancias recorridas versus carga mínima, tiempos muertos, ventanas de tiempo de usuarios que complican la continuidad de las rutas, demanda del servicio relegada, vehículos subutilizados, vehículos no adecuados para varias zonas, rutas traslapadas, demoras, retrasos, riesgos, normas incompletas que permitan el control de la operación, falta de responsabilidad compartida y problemas por el tipo de territorio en la eficiencia de la operación.

Estas características promueven a buscar modelos o conceptos que den alternativas de solución a los problemas de la operación del servicio de recolección de residuos hospitalarios.

La visión de un sistema integrado de transporte multimodal permite el uso de varios modos de transporte con el fin de que el mismo se viabilice de acuerdo a las características del territorio. Conceptos como infraestructura, terminales, transferencia, acopio, modos de transporte, documentos únicos de control son parte del sistema integrado multimodal que cambiará la perspectiva del sistema de recolección.

Estos cambios se aplicarán al sistema de recolección de residuos hospitalarios en el Distrito Metropolitano de Quito.

Descriptores:

Recolección de residuos hospitalarios, transporte multimodal

ABSTRACT

In the public transport planning, there is a primary approach only in passengers transport. Tangible Goods or freight have been treated out of the transport system, despite the effects they have in it.

In this context, Waste Collection system is considered as a basic service for the communities which transport special types of freight (waste, recycling materials, dangerous chemicals, etc.) that require reengineering involving technique parameters, that allow reach an efficient operation.

As a part of these waste collection system, there is the hospital waste collection system which has a particular characteristic, its dangerousness. In addition the actual hospital collection service presents non uniform values of weight collection, with high picks of waste generation in just few medical locations, driving long distance vs minimum weight collection, lost time, time windows in some medical customers which alter routes continuity and sequence, service demand set aside, use of other kind of trucks not recommendable for specific zones, overlapping routes, delays, incomplete transport laws which allow the operation control, lack of responsibility, and operations problems because of the type of land.

These characteristics promote searching some models and transport engineering concepts that change the actual system, giving solutions to it.

A vision of a transport multimodal integrated system allows the performance by several means of transport, in order to adapt to the land characteristics.

Terms of multimodal system as infrastructure, terminals, transference, store,

means of transport, control documents would change the collection system bringing efficiency to the operation.

Consequently, this work will apply the multimodal and transport engineering vision in the actual collection system of Metropolitan District of Quito.

INDICE CONTENIDO

“EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS DESDE LA VISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MULTIMODAL”	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Alcance	5
CAPÍTULO II: EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS	7
2.1 Conceptos de la Operación de Residuos hospitalarios	8
2.2 Recolección de residuos hospitalarios a nivel internacional. Modelos aplicados	16
2.3 Recolección de residuos hospitalarios en el país, y situación del Distrito Metropolitano de Quito.	31
2.4 Importancia sobre la recolección de residuos hospitalarios	42
2.5 Problemas y Falencias del actual sistema desde el punto de vista del Transporte y su repercusión en otros ámbitos.	44
CAPÍTULO III: EL SISTEMA MULTIMODAL DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	47
3.1 Análisis de los componentes del sistema de recolección de residuos hospitalarios (almacenamiento, transporte interno, transporte, disposición final)	47
3.2. Fundamentos de un sistema integrado multimodal de carga	63
3.2.1 La carga en el sistema de recolección	71
3.2.2 Medios de transporte en el sistema de recolección	75
3.2.3 Conceptos del sistema multimodal aplicado al sistema de recolección	79
3.3 Otros métodos complementarios (investigación de operaciones)	85
3.3.1 Retrologística o Logística inversa	85
3.3.2 Redes	89
3.3.3 Software para modelar	90
3.4 Sistema de recolección	91
3.5 Planificación de un Sistema integrado multimodal de transporte (Residuos Hospitalarios)	92
3.5.1 Levantamiento de información para el análisis	92
3.5.2 Red de simulación para el sistema de recolección	98
3.5.3 Diseño del modelo de transporte para el sistema de recolección	102
Modelo de transporte	107
3.5.4 Efectos y cambios en el modelo de transporte	109

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL SISTEMA AL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	111
4.1 Situación Actual en el Distrito Metropolitano de Quito:	111
4.2 Aplicación del modelo al Distrito Metropolitano de Quito	127
4.3 Automatización del sistema de cobro y tarifa del sistema.	159
4.4 Análisis Financiero del modelo presentado:	162
4.3 Ventajas y desventajas	172
4.4 Evaluación de los resultados	174
CAPÍTULO V: DIRECTRICES PARA LA ELABORACIÓN DE UN REGLAMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS	177
5.1 Parámetros fundamentales para el control y regulación del transporte de residuos (carga).	177
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	181
BIBLIOGRAFÍA.	184

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1: MAPA 1 ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DMQ
ANEXO 2: MAPA 2 ZONIFICACIÓN QUITO URBANO RECOLECCIÓN
ANEXO 3: MAPA 3 CENTROS DE ACOPIO EN EL DMQ
ANEXO 4: MAPA 4 RUTA DE RECOLECCIÓN ZONA I
ANEXO 5: MAPA 5 RUTA DE RECOLECCIÓN ZONA II
ANEXO 6: MAPA 6 RUTA DE RECOLECCIÓN ZONA III
ANEXO 7: MAPA 7 RUTA ZONA CENTRO

**“EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS
DESDE LA VISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA
INTEGRADO DE TRANSPORTE MULTIMODAL”**

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El sistema de recolección es una de las etapas más importantes de la gestión integral de residuos sólidos en un territorio. Es un servicio público encargado de retirar la basura que los ciudadanos generan en las viviendas, empresas, industrias, espacio público, entre otros, y trasladar a los sitios dispuestos para su tratamiento o destino final.

La recolección de residuos es de gran importancia en la comunidad, ya que se lleva todo aquello que la población desecha, evita posibles problemas de deterioro ambiental, de salud pública y de estética, por ello constituye un servicio público básico. Si el sistema de recolección falla en su organización y logística, además de los problemas ambientales que se generan, colapsarían los sistemas de alcantarillado, agua potable, espacio público y movilidad (peatones).

La recolección de residuos puede ser ordinaria o diferenciada. La primera retira desechos comunes, a través de métodos mecanizados o manuales. El medio utilizado para el traslado de los residuos es un vehículo recolector con sistemas de compactación, que pueden ser de varias capacidades y

características. Este tipo de recolección presenta grandes cantidades de volumen.

Sin embargo existen algunos tipos de residuos que requieren métodos especializados para recogerlos, documentos de responsabilidad y trato diferenciado, en razón de que presentan propiedades intrínsecas que son un riesgo para la salud. La recolección diferenciada implica que cada vehículo recolector, así como su forma de manipularlo, colocarlo en el vehículo y transportarlo presenten condiciones especializadas, que permitan controlar el desecho y llevarlo con seguridad a su destino final. Esas condiciones especializadas deben constituir parte de las leyes de transporte de carga de cada territorio.

Así, discriminando, se tiene la recolección diferenciada o especial, que se encarga de la recolección de material o desechos peligrosos. Adicionalmente, la recolección diferenciada o especial difiere de la recolección ordinaria por el volumen de residuos que se debe recolectar. Los residuos que entran en esta categoría son: residuos explosivos, gases, comburentes, inflamables, radioactivas, tóxicos, sustancias corrosivas y residuos hospitalarios de riesgo biológico infeccioso.

1.1 Objetivo

El estudio pretende analizar el sistema de recolección de residuos hospitalarios, observando su modo de operación actual, para incluir en él, los fundamentos de un sistema de transporte multimodal de carga y conceptos de ingeniería de transporte que lo lleven a la eficiencia. Para lograrlo se analiza a detalle el sistema de recolección y desde el punto de vista de planificación de transporte público, se replantea el mismo, con la intención de tornarlo más eficiente y óptimo para asegurar la calidad de vida de las personas. En él, se presentan cambios en el esquema actual de recolección, que plantea mejorar el que existe en la actualidad para beneficio de la comunidad, facilitando en gran medida, incluso, las actividades hospitalarias.

Una propuesta de cambio en el sistema de recolección constituye una herramienta fundamental para los organismos gubernamentales que gestionan la actividad, ya que se logra una mayor eficiencia en la operación, una planificación de la demanda potencial, la optimización de recursos y el pago de tarifas justas, generando un sistema organizado de recolección, lo cual no existe actualmente en nuestro país. Además, la gestión del organismo gubernamental incluye la satisfacción de los usuarios del sistema, ya que contarán con la resolución a un problema de manera eficiente y a tiempo, evitando acumulaciones de residuos potencialmente riesgosos, que podrían potencialmente afectar la salud. Para plasmar el cambio, este

estudio concluirá con la aplicación en el Distrito Metropolitano de Quito, para organizar y optimizar la recolección de residuos sólidos en la ciudad, debido al gran impacto ambiental que esto generaría al retirar los residuos hospitalarios, beneficiando a la salud colectiva y el medio ambiente distrital. Demostrando organización y limpieza de esta manera, evitando focos de infección que pueden tornarse perjudicial para las personas, al no tener un control real, verdadero y eficiente del mismo.

En la actualidad, este Sistema de recolección no está diferenciado, sin que exista las seguridades respectivas para poder garantizar un proceso eficiente que disminuya el impacto ambiental que trae consigo estos desechos y al mismo tiempo, contar con un sistema de transporte regularizado, controlado para transportar estos residuos peligrosos y llevarlos a un punto donde sea tratado de mejor manera sin afectar a la ciudadanía quiteña.

Este es un tema muy importante y sensible, se puede decir que es vital para la ciudad debido a que implica temas relacionados con la salud y el bienestar de las personas. Los residuos hospitalarios son altamente infecciosos por su naturaleza y requieren asegurar un buen sistema de recolección, que permita un adecuado tratamiento de sus componentes, que la ciudad tenga la garantía de que estos residuos están siendo correctamente tratados. De igual manera, lo estipula la Constitución de la República y el Gobierno Nacional en el Plan del Buen Vivir, donde parte fundamental es justamente,

velar por estos procesos neurológicos para la sociedad, con el objetivo de brindar garantías constitucionales que promuevan el respeto y adecuado tratamiento a estas actividades.

1.2 Alcance

La tesis constituye una investigación que propone las directrices para el estudio de factibilidad. Esta investigación contiene un análisis preliminar del proyecto, la disponibilidad de información, el diagnóstico de la situación actual, su localización, la legislación vigente, la propuesta de cambio y la evaluación financiera del financiamiento del proyecto.

Se ha realizado investigaciones sobre el servicio de recolección de residuos hospitalarios en ciudades donde la transportación se encuentra organizada de manera adecuada y constituyen referentes a seguir por el éxito obtenido.

A nivel mundial, existe este proceso de recolección y transporte organizado, que puede tomarse sus beneficios y aplicarlos a la realidad ecuatoriana. De hecho, en el Ecuador, ciudades pequeñas como Cuenca, constituyen modelos de éxito que serán expuestos para realizar un análisis de la aplicación en la capital ecuatoriana.

El tema de la contenerización que se ha implementado recientemente en Quito y ha tenido éxito por la cultura y educación sobre el tema, que se han

difundido entre los quiteños y quiteñas. Este es un punto a favor que contribuirá a manejar de mejor manera los desechos hospitalarios. Quito camina hacia una cultura de recolección de desechos y el tema de residuos hospitalarios merece ser tratado de una manera diferente y bajo medidas puntuales de recolección, por todo lo que su contenido implica. Con este análisis pretendemos otorgar una visión para que pueda ser aplicado por las autoridades o empresa privada con el único fin de, bajo una óptica responsable, plantear herramientas que coadyuven a cuidar nuestro planeta y la sociedad en la que vivimos, garantizando la seguridad de un óptimo tratamiento de desechos, considerados tóxicos, para de esta manera poder contribuir a un mundo mejor.

La presente tesis se ha enfocado principalmente en el área problemática del Distrito Metropolitano, siendo ésta el área urbana. En ella se proponen soluciones abiertas a los cambios continuos que reflejan la ciudad realizados en software GIS con aplicación para el cálculo de rutas óptimas (Network analyst).

CAPÍTULO II: EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

La gestión de residuos sólidos y en particular, la de residuos peligrosos es un tema de preocupación en casi todos los países, especialmente en Latinoamérica. La sociedad ha ido evolucionando y cambiando su estructura, sus esquemas de producción y de consumo, exigiendo más producción para satisfacer su demanda de bienes y servicios. La producción desmedida ha ocasionado que los productos minimicen su ciclo de vida, aumentando el volumen de residuos generados indiscriminadamente.

“A nivel mundial el gran desafío que existe es disociar la producción de residuos del crecimiento económico, a efectos de frenar el tradicional aumento de los mismos con el avance de la economía y disminuir a su vez la presencia de materiales peligrosos. Este proceso debe además ser compatible con las políticas de desarrollo productivo y social necesarias para abatir la pobreza. Para esto es imprescindible, entre otras cosas, compatibilizar las normas de residuos peligrosos con criterios de eficiencia y competitividad productiva

En los países en desarrollo la atención de la problemática vinculada a los residuos peligrosos ha sido más lenta que en países desarrollados, persistiendo aún importantes carencias de infraestructuras ambientalmente adecuadas para gestionar dichos residuos. Las carencias de infraestructura han potenciado el vertido incontrolado de residuos y la operación de plantas

de reciclaje y tratamiento en condiciones ambientalmente inadecuadas. Esta situación puede y ha ocasionado impactos ambientales y a la salud de largo plazo, con costos asociados extremadamente altos. Los sitios contaminados provocados por una disposición inadecuada de residuos son un ejemplo claro de esta situación, existiendo numerosos ejemplos de repercusiones a la salud de la población por esta causa”.¹

La recolección de residuos hospitalarios es un tipo de sistema diferenciado, que permite manejar aquellos residuos provenientes de establecimientos de salud, con características especiales de peligrosidad para la salud pública y el ambiente.

El proceso involucra varios ámbitos como ambiente, salud, medicina, seguridad y en especial el transporte.

Por ello es necesario conocer aspectos básicos descriptivos de la operación, funcionamiento, estado, modelos aplicados y demás con el fin de obtener una amplia visión para proponer nuevos esquemas.

2.1 Conceptos de la Operación de Residuos hospitalarios

A continuación se detallan varios conceptos involucrados en la operación de recolección de residuos hospitalarios:

Establecimientos de Salud

Son todos aquellos donde se practican actividades relacionadas con la salud. Estos se clasifican de acuerdo a su actividad en:

¹ Msc. Ing. Javier Martínez, “Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos”, Montevideo – Uruguay, Septiembre 2005

1. Hospitales
2. Clínicas
3. Consultorios médicos
4. Centros de salud
5. Laboratorios médicos
6. Veterinarias

Residuos

Todas las actividades realizadas por los seres humanos generan residuos. En particular los establecimientos de la salud pueden generar residuos asimilables a domésticos y aquellos residuos que por la característica especial de estos establecimientos, solo se encontraran en ellos y se los llamarán hospitalarios.

Residuos hospitalarios

Los residuos hospitalarios se definen como aquellos que se generan en los establecimientos de salud, producto de sus actividades asistenciales y que en circunstancias de un inadecuado manejo constituyen un grave problema de salud pública.

De acuerdo a cada actividad específica, como tratamientos, muestreo (laboratorio), operaciones, cirugías, curaciones; los residuos hospitalarios pueden ser:

Residuo infeccioso

Son aquellos desechos generados durante las actividades de un establecimiento de la salud, que capaces de provocar enfermedades infecciosas. Generalmente estos residuos tienen un agente patógeno que los hace peligrosos o infecciosos.

Son aquellos que contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles. Todo residuo hospitalario y similar que se sospeche haya sido mezclado con residuos infecciosos (incluyendo restos de alimentos parcialmente consumidos o sin consumir que han tenido contacto con pacientes considerados de alto riesgo) o genere dudas en su clasificación, debe ser tratado como tal. Estos residuos se dividen en cuatro: biosanitarios, anatomopatológicos, corto punzantes y animales.

Residuo Biosanitario

Son los elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano o animal tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, material de laboratorio como tubos capilares y de ensayo, medios de cultivo, láminas porta objetos y cubre objetos, laminillas, sistemas cerrados y sellados de drenajes, ropas desechables, toallas higiénicas, pañales o cualquier otro elemento desechable que la tecnología médica introduzca.

Residuo Anatomopatológicos

Son los provenientes de restos humanos, muestras para análisis, incluyendo biopsias, tejidos orgánicos amputados, partes y Fluidos corporales, que se remueven durante necropsias, cirugías u otros procedimientos, tales como placentas, restos de exhumaciones entre otros.

Residuo corto punzante

Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden dar origen a un accidente percutáneo infeccioso.

Dentro de éstos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampollas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio, y cualquier otro elemento que por sus características corto punzantes pueda lesionar y ocasionar un riesgo infeccioso.

Residuos de animales

Son aquellos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos y/o los provenientes de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas.

Residuos químicos

Son los restos de sustancias químicas y sus empaques u cualquier otro residuo contaminado con éstos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y el medio ambiente.

Estos residuos se dividen en seis: Fármacos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados, Residuos Cito tóxicos, Metales Pesados, Reactivos, Contenedores Presurizados y Aceites Usados.

Los residuos de tipo químico son preferibles manejarlos en sus propios envases, empaques y recipientes atendiendo las instrucciones dadas en sus etiquetas y fichas de seguridad y/o toxicológicas, las cuales se deben de gestionar con los proveedores de los diferentes químicos y ubicarlas en lugares apropiados para que todo el personal expuesto a dichos productos, conozcan las precauciones en cuanto a manejo y almacenamiento, así como las acciones a realizar frente a una exposición inadecuada ò en la ocurrencia de un accidente.

Fármacos parcialmente consumidos, vencidos o deteriorados

Son aquellos de medicamentos vencidos, deteriorados y/o excedentes de las sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento, dentro de los cuales se incluyen fraudulentos, decomisados, alterados.

También se incluyen sus empaques incluso si no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos, pero que constituyen un peligro a la salud debido a sus características tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad, por tanto requieren manejo diferente y separado del resto de las demás clases de residuos.

Se consideran también los residuos producidos en laboratorios farmacéuticos que no cumplen con los estándares de calidad.

Incluye sus empaques y presentaciones. Respecto a los empaques y envases que no hayan estado en contacto directo con los residuos de fármacos, podrán ser reciclados previa destrucción de los mismos.

Residuos Citotóxicos

Son los excedentes de fármacos provenientes de tratamientos oncológicos y elementos utilizados en su aplicación tales como: jeringas, guantes, frascos, batas, bolsas de papel absorbente y demás material usado en la aplicación del fármaco.

Metales Pesados

Son cualquier objeto, elemento o restos de éstos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Niquel, Estaño, Vanadio, Zinc, Mercurio. Este último procedente del servicio de odontología debido a procesos de retiro o preparación de amalgamas, por rompimiento de termómetros y demás accidentes de trabajo en los que esté presente el mercurio. También se incluyen el Cadmio, el Plomo procedente de baterías y el Arsénico procedente de algunos medicamentos. En general incluye cualquier metal pesado de carácter tóxico o acumulativo en los seres vivos y presente en los ambientes donde ellos viven

Residuos Reactivos

Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.

Incluyen líquidos de revelado y fijado, de laboratorios, medios de contraste, reactivos de diagnóstico in vitro y de bancos de sangre.

Residuos de contenedores presurizados

Son los empaques presurizados de gases anestésicos, medicamentos, óxidos de etileno y otros que tengan esta presentación, bien se encuentren llenos o vacíos.

Aceites usados

Son aquellos aceites con base mineral o sintética que se han convertido o tornado inadecuado para el uso asignado o previsto inicialmente, tales como: lubricantes de motores, de transformadores, usados en vehículos, grasas, aceites de equipos, residuos de trampa grasas.

Residuos radioactivos

Son las sustancias emisoras de energía predecible y continua de forma alfa, beta o en forma de fotones, cuya interacción con la materia, puede dar a la emisión de rayos x y neutrones. Incluye trazadores y químicos contra el cáncer, líquidos de pacientes con terapias a base de sustancias radiactivas y equipos con fuentes radiactivas. Este tipo de residuos deben clasificarse y segregarse en el mismo lugar de generación e inmediatamente que se producen, para facilitar su manejo. Deben segregarse tanto los sólidos como los líquidos, de forma diferenciada y en recipientes diferentes a los residuos comunes.

Funda Roja

La funda roja se utiliza en la recolección de residuos hospitalarios, ya que su color la diferencia de los residuos comunes y corresponde una alerta en el manipuleo. La bolsa es de color rojo, material plástico.

La funda roja siempre debe estar cerrada bajo normas de seguridad y debe encontrarse etiquetada con el nombre del establecimiento y el tipo de residuo que se entrega.

Vehículo Recolector

Es el vehículo que se utiliza en la operación de residuos hospitalarios. Los vehículos pueden definirse de acuerdo al tipo de sistema que se realice y la automatización del mismo.

Siempre deben ser lavados y desinfectados luego de cada recolección y debe ser exclusivamente usado para el manejo de residuos hospitalarios.

Autoclave

La esterilización en autoclave es el tratamiento que se realiza a los residuos hospitalarios previo a su disposición final. Son un conjunto de operaciones destinadas a eliminar o inactivar la mayor cantidad de formas de seres vivos contenidos en un objeto o sustancia.

Todo ciclo de esterilización en autoclaves tiene por finalidad conseguir la reducción de la población de microorganismos a niveles de seguridad.

Relleno sanitario

El relleno sanitario es una obra de infraestructura civil destinada a disponer en celdas los residuos domiciliarios, industriales e infecciosos tratados, provenientes de las actividades de la ciudad.

2.2 Recolección de residuos hospitalarios a nivel internacional. Modelos aplicados

En cada país y ciudad, se realiza una gestión diferente de los residuos hospitalarios o infecciosos, cuyas bases se apoyan en normas internacionales generales.

Cada caso en particular permite brindar un enfoque más amplio a la gestión integral, con el fin de analizar entradas, procesos y salidas de la operación en sí.

Las directrices usadas en otras ciudades, serán una herramienta para afinar los modelos y elegir el adecuado para el presente trabajo.

LONDRES, REINO UNIDO²

El punto de partida en el manejo de residuos hospitalarios en Londres, es su enfoque en la separación e identificación de los residuos, ya que la clasificación por tipo reduce costos en el manejo, tratamiento y disposición, además de proteger la salud pública.

La separación es responsabilidad de los establecimientos productores de residuos hospitalarios y se realiza en lugares lo más cercanos posibles a la fuente de generación.

Los residuos son separados en fundas plásticas de colores, de acuerdo al esquema recomendado.

² http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/061to076.pdf

Tabla No.2.1: Envase y Rotulado de acuerdo al tipo de residuos peligrosos infecciosos

Tipo de residuos	Color del contenedor y rotulado	Tipo de contenedor
Residuos altamente infecciosos	Amarillo "ALTAMENTE INFECCIOSOS"	Funda de plástico gruesa, a prueba de desgarres o contenedor capaz de ingresar al autoclave.
Otros residuos infecciosos, patológicos y anatómicos	Amarillo	Fundas plásticas a prueba de cortes
Cortopunzantes	Amarillo "CORTOPUNZANTES"	Contenedor a prueba de cortes
Residuos farmacéuticos y químicos	Café	Funda plástica o contenedor
Residuos Radioactivos	---	
Demás residuos de los establecimientos de salud	negro	Funda plástica

Fuente: Handling, storage, and transportation of health-care waste

Elaboración: Handling, storage, and transportation of health-care waste

En la operación en Londres, no es permitida la acumulación en el punto de generación. Establecen rutinas programadas para su recolección, que son parte del plan de manejo de residuos hospitalarios.

- a. Los residuos hospitalarios deben recolectarse diariamente o en las frecuencias requeridas.
- b. Se recogen únicamente aquellos residuos que se encuentran perfectamente etiquetados con su producción y su contenido.
- c. Las fundas o contenedores se reemplazan inmediatamente con nuevas del mismo tipo.
- d. El equipo de recolección no pueden cambiar etiquetas o cambiar tipos de fundas con el fin de corregir errores. Si los residuos se encuentran mezclados, esta mezcla será tratada como residuos infecciosos.

La gestión de los residuos hospitalarios se encuentra controlada por regulaciones nacionales del gobierno en cuanto a transporte de residuos infecciosos y en el caso de no encontrar regulaciones hacen referencia a las Recomendaciones en el transporte de bienes peligrosos publicado por las Naciones Unidas (GUIDELINES FOR MULTIMODAL TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS, UNITED NATIONS).

La estrategia de control del transporte implica:

- Nota de consignación que acompañe a los residuos desde su lugar de producción hasta el sitio de disposición final. El operador de transporte completa parte de esta nota de consignación, quedándose una para sí, y otra le devuelve al establecimiento generador.
- La organización de transporte debe registrarse en el ente regulatorio de residuos.
- Cada establecimiento debe tener un permiso para el manejo y disposición de residuos hospitalarios.

La nota de consignación sigue el diseño del formato correspondiente al “Sistema Multimodal de bienes peligrosos”, que facilita el control de los residuos en todo el ciclo.

En el caso de que exista una agencia de control plenamente establecida, el operador de transporte debe pre-notificar la planificación del sistema de transporte y disposición, para obtener su aprobación.

Los residuos tienen su área aislada dentro del establecimiento, con las dimensiones adecuadas para la cantidad producida y de acuerdo a la frecuencia de recolección.

También poseen un sitio de almacenamiento con refrigeración para el retraso entre la producción y el tratamiento, con un máximo de 72 horas en invierno y 48 horas en verano.

Los residuos citotóxicos se almacenan separados del resto de residuos hospitalarios, en su respectivo compartimiento en el sitio de almacenamiento.

Residuos radioactivos se almacenan en contenedores que permitan prevenir la dispersión de los contaminantes. Estos deben etiquetarse con el tipo de radioactivos, la fecha y los detalles.

ILLINOIS, ESTADOS UNIDOS³

En el estado de Illinois, el manejo de residuos hospitalarios se basa en regulaciones desde los años 90. Esta regulación es el resultado de la necesidad de una preocupación nacional sobre los desechos hospitalarios al finalizar los años 80.

Cada estado tiene su propia legislación frente al manejo de residuos infecciosos, en razón de la diversidad de población y los requerimientos.

La bureau del territorio en Illinois se encarga de administrar el programa sobre residuos infecciosos (PIMW por sus siglas en inglés) en el estado.

³ <http://www.epa.state.il.us/land/regulations/>

Los residuos médicos potencialmente peligrosos son generados en procesos como diagnóstico, tratamiento en la provisión de servicios médicos, inmunización de seres humanos o animales, investigación en el área de medicina, o servicios de muestreo biológico.

Todos los residuos descritos anteriormente deben ser tratados con el fin de eliminar su potencial infeccioso. Aquellos residuos cortopunzantes son debidamente empacados y tratados, de tal forma que terminen irreconocibles preferiblemente previo a su disposición.

Sitios de almacenamiento o transferencia de residuos infecciosos

Los residuos potencialmente infecciosos solo pueden ser transportados por un operador de recolección de residuos infecciosos con su respectiva licencia. Los residuos se transportan a una estación de transferencia, almacenamiento o sitio de tratamiento con su respectivo permiso de funcionamiento.

En su diseño, cada sitio debe contemplar áreas de almacenamiento, áreas de lavado y desinfección, áreas para refrigeración, sistemas que eviten la propagación de vectores, señales de seguridad para prevención, autorización y demás. Las áreas de disposición temporal y almacenamiento deben contar con un sistema adecuado de drenes y colectores de líquidos provenientes de los residuos, con el fin de que éstos sean tratados. Este sitio debe evitar la contaminación del lugar y el contacto con personas.

En cada sitio es obligatorio contar con una balanza calibrada y certificada que permita obtener el peso de los residuos ingresados, a pesar de que los mismos ya hayan sido medidos por el operador de transporte.

Para cada sitio existen los respectivos estándares de manejo y operación de residuos potencialmente infecciosos. Nunca se deben compactar los residuos potencialmente infecciosos.

Al disponer en el área de almacenamiento, se debe dejar un área libre entre cada paquete de residuos con el fin de permitir inspecciones de un lado de los residuos empaquetados. Los residuos empaquetados deben colocarse de tal forma que sus etiquetas sean legibles.

Cada operador debe ser responsable de llevar una bitácora en el almacenamiento o sitio de transferencia. La siguiente información debe ser registrada:

1. Cantidades de los residuos almacenados o transferidos.
2. Fecha y hora de la llegada de los residuos al sitio de transferencia.
3. Fecha y hora de la partida de los residuos.
4. Número de permiso de los residuos (Regulado por la agencia).
5. Nombre del generados, dirección y si aplica el número del operador.
6. Temperatura de la carga en el sitio de almacenamiento.
7. Nombre del destino de la carga.
8. En una bitácora separada, fecha, hora, origen, cantidades de todas las descargas producidas; además de los incidentes sucedidos en el sitio.

Adicional, los residuos potencialmente infecciosos no podrán ser almacenados más de 72 horas, siempre que su empaque esté bajo 42° Fahrenheit; y máximo 30 días si los residuos no requieren condiciones de temperatura para su almacenamiento (corto punzantes).

En el caso de que se realice el cierre del sitio de almacenamiento temporal o transferencia, el operador debe informar a la Agencia de regulación con un período de 60 días previo a la fecha de cierre planificada.

Después de 90 días de la fecha de la carga final de residuos potencialmente infecciosos recibida, el operador debe comunicar de acuerdo al permiso, que el proceso de cierre técnico ha finalizado.

Sitios de tratamiento

Este sitio se refiere al operador que brinde el tratamiento que quite el potencial infeccioso y al operador encargado de la disposición final de los residuos.

La operación de tratamiento debe cumplir con lo siguiente:

1. Eliminar el potencial infeccioso de los residuos. El operador debe demostrar la eficacia del tratamiento, a través de pruebas de verificación periódicas.
2. Prevenir la compactación y ruptura de los contenedores durante las operaciones, exceptuando que las mismas sean parte del tratamiento.
3. Cumplir las disposiciones para el tratamiento de residuos, de acuerdo con las regulaciones adoptadas.

4. Proveer programas de aseguramiento de la calidad, donde designe responsabilidades, describa los parámetros operativos que requieren monitoreo, identificar los equipos de monitoreo y asegurar su trabajo eficiente, identificar el personal que organice y recopile los datos.
5. Realizar muestro biológico periódico que demuestre el tratamiento adecuado de los residuos.
6. Cumplir todas las leyes federales y estatales, además de las regulaciones ligadas a la protección del medio ambiente.

Solo cuando los residuos son tratados y los residuos cortopunzantes correctamente empacados, podrán ser llevados a la celda en el relleno sanitario.

El estado lleva como control algunos formatos para:

- Obtención del permiso como sitio de almacenamiento, transferencia o disposición.
- Certificado de aprobación del sitio.
- Permiso para el manejo de residuos potencialmente infecciosos.
- Permiso de transporte de residuos potencialmente infecciosos.

Los residuos potencialmente infecciosos no incluyen los residuos médicos generados en los centros (household).

AMÉRICA LATINA

En América Latina, el manejo de residuos presenta varios problemas, entre los que se enumeran a continuación⁴:

- Infecciones provocadas por residuos corto punzantes en el personal de limpieza del establecimiento y personal de recolección.
- Incremento del riesgo de las personas que manejan el residuo en la recolección y de personas que pretenden separar material reciclado.
- Infecciones dentro de los hospitales debido al manejo deficiente de residuos.

MÉXICO DF, MÉXICO⁵

Los residuos infecciosos se gestionan en México de acuerdo a las regulaciones ambientales señaladas por la Ley General y reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; normas oficiales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)., que son parte de la norma mexicana.

La Secretaría de salud se encarga de regular los establecimientos médicas.

En cuanto a cada etapa de la gestión de residuos infecciosos, la norma expone varios criterios y requerimientos.

Clasificación de los residuos infecciosos:

- La sangre y sus componentes, en forma líquida, además de células hematopoyéticas, fracciones celulares, acelulares (hemoderivados).

⁴ J. Montreal 1991. Referencia: Ponencia www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/Ponencias-ID52.pdf Clasificación de los residuos hospitalarios

⁵ <http://www.semarnat.gob.mx/node/30>

- Cultivos y cepas de agentes biológicos-infecciosos, generados en procedimientos de diagnóstico e investigación. Se incluyen los utensillos desechables que contengan, transfieran, inoculen o mezclen los cultivos.
- Residuos patológicos, como cadáveres, tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante necropsias, cirugía o intervenciones quirúrgicas; y las muestras biológicas.
- Residuos que contengan sangre líquida, materiales de curación con fluidos corporales, materiales con esputo, secreciones pulmonares, materiales absorbentes en jaulas de animales expuestos a agentes enteropatógenos.
- Residuos cortopunzantes.

Sitios de generación

La norma mexicana clasifica a los sitios de generación en tres niveles:

Nivel I:

- Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III.
- Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día.
- Unidades hospitalarias psiquiátricas.
- Centros de toma de muestras para análisis clínicos

Nivel II:

- Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas;
- Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día;
- Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos,
- Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI.

Nivel III:

- Unidades hospitalarias de más de 60 camas;
- Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas;
- Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día, o
- Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.

Manejo de los residuos infecciosos:

- Los establecimientos generadores y los prestadores de servicios deben cumplir con:
- La identificación y envases adecuados para los residuos:

- Se requiere la separación en cada establecimiento y su envase de acuerdo a las características conforme a la tabla 2 de la norma que se resume a continuación:

Tabla No.2.2: Tipos de envase utilizados para cada grupo de residuos biológico infeccioso en Mexico D.F.

Tipo Residuos	Estado	Envase	Color
Sangre	Líquido	Recipientes herméticos	Rojo
Cultivos y cepas	Sólido	Bolsas de polietileno	Rojo
Patológicos	Sólido/Líquido	Bolsas de polietileno / Recipientes herméticos	Amarillo
Residuos no anatómicos	Sólido / líquido	Recipientes herméticos / Bolsas de polietileno	Rojo
Residuos cortopunzantes	Sólidos	Recipientes rígidos de polipropileno	Rojo

*Fuente: Norma Mexicana
Elaboración: Norma Mexicana*

*Las bolsas deben ser de color rojo traslúcido, calibre mínimo 200 y las bolsas amarillas traslucido de calibre mínimo 300, impermeables y con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón, libres de cloro.

Cada envase debe tener su respectivo símbolo universal de riesgo biológico y las bolsas deben llenarse en un 80%.

Los recipientes para cortopunzantes deben ser rígidos, con un contenido de metales pesados de no más de un ppm y libres de cloro, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles.

Los recipientes para residuos líquidos deben ser rígidos, con tapa hermética de polipropileno de color amarillo o rojo, con un contenido de metales no

mayor a 1 ppm y libre de cloro. Debe llevar una leyenda que indique residuos peligrosos líquidos.

Almacenamiento temporal:

- Destinar un área de almacenamiento temporal de los residuos.
- Deben almacenarse en contenedores metálicos.
- De acuerdo al nivel, el tiempo de almacenamiento es: Nivel I: máximo 30 días, nivel II: máximo 15 días y nivel III: máximo 7 días.
- Los residuos humanos deberán almacenarse a no más de 4°C.
- El área debe estar separada de áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, áreas de esparcimiento y demás.
- El área debe presentar techo, de fácil acceso, sin riesgos de inundación, etc.
- Presentar señales de seguridad.
- El diseño debe ajustarse a las disposiciones de la norma y autorizadas por la SEMARNAT.
- Si no se disponen de áreas, se pueden almacenar temporalmente en contenedores plásticos que cumplan con los requisitos ya mencionados.

En los centros de acopio podrán ser almacenados previa autorizado por la SEMARNAT. Deberán operar sistemas de refrigeración para mantener los residuos peligrosos biológico-infecciosos a máximo de 4°C..

Esta norma mexicana para la recolección y transporte de residuos biológico infeccioso, exige que se realice bajo los siguientes requerimientos:

- Los residuos deben cumplir con el envasado, embalado, etiquetado que establece la Norma oficial Mexicana (punto 6.2).
- Los residuos biológicos infecciosos no deben ser compactados durante su recolección.
- Los contenedores deben ser desinfectados y lavados después de cada ciclo de recolección.
- Los vehículos con capacidad de carga útil de 1000 kg o superior deben operar con sistemas mecanizados de carga y descarga.
- Los residuos biológicos infecciosos sin tratamiento no deben mezclarse con ningún tipo de residuos municipales o de origen industrial.

La SEMARNAT es el organismo gubernamental encargado de dar la autorización para la recolección y transporte de residuos peligrosos biológicos infecciosos.

SANTIAGO , CHILE⁶

De acuerdo a algunos estudios, “En Chile, la falta de recursos de muchos de los establecimientos de salud, en especial en el sector público, y el escaso conocimiento acerca de los impactos en la salud de un manejo deficiente de los desechos hospitalarios, ha hecho que no se le asigne importancia a la

⁶ Plan de Manejo de Residuos hospitalarios, Complejo asistencial Dr. Sotero del Río, Gobierno de Chile

investigación.”⁷ Así mismo la ausencia de modelos cuantitativos impide que se pueda predecir el volumen de generación de este tipo de residuos.

El reglamento que establece las condiciones sanitarias y de seguridad básicas de generación, tenencia, transporte, reciclaje y disposición final de residuos peligrosos es el N° 48 MIN SAL. Este reglamento permite controlar y prevenir los riesgos. Para el transporte el Ministerio de Transporte establece las condiciones, normas y procedimientos que se deben aplicar para el transporte de carga de sustancias peligrosas, a través del D.S No. 298 del año 1994.

Un punto sobresaliente de la norma chilena, es que cada establecimiento que genere más de una tonelada de residuos hospitalarios debe contar con un plan de manejo y el servicio funciona con contenedores de acuerdo al volumen que generan.⁸

Empresas como Zubimed son encargadas de la recolección y transporte de residuos hospitalarios en la región metropolitana, teniendo como parte de su servicio la entrega de contenedores para el almacenamiento de los residuos, cumpliendo los parámetros establecidos en la ley REAS (Reglamento sobre manejo de residuos en establecimientos de atención de salud).

⁷ Un Modelo de Generación de Residuos hospitalarios para la Región Metropolitana de Chile, Revista de ingeniería Industrial, Ricardo Cabello, Enzo Sauma, 2007

⁸ Manejo de residuos hospitalarios, Dr. Lucas Burchard Señoret, 2012



Fotografía No.2.1: Vehículo recolector empresa Zubimed- Chile

*Fuente: www.zubimed.com
Elaboración: www.zubimed.com*

2.3 Recolección de residuos hospitalarios en el país.

Guayaquil:

El manejo de los residuos hospitalarios se encuentra a cargo del Municipio de Guayaquil, quien tiene un contrato para la recolección de residuos hospitalarios con la empresa privada GADERE, con licencia ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente como gestora de desechos peligrosos y especiales, para las fases de Recolección y Transporte⁹.

Gadere inició sus actividades de recolección y transporte en el año 2006 en algunos hospitales como el IESS, Neumológico, Hospital del Niño, SOLCA, Maternidad Enrique Sotomayor, entre otras. El costo del servicio de recolección en Guayaquil se encuentra entre 70 centavos de dólar y 1 USD por kilo.

⁹ <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/desechos-medicos-no-se-recogen-en-su-totalidad-419511.html>

Pese a tener ya 6 años en el manejo de residuos, la ciudad de Guayaquil viene enfrentando problemas en el sistema, debido a la separación interna en los establecimientos generadores, acumulación de residuos en los hospitales, mezcla de fundas de residuos en los contenedores, y la falta de capacidad de la empresa Gadere. Se atienden establecimientos grandes como hospitales hasta consultorios pequeños.

A principio del año 2013, Guayaquil cuenta con una planta de tratamiento de desechos infecciosos hospitalarios con el fin de atender a hospitales, clínicas y centros médicos de la ciudad, sean estos públicos o privados.

Guayaquil posee un centro de tratamiento de los desechos hospitalarios, la misma que se encuentra ubicada en el relleno sanitario Las Iguanas, en el kilómetro 14 de la vía a Daule, al norte de la ciudad. Luego de varias pruebas realizadas, se ha demostrado un manejo eficiente de las aguas residuales, lo que asegura el adecuado manejo ambiental.

La planta se encargará de cortar, desinfectar y convertir los desechos hospitalarios en residuos comunes, además los esterilizará utilizando vapor de agua, obteniendo residuos libre de bacterias y virus.

La planta, modelo Autoclave T2000 no genera reacciones químicas ni emisiones atmosféricas que pueden contaminar el medio ambiente.

La empresa encargada de la recolección Gadere cuenta para la prestación de sus servicios con furgones, tanqueros y "bañeras" que le garantizarán un transporte y recolección segura y controlada de sus desechos peligrosos y

especiales en las frecuencias y horarios requeridos por la empresa o institución. Los vehículos cumplen con las características exigidas para el transporte de este tipo de sustancias y residuos peligrosos NORMA INEN 2-266:2009 (Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos y Desechos Peligrosos).

Los vehículos utilizados en la actividad de transporte cuentan con las características técnicas necesarias para asegurar la integridad de los residuos y su contingencia en caso de eventualidades como por ejemplo pintura especial, canales y tanques de contención, pisos antideslizantes, sistema mecánico e hidráulico para levantamiento de cargas, kit de derrames, aire acondicionado y refrigeración, sistema de sujeción de carga y otros equipamientos de acuerdo al tipo de residuo a transportarse.

Los vehículos cuentan con un sistema de ubicación satelital GPS capaz de reportar a información relacionada a la ubicación y estado de las unidades.

Cuenca:

La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca EMAC EP, es la responsable por disposición de la Municipalidad de Cuenca de la regulación, gestión y, control del manejo de los desechos infecciosos y especiales en el cantón Cuenca.

Según la EMAC, La ciudad de Cuenca, recoge 19 toneladas aproximadas de residuos hospitalarios de 1000 establecimientos de salud. Hospitales grandes como el Hospital regional Vicente Corral Moscos y José Carrasco

Arteaga del IESS, tienen su propio sistema para el tratamiento de residuos hospitalarios generados. La cobertura se realiza mediante dos vehículos recolectores con licencia ambiental con sistemas mecánicos de carga y descarga, sistema de refrigeración y control de derrames de líquidos

Los horarios de recolección son de lunes a sábado, de 8H00 a 13H00 y de 14H00 a 19H00.¹⁰

La recolección selectiva de residuos hospitalarios en Cuenca se desarrolla desde el año 1996 por parte de la Municipalidad. Al constituirse la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC EP en 1998, se encarga de esta responsabilidad hasta la actualidad. La empresa contrató dos operadores privados, quienes realizan la recolección en:

- Hospitales
- Laboratorios clínicos
- Morgues
- Centros y subcentros de salud
- Consultorios médicos y odontológicos
- Veterinarias
- Farmacias
- Spa y peluquerías

La empresa GADERE S.A. se encarga de transportar los residuos recolectados a la planta para incinerarlos.

¹⁰ <http://www.emac.gob.ec/?q=node/416>

Como particularidad, en Cuenca los residuos colocados en fundas rojas no se colocan en las veredas, sino los obreros entran al establecimiento para retirarlas en el sistema de recolección puerta a puerta.

De acuerdo a información encontrada ¹¹ la tarifa que pagan los establecimientos por el servicio es de 2.88 USD por kilogramo (recolección e incineración).

De acuerdo al tipo de residuo, se escoge el tipo de envase para su almacenamiento en el establecimiento previo a la recolección, teniendo así los siguientes:

1. Funda roja para residuos sólidos.
2. Recipientes rígidos para los cortopunzantes.

Algunos problemas con los que se enfrenta la EMAC es que todavía se siguen colocando residuos hospitalarios en fundas de recolección domiciliaria, poniendo en riesgo a los obreros.

Sobre la ordenanza ¹², de la misma se han extraído las partes más relevantes, de esta manera:

En la Ordenanza se ratifica la competencia exclusiva de EMAC EP para la gestión integral externa de los desechos infecciosos y especiales generados en los establecimientos previstos en el Art. 2. *“La Ordenanza rige en todos los establecimientos públicos o privados ubicados dentro del cantón Cuenca*

¹¹ Diario HOY, “Desechos médicos no se recogen en su totalidad”, 18 de julio de 2010.

¹² <http://www.cuenca.gov.ec/?q=node/10755>

y que generen desechos infecciosos y/o especiales, establecimientos dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

a) Establecimientos de salud: hospitales, clínicas, centros y subcentros de salud, puestos de salud, policlínicos, unidades móviles, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios clínicos, patológicos y de experimentación, morgues, centros de radiología e imágenes, locales que trabajan con radiaciones ionizantes, boticas, farmacias y otros establecimientos afines; b) Centros y clínicas veterinarias; c) Centros de estética facial, corporal e integral, peluquerías, gabinetes o centros de estética y belleza, salas de spa y locales de tatuaje; d) Otros de características similares.

En consecuencia, constituye obligación de los establecimientos antes mencionados, el realizar un almacenamiento diferenciado de los desechos sólidos (comunes, infecciosos y especiales) de acuerdo a sus características y entregarlos a EMAC EP para su recolección, transporte, tratamiento y posterior disposición final, debiendo asumir los costos que demanden la prestación de tales servicios”.

Art 3: “La recolección, el transporte, tratamiento y disposición final de los desechos infecciosos y especiales lo realizará EMAC EP, de manera directa o mediante contratos con terceros siempre y cuando la empresa carezca de los recursos técnicos y resulten más conveniente en el aspecto económico, u otro mecanismo que resulte más conveniente para precautelar la salud pública, el ambiente y la sostenibilidad económica y social de éstos servicios.”

Art 4 y 5: *“Todos los establecimientos deben suscribir el contrato de prestación de servicios de manejo externo de desechos infecciosos y/o especiales y demás requisitos fijados por EMAC EP. No incluyen los desechos sólidos de naturaleza radioactiva, los cuales deberán ser manejados de conformidad con las normas emitidas por el Organismo regulador a nivel nacional. “*

“Capítulo II: Del Almacenamiento De Los Desechos Sólidos

Los desechos sólidos previo a su recolección deberán ser clasificados inmediatamente después de su generación en el mismo lugar de origen y se almacenarán de conformidad con las siguientes directrices:

- *Fundas de color rojo para los desechos infecciosos;*

Los objetos corto punzantes, previo a ser colocados en las fundas rojas, deberán ser almacenados en recipientes de plástico rígido, resistente y opaco.”

De acuerdo a los sitios de almacenamiento, el Municipio de Cuenca estipula lo siguiente:

“Art 8: *En aquellos establecimientos en los que por su magnitud EMAC EP considere necesario que implementen un sitio de almacenamiento, éste deberá cumplir, entre otros, con los siguientes requisitos mínimos:*

a) Estar ubicados en zonas no próximas a viviendas o predios colindantes y donde se reduzcan los riesgos de posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

- b) Contar con un sistema de desagüe que conduzca los líquidos a la red de alcantarillado;*
- c) Contar con un sistema de extinción de incendios;*
- d) Contar con la debida señalización e información necesaria, en lugares y formas visibles, relativo al tipo de desechos almacenados y su peligrosidad;*
- e) Las paredes deben estar construidas con material no inflamable y de fácil limpieza y desinfección;*
- f) Disponer de cubiertas o techos que permitan proteger los desechos de la intemperie;*
- g) Contar con ventilación suficiente;*
- h) Los pisos deben ser lisos, de material impermeable, de fácil limpieza y desinfección;*
- i) Disponer de una toma de agua que facilite la limpieza periódica del sitio; y,*
- j) Hallarse ubicado en un sitio de fácil acceso para los vehículos destinados para la recolección de tales desechos.”*

También se menciona las obligaciones y responsabilidades de los usuarios:

“Art 9: *Constituye obligación de los generadores de desechos infecciosos y especiales, entregar los mismos a EMAC EP, para que éstos sean sometidos a los sistemas de tratamiento externo que la empresa determine independientemente del tratamiento interno al que dichos desechos deben ser sometidos por parte de los generadores. La entrega de los desechos al*

personal de recolección externa se realizará previo la verificación del peso de los mismos y la firma de responsabilidad por parte de los generadores, en los formularios de registro elaborados para tal efecto por EMAC EP.

De la gestión y manejo de los desechos sólidos infecciosos y especiales

EMAC EP implementará un programa de recolección y transporte de desechos infecciosos y especiales, que incluya rutas, frecuencias y horarios, garantizando que este tipo de desechos sean transportados de manera eficiente y segura. Las frecuencias de recolección se establecerán de acuerdo a la cantidad de desechos que genere cada usuario.

Los generadores de desechos infecciosos y especiales deben obligatoriamente adoptar medidas de minimización a través de la máxima reducción de sus volúmenes con técnicas como la deshidratación y otras aplicables, considerando sus características de peligrosidad.

No se recolectan desechos infecciosos o especiales que se encuentren almacenados de manera incorrecta, tales como fundas rotas o que permitan la filtración de líquidos, objetos corto punzantes fuera de recipientes de plástico rígidos, órganos o tejidos no deshidratados u otros”.

El municipio de Cuenca sanciona los incumplimientos de los establecimientos de acuerdo a las contravenciones estipuladas en la ordenanza en el capítulo IV “Del Control, De Las Contravenciones, Sanciones Y Procedimiento Sancionatorio”.

“Se realizan supervisiones e inspecciones en cada establecimiento que se generen los desechos infecciosos por parte de la EMAC EP.

Las contravenciones de primera clase debido a incumplimientos por parte de los usuarios se presentan a continuación:

a) No observar las normas de aseo y limpieza de los sitios o áreas de almacenamiento final de los desechos sólidos, sean éstos comunes, infecciosos o especiales;

Se consideran contravenciones de segunda clase las siguientes:

a) No almacenar apropiadamente los desechos infecciosos y especiales en las fundas y/o recipientes determinados por la EMAC EP;

b) Reincidir en el cometimiento de contravenciones de primera clase en un período de 60 días calendario.

Se consideran contravenciones de tercera clase las siguientes:

a) Exponer los desechos infecciosos y especiales en la vía pública o fuera del área de almacenamiento final;

b) Reincidir en el cometimiento de contravenciones de segunda clase en un período de 60 días calendario.

Se consideran contravenciones graves las siguientes:

a) Quemar e incinerar desechos sólidos infecciosos, hospitalarios y peligrosos;

- b) Mezclar desechos sólidos infecciosos y no infecciosos de distintas categorías (infecciosas, hospitalarias y peligrosas) en un mismo envase o recipiente;*
- c) Usar ductos internos para la evacuación de desechos infecciosos y especiales;*
- d) Almacenar desechos infecciosos y especiales a cielo abierto o en áreas que no reúnan las condiciones establecidas en la ordenanza*
- e) Arrojar o abandonar desechos infecciosos y especiales en áreas públicas, quebradas, cuerpos de agua y cualquier otro sitio no autorizado;*
- f) Oponerse a los controles realizados por las autoridades respectivas o sus delegados*
- g) La reincidencia en las contravenciones de tercera clase en un período de un año...”*

Disposiciones Generales

En cuanto a las definiciones sobre desechos infecciosos o especiales se estará al Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el manejo adecuado de los desechos infecciosos generados en las instituciones de salud en el Ecuador. La ordenanza se mantendrá como ordenanza de carácter especial sobre las ordenanzas que traten sobre la materia.”

Otras ciudades:

En Ibarra, el manejo de los residuos hospitalarios se realiza desde el 2005. El municipio busca dar soluciones por lo que se inició con el estudio integral de los residuos sólidos.¹³

El tratamiento de los residuos hospitalarios empieza a formar parte de nuevas políticas que maneja el ministerio de salud.¹⁴ Actualmente se encuentran realizando un control en la diferenciación y clasificación de los residuos biopeligrosos por parte de la Dirección de Salud. Esta cadena de control llega a hospitales, clínicas, farmacias, veterinarias con el fin de obtener un manejo seguro *in situ*.

El hospital San Vicente de Paul, es el hospital que más genera este tipo de residuos peligrosos.

Municipios como Loja, Otavalo, Ambato, Latacunga, Riobamba, Manta ya manejan una recolección diferenciada en su territorio.¹⁵

2.4 Importancia sobre la recolección de residuos hospitalarios

La importancia de recolección de Residuos Hospitalarios, radica en la peligrosidad del manejo de los residuos hospitalarios, tanto al interior como al exterior de los Establecimientos de Salud.

¹³ Diario La Hora, "Residuos hospitalarios requieren nueva celda", enero 2011, www.lahora.com.ec.

¹⁴ http://tvncanal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1980:se-evaluo-procesos-en-tratamiento-de-residuos-hospitalarios-toxicos&catid=81:prisma&Itemid=198

¹⁵ "Manejo de Desechos biopeligrosos", Ec. Tamara Villacís, junio 2009.

Al interior (logística interna del hospital o centro de salud) porque los pacientes al no contar con un ambiente seguro y considerando que su sensibilidad está afectada, se exponen a contraer infecciones intrahospitalarias; y, por otro lado los trabajadores que manipulan los residuos sin medidas de protección, quienes se exponen a accidentes y enfermedades.

Al exterior de los Establecimientos, donde existe una recuperación informal de los residuos, sin tomar en cuenta mínimas condiciones de seguridad e higiene. Las personas que se dedican a esta actividad se ven expuestas a contaminarse con residuos que presentan grados altos de características infecciosas.

También es importante ya que una eficiente recolección implica un adecuado manejo ambiental de los residuos que involucre seguridad en el recorrido, evitando afecciones a la comunidad en general y al ambiente circundante (aire, agua, suelo). Adicionalmente, como parte de un sistema integral, es fundamental para la siguiente etapa: tratamiento y por tanto disposición adecuada que evite contaminación del aire, suelo o agua.

Por ello se debe contar con consideraciones técnicas para la recolección de los residuos hospitalarios que se describen a continuación:

- ✓ El vehículo será de uso exclusivo.
- ✓ El vehículo estará identificado con el símbolo internacional de bioseguridad y otros datos de identificación del servicio.

- ✓ El vehículo debe contar con: extintor portátil, botiquín de primeros auxilios, un juego de herramientas (para atender eventualidades mecánicas), etc.
- ✓ Debe mantenerse interna y externamente limpios.
- ✓ Acondicionar sujetadores para los recipientes, para evitar desplazamientos.
- ✓ No debe trasladarse otro tipo de residuo y/o materiales diversos.
- ✓ El horario contemplará horas de menor fluidez de vehículos y personas.
- ✓ El personal deberá contar con su equipo de protección personal.
- ✓ Se contará con un directorio de teléfonos de la Compañía de Bomberos, Defensa Civil, Emergencias Médicas, Policía Ecológica, etc.
- ✓ Se contará con un registro de los residuos recolectados por Establecimiento.

2.5 Problemas y Falencias del actual sistema desde el punto de vista del Transporte y su repercusión en otros ámbitos.

En la mayoría de las ciudades del Ecuador solo existe un enfoque meramente ambiental sobre la gestión de los residuos. La fase de transporte como tal ocupa apenas un artículo dentro de ordenanzas (ej. Cuenca), las empresas privadas encargadas de la recolección poseen los requisitos

exigidos por la legislación ambiental pero no hay requisitos en lo referente a control de transporte.

- Uso de vehículos no adecuados para la operación.
- La flota si bien permiso de operación que la acredite al servicio de transporte.
- Bajo volumen de recolección versus distancias largas de recorrido.
- No existen regulaciones en cuanto al peso mínimo de generación para ser recogido.
- Falta de compromiso de los establecimientos en su responsabilidad en la disposición final de residuos.
- Concepto erróneo de que el municipio es el total y único responsable de la gestión de los residuos hospitalarios.
- Apertura de establecimientos sin tomar en cuenta uso de suelo.
- Falta de cobertura de establecimientos, ya que por su peso y distancia quedan fuera de las rutas actuales.
- Pérdidas de tiempo en los recorridos realizados en razón de las vueltas ineficientes que tiene que realizar el vehículo para coincidir con los horarios de atención de los establecimientos.
- Dificultad y riesgo al manejar los residuos hospitalarios.
- Falta de documentación que garantice la seguridad de la carga.
- Hay normativas a nivel ambiental sin embargo hace falta controles estrictos y aplicaciones a nivel de planificación de transporte.

- Falta de atención a la demanda creciente, lo que ha ocasionado problemas con las autoridades de salud.
- Mezcla de los residuos hospitalarios dentro de otros residuos con otro sistema de recolección.
- Vacíos legales en la ejecución de las leyes. La ley de tránsito y transporte difiere en criterios legales a la ley de gestión ambiental para el control en el manejo de residuos.

CAPÍTULO III: EL SISTEMA MULTIMODAL DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

3.1 Análisis de los componentes del sistema de recolección de residuos hospitalarios (almacenamiento, transporte interno, transporte, disposición final)

El sistema de recolección de residuos comprende varias etapas, las mismas que son fundamentales y complementarias entre sí.

El objetivo del sistema es que exista un proceso ordenado de la gestión integral de los residuos, para así poder regular las entradas al proceso de transporte de residuos.

El objetivo es canalizar y mejorar todas las etapas previas al transporte para que el mismo se ejecute de manera eficiente, y así aportar al proceso de una eficiente disposición final.

Generación:

La generación de residuos hospitalarios hace referencia a la producción de residuos de tipo patógeno o infeccioso.

Estos residuos se producen en los establecimientos como clínicas, hospitales, centros médicos, consultorios médicos, consultorios dentales, veterinarias, y demás sitios relacionadas con actividades estéticas y de salud. La generación se expresa en términos de peso, es decir kilogramo por día o metro cúbico por día.

La producción de residuos hospitalarios en cada establecimiento se encuentra relacionada con las actividades que en él se desarrollan y dependen de los servicios médicos ofrecidos en el establecimiento, la complejidad de la atención, número de camas, número de consultas diarias, camas ocupadas por día, tamaño del hospital, dotación del personal y personas atendidas. También depende de la técnica para separar o segregar.

Los residuos dentro de los establecimientos de salud pueden seguir el siguiente esquema de componentes:

1. Cartón y plástico provenientes de empaques.
2. Materiales como gasas y algodón utilizados en las curaciones.
3. Jeringas. Bisturíes, agujas, cuchillas.
4. Pedazos de manguera y/o tubos para transfusión de sangre.
5. Residuos de salas de cirugía, tejidos, partes de órganos, etc.
6. Placentas provenientes de salas de partos.
7. Elementos de tela contaminados con secreciones como vómitos, sangre, saliva, etc.

En referencia a estadísticas de la Organización Mundial de la Salud se estima¹⁶ que aproximadamente el 80% de los residuos generados en establecimientos de salud, se encuentran mezclados con los residuos domiciliarios en el sistema de recolección urbana. Por ello es necesario enfatizar en la separación en la fuente, ya que estos pueden producir enfermedades infecciosas.

¹⁶ "Solid Waste Management, Privatization Procedure Manual

Almacenamiento:

Los residuos hospitalarios por su origen se consideran patógenos, es decir tienen el riesgo de producir enfermedades infecciosas. Por ello no pueden ser manipulables directamente como los residuos comunes. Estos requieren un almacenamiento especial previo a la recolección y transporte hasta la disposición, que evite la contaminación de quienes lo manipulan, así como su posible derrame o contaminación.

Los residuos hospitalarios son fuentes de grandes riesgos de contaminación y de contagio para cualquier persona que los manipula sin tener el conocimiento de su contenido.

Por ello es primordial que los puntos generadores brinden las facilidades para el almacenamiento de los residuos, que comprende colocarlos de acuerdo a su tipología en los envases descritos a continuación:

Tabla No.3.1: Tipos de envase adecuado para los residuos hospitalarios

TIPO DE RESIDUOS	TIPO DE ENVASE
Residuos cortopunzantes	Contenedores
Residuos patológicos	Funda roja
Residuos de quimioterapia	Funda roja en envase de cartón
Otros residuos infecciosos	Bolsa transparente

Fuente: Plan de Manejo de Residuos Hospitalarios, Complejo asistencial Dr. Sotero Del Río, Puente Alto-Chile, Diciembre 2007

Elaboración: Plan de Manejo de Residuos Hospitalarios

Transporte interno:

El transporte interno es el traslado de los residuos hospitalarios desde su punto de origen hacia el sitio de almacenamiento. Este proceso se ejecuta en los establecimientos donde existen varias actividades o servicios, como hospitales, centros de salud, clínicas. Este proceso es parte de la logística hospitalaria, y es de importante enfoque con el fin de que el almacenamiento final de los residuos se dé en las condiciones adecuadas.

El transporte interno debe realizarse con vehículos pequeños, que deben ser estables, silenciosos, higiénicos, de diseño adecuado y permitir el transporte con el mínimo esfuerzo. No deben transportarse con los residuos domiciliarios. Debe tener rutas señaladas y que no presenten obstáculos al llegar.

El transporte interno es un punto que amerita un estudio exclusivo para ello. Por tanto en la presente tesis se enfocará en los requerimientos del transporte interno, que permitan el flujo del residuo a los demás componentes:

- Transporte seguro
- Transporte que salvaguarde la integridad de las personas.
- Recolección de residuos apropiada.
- Responsabilidad de cada área en particular.
- Capacitación sobre los diversos tipos de residuos.
- Condiciones técnicas para el almacenamiento.

Condiciones para el sitio de almacenamiento:

1. El sitio debe presentar continuamente condiciones de higiene y aseo.
2. Uso del impermeable sobre la ropa de trabajo.
3. Prohibido fumar o comer en el sitio.
4. Permanencia corta de los residuos en los sitios de almacenamiento.
5. Verificar periódicamente la capacidad operativa.
6. Manejar los recipientes adecuados.
7. Lavarse y desinfectarse las manos, después de la manipulación
8. El contenedor debe ubicarse cercano al lugar de producción de residuos.
9. Manejar contenedores con tapa.
10. Utilizar el EPP apropiado para el lavado y aseo de los sitios de almacenamiento, salas de emergencia, banco de sangre, entre otros.
11. Los residuos líquidos deben tratarse previo a una posible descarga en la red sanitaria.

Cada establecimiento tiene la responsabilidad de tener una balanza que le permita medir los pesos obtenidos de sus actividades y con ello controlar el ciclo de los residuos.

De acuerdo al peso registrado se realizará el pago de la tarifa puesta por la empresa o municipio.

Las balanzas que se emplean son:

1. Balanza romana
2. Balanza electrónica

3. Báscula

Almacenamiento adecuado para el tipo de residuo

El almacenamiento de residuos debe tener su procedimiento y el lugar adecuado. Además debe tener el etiquetado de acuerdo a las normas específicas.

El personal del hospital debe contar con capacitaciones que respalden la seguridad en el manejo de los residuos. Los residuos al pasar al siguiente componente deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Estar correctamente sellados (funda sellada, cartones embalados, contenedores bien cerrados.
2. Deben estar pesados, y su peso registrado en las fundas
3. Debe constar la respectiva etiqueta con el nombre de establecimiento, peso de los residuos y fecha.
4. En el momento de entrega de los residuos debe estar presente el responsable de los mismos con el fin de entregar cadenas de custodia.
5. El establecimiento debe estimar la cantidad de residuos generada al mes con el fin de proporcionar la información precisa al encargado de la recolección para definición de frecuencias y horarios, evitando así la acumulación y los riesgos que con ella acarrea.

Recolección (transporte externo):

“La etapa de recolección es la parte medular de un sistema de aseo”¹⁷. La recolección de los residuos implica el retiro y transporte de los mismos desde los establecimientos de generación hacia el sitio de tratamiento y disposición final.

En este proceso entra la logística, ya que se asignan rutas de acuerdo a la producción de residuos en los establecimientos, ubicación de los mismos, horarios de atención, y los recursos disponibles para la operación.

Es la etapa más crucial ya que se usa el espacio público, existe una interrelación con la comunidad y de su eficiencia depende la calidad del servicio integral.

Para el proceso de retiro y transporte, hay un grupo diverso de automotores, que se utilizan en razón de la necesidad del servicio, tecnología y del tipo de residuos a transportar. Para la recolección se utilizan camiones con distintas capacidades, que varían dependiendo de la producción total de residuos.

Junto con los vehículos se requiere de personal que haga el retiro o que maneje el vehículo, dependiendo del tipo utilizado.

Personal:

El personal para la recolección constituye un equipo de 3 a 4 personas, entre las cuales se tienen: Un chofer profesional y 2 obreros de recolección.

¹⁷ “Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de residuos sólidos municipales”, SEDESOL, México 1996b.

Todo el personal involucrado debe capacitarse en manejo de residuos hospitalarios, manejo defensivo, normas de tránsito, normas de seguridad y todas aquellas capacitaciones pertinentes para el tipo de servicio.

Además deben contar con certificados médicos de revisiones periódicas, otorgados por el Ministerio de Salud Pública, así como vacunas contra el Tétanos, hepatitis A y B.

El personal debe llevar durante todo el proceso de recolección y transporte de residuos hospitalarios el equipo de protección adecuado como botas de seguridad, guantes, mascarilla. El EPP debe estar en buen estado de manera que minimice el riesgo a la salud del trabajador.¹⁸

Cadena de custodia

La cadena de custodia es el documento de transferencia de responsabilidad de la mercancía (destino de los residuos), del establecimiento de salud al gestor encargado de llevarse los residuos. En ella, se verifica el peso total de los residuos entregados y constan las firmas de los responsables tanto del establecimiento como del transportista.

Etapas de la recolección

El proceso de recolección de residuos hospitalarios se divide en las siguientes etapas:

1. Estacionamiento

Para el estacionamiento, el vehículo debe¹⁹:

¹⁸ Entrevista Fiscalización Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios, EMGIRS EP 2012

¹⁹ Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2010, "Transporte, Almacenamiento y manejo de residuos peligrosos".

- Prender las señales de parqueo y mantenerlas prendidas.
- Verificar que el vehículo y la carga no generen problemas en caso de que tengan que alejarse del vehículo.
- Estacionamiento alejado de áreas pobladas en lo posible y de lugares de concentraciones masivas.
- Si el vehículo debe ser abandonado, notificar inmediatamente a los teléfonos indicados.
- No estacionar cerca a supermercados, vías de ferrocarril, centro de abastecimiento de combustibles
- Obras de infraestructura de gran envergadura como sistemas de agua potable.
- Paradas de transporte público.
- Zonas ambientalmente frágiles.
- No debe usarse el vehículo como medio de transporte.

2. Entrega de los residuos hospitalarios²⁰:

El establecimiento de salud realiza la entrega de la producción de residuos que ha tenido en un determinado período de tiempo.

Los residuos deben encontrarse listos para recolectarse, de acuerdo a lo exigido en la etapa de almacenamiento.

Verificación:

²⁰ Entrevista Fiscalización Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios, EMGIRS EP 2012

El operador encargado de la recolección debe realizar la verificación de los siguientes aspectos:

Fundas cerradas o cartones empacados. (Requisito de almacenamiento).

Etiqueta en cada funda o cartón empacado.

Caracterización de residuos: El operador encargado de la recolección debe reconocer el tipo de residuos que puede llevarse, de acuerdo a las características técnicas del servicio. Aquellos residuos que correspondan a actividades ajenas a la gestión de residuos hospitalarios se devolverán al responsable del establecimiento.

Kilogramos entregados: El establecimiento ha registrado su peso previo a la entrega. El obrero de recolección debe constatar que el peso registrado sea el entregado. Para ello dentro de cada vehículo de recolección debe llevar una balanza tipo romana, que permite pesar las fundas o cajas entregadas. En presencia del responsable del establecimiento se acepta o se rechaza el peso registrado en los residuos. En el caso de que las fundas no se encuentren con peso registrado o que los mismos no correspondan al valor escrito, el operador deja los residuos en el establecimiento hasta que el procedimiento se realice correctamente.

Cuando el registro de pesos coincide con el medido, el operador procede a anotar y registrar el total de residuos del establecimiento.

Cadena de custodia: La cadena de custodia es un documento que respalda tanto al generador como al transportista en la etapa de la gestión de residuos. Este documento traspasa la responsabilidad del establecimiento al encargado de la recolección.

Cada establecimiento debe tener su respaldo de cadena de custodia, donde conste el peso total entregado, con el objetivo de contabilizar al final de cada período la producción de residuos hospitalarios y con ello realizar el cobro de la respectiva tarifa.

3. Carga de los residuos:

El proceso de carga en los vehículos de recolección manual de hospitalarios comprende varios pasos, indispensables para velar por la seguridad de la operación.

Condiciones previas del vehículo²¹:

- Vehículo no mayor a 15 años.
- Estructura del vehículo que permita contener o estibar el material peligroso de tal manera que no se derrame.
- Debe tener compuerta de seguridad, de emergencia.
- Disponer de un equipo básico de emergencia.
- Disponer de un sistema de comunicación para emergencia.
- Debe contar con un dispositivo o pito para el movimiento de reversa.
- Mantenimiento periódico del vehículo.

²¹ Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2010, "Transporte, Almacenamiento y manejo de residuos peligrosos".

- Vehículo correctamente estacionado.
- Identificación del vehículo (logos institucionales, empresariales, nombre residuo).
- Rotulación de acuerdo al tipo de residuo (CLASE VI).
- Juego de neumáticos en buen estado. (no debe tener defectos en las lonas o bandas de rodamiento).
- El labrado de las llantas no debe tener una profundidad restante inferior a 1.6 mm, siendo este el límite máximo del desgaste permitido.

Condiciones para cargar los residuos hospitalarios

- Señalización intermitente.
- Evitar obstáculos o gradas.
- Correcta apertura de las puertas.
- Personal con todo el EPP requerido
- Personal informado sobre la toxicidad de la carga.
- Contar con información para manejar derrames, escapes, etc.
- Debe realizarse por más de dos personas.

Condiciones para manipular los residuos

- Guantes de caucho
- Botas de seguridad
- Overall

- Mascarilla
- Gafas de seguridad

Distribución de la carga en el vehículo

De acuerdo al tipo de vehículo, la carga debe distribuirse desde el primer punto de recolección.

Los vehículos usados para recolección de residuos hospitalarios tienen dos puertas: una trasera y una lateral.

Si el punto de recolección presenta una cantidad considerable de carga, debe cargarse por la puerta trasera, caso contrario se carga por la puerta lateral. Por ello en cada punto uno de los obreros debe preparar el lugar para los residuos a cargarse.

Seguridad de la carga en el vehículo

Para contar con la seguridad en ruta, la carga debe quedar correctamente dispuesta en el vehículo, las puertas cerradas correctamente y aseguradas, se debe evitar que la carga este suelta y con ello posibles derrames que afecten a los obreros de recolección.

Operación:

Luego de la verificación, se distribuye el personal de recolección. Uno de los obreros entra al vehículo, al cajón y el otro se encarga de pasar las fundas, cartones o contenedores de residuos hospitalarios.

La persona que se encuentra dentro del vehículo distribuye la carga uniformemente, evitando que la misma pueda volcarse o caerse durante el transporte. Así mismo, debe distribuir el espacio de acuerdo a la

planificación que debe realizarse de la ruta, con el fin de prever el tipo de residuos que ingresan y colocar esto de manera ordenada.

Cuando se termina de cargar los residuos, el obrero debe dejar la carga en el vehículo de tal forma que no cause contratiempo alguno en la próxima parada o en ruta.

También se debe respetar la capacidad del vehículo, que se considera parte de la planificación y seguridad del proceso.

4. Transporte

En esta etapa se involucran todos los recursos disponibles como la flota operativa, el personal, la planificación, los usuarios, etc. La misma se dividió en dos procesos:

1. Recolección punto a punto de los residuos generados en los establecimientos.
2. Transporte de los residuos al finalizar la recolección hasta el sitio de tratamiento y disposición final.

La recolección es uno de los más costosos elementos funcionales del sistema, y tiene como objeto preservar la salud pública, a través de la recolección en todos los centros de generación.²² El método de recolección empleado en el sistema de residuos hospitalarios es puerta a puerta, donde el vehículo de recolección se estaciona y el obrero entra al establecimiento y realiza la recolección. Esto en razón de que los residuos hospitalarios deben ser únicamente manipulados por personal especializado para ello, bajo las normas de seguridad respectivas.

²² "Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de residuos sólidos municipales", SEDESOL, México 1996b.

Además de definir el método de recolección, se debe establecer las frecuencias de recolección, es decir el número de visitas necesarias al establecimiento. De acuerdo a la generación de residuos, las frecuencias pueden variar desde varias veces al día hasta ser esporádicas (trimestrales, semestrales, etc). Este parámetro es el que eleva los costos al servicio.

Con las frecuencias establecidas más la distribución espacial y con la capacidad real de la flota, se definen las rutas de recolección. Las rutas deben seguir un proceso de planificación previa, donde

Las rutas generalmente se realizan en base al conocimiento de los choferes quienes manejan los vehículos recolectores. Sin embargo, el ruteo debe seguir parámetros técnicos en conjunto con la experiencia para evitar problemas como:

- Deficiencia en la operación
- Reducción de coberturas
- Aumento de costos

La empresa encargada de la recolección debe contar con un plan de operación, que conste de ruteo, tiempo y movimientos, frecuencias demandadas, conocimiento de la ubicación y generación de los establecimientos y demás, con el fin de dar un servicio óptimo.

El transporte corresponde a la unión de nodos a través de la red vial, para abastecer el servicio de recolección y también la movilización de la carga desde el último punto de recolección hacia el destino final. La ubicación del destino final es un componente que puede afectar la logística y el tiempo de operación.

El enfoque de este componente es el objetivo del presente trabajo, ya que es en este punto donde se involucra la logística, la modelación, parámetros que debe incluir el sistema, normas legales que debe cumplir con el fin de preservar los bienes utilizados (espacio público, bienes del estado, etc).

5. Descarga

Al terminar el plan de viaje y/o que se haya llegado a la capacidad del vehículo de recolección, el mismo se dirige al sitio de disposición final. Aquí procede a descargar, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Registrar el peso del vehículo con peso en la báscula de pesaje.
2. Estacionarse con las normas de seguridad que rigen en el relleno sanitario o sitio de tratamiento y disposición final. Es importante constatar que el sitio de tratamiento tiene la capacidad de recibir residuos hospitalarios.
3. El vehículo debe estacionarse de reversa, con el fin de colocar el cajón en el área destinada para los residuos hospitalarios.
4. Los obreros colaboran en la descarga de los residuos, ya que los vehículos de recolección hospitalaria no cuentan con sistemas hidráulicos de descarga.
5. Todos los residuos son descargados del vehículo en el sitio de tratamiento.
6. El vehículo queda vacío.

6. Lavado

El vehículo, luego de la descarga, es lavado y desinfectado en el sitio de tratamiento. El tiempo de lavado es de 30 minutos.

Tratamiento:

Los residuos hospitalarios previos a su disposición final deben ser tratados con el fin de eliminar el potencial infeccioso, reducir el volumen, volver irreconocibles los residuos de cirugía, impedir el reuso de algunos materiales.

Los tratamientos que se realizan a los residuos hospitalarios son: incineración, autoclave, tratamiento con microondas.

Disposición final:

Posterior al tratamiento de los residuos hospitalarios, los mismos deben ser llevados a la celda de seguridad dentro del relleno sanitario.

Para ello se cargan los residuos tratados en un vehículo recolector dentro del área del relleno sanitario. Este vehículo se dirige hacia el sitio de disposición y descarga los residuos para que sean confinados en la celda.²³

La clave de la eficiencia en el transporte es la correcta operación en los componentes previos del sistema.

3.2. Fundamentos de un sistema integrado multimodal de carga

“El sistema integrado multimodal de carga es la movilización de la carga general, desde su origen (generador) al destino final (consignatario final) con la utilización sucesiva de varios modos de transporte”²⁴, debido a razones económicas o porque las condiciones físico-geográficas así lo imponen.

“La característica principal, es que la mercancía no es directamente manipulada en las diversas transferencias o segmentos de este transporte.

²³ Entrevista Fiscalización Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios, EMGIRS EP 2012

²⁴ Jaime Rodrigo de Larrucea, Richard Mari, Joan Martin Mallofré, “Transporte en contenedor”, Barcelona 2007-2012.

Esto se logra con la unitización de la carga que consiste en agrupar la mercancía de acuerdo a la misma especie o especies diferentes dependiendo el caso, en unidades de mayor volumen y capacidad, de formas definidas y establecidas que facilitan su manipulación, movilización y transporte.

Una característica del transporte multimodal es que brinda un servicio de puerta a puerta, bajo un basamento jurídico-comercial en el que un solo operador es responsable de todo el proceso, ateniéndose a un contrato único de transporte”.²⁵

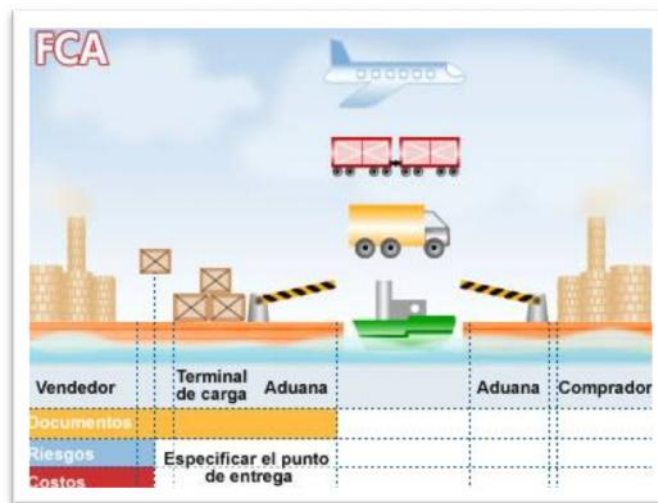


Figura No.3.1: Esquema del Transporte multimodal de carga

Fuente: Sistema Armonizado de designación de mercancías
Elaboración: Sistema Armonizado de designación de mercancías

A continuación se mencionan las características del transporte multimodal²⁶:

- Varios modos de transporte involucrado.
- Una responsabilidad ante el dueño de la carga.

²⁵ Ing. Marvin Angel Gutierrez Morales, "Transporte Multimodal", Academia de Ingeniería, México, 2010

²⁶ Jaime Rodrigo de Larrucea, Richard Mari, Joan Martin Mallofré, "Transporte en contenedor", Barcelona 2007-2012.

- Un solo contrato de transporte.
- Sistema puerta a puerta
- La carga se considera una unidad.
- Indivisibilidad e inviolabilidad de la carga.
- Mayor seguridad en la carga.
- Eficiencia operacional y rapidez.
- Bajos costos en el sistema.
- Sistematización del proceso.

En cuanto a los medios de transporte utilizados, en un sistema multimodal se utilizan medios aéreos, terrestres, ferroviarios y náuticos. Estos facilitan la conexión internacional entre puertos, permitiendo la movilización de la carga hacia su destino.

Operación.

En la operación del sistema de transporte multimodal intervienen la infraestructura física, las autoridades de cada ámbito territorial y el operador. En la operación el tiempo es un factor trascendente. En el sistema de transporte multimodal se controla el tiempo que se utiliza desde el inicio de un proceso operativo hasta que finaliza y pasa al siguiente proceso. Este control del lead time, es el componente más importante de la logística involucrada.

Infraestructuras y servicios involucrados:

Es toda la infraestructura física que interviene en el proceso de transporte de carga, material móvil y sus capacidades. Esta infraestructura permite realizar los servicios puerta a puerta y justo a tiempo. Es por ello, que debe

realizarse un ordenamiento territorial bajo una perspectiva logística que permita que las cadenas de abastecimiento carezcan de barreras espaciales de todo tipo.

“Como infraestructura física encontramos las terminales de carga, los centros de transferencia y los centros de comunicaciones y seguimiento, las que deben respaldar las operaciones.

Las terminales de carga son instalaciones fijas ubicadas en los lugares de origen y destino de la carga, donde se presta el servicio a los actores involucrados.

Los centros de transferencia son instalaciones que facilitan la combinación de varios medios de transporte presentes en el sistema.

Los denominados centros de comunicaciones y seguimiento facilitan la interacción con los actores involucrados a través de la infraestructura física.

“El conjunto de los componentes involucrados en el transporte multimodal se conoce como corredor de comercio exterior.”²⁷

Para toda la infraestructura mencionada es necesario conformar un sistema de redes interconectadas con ejes de integración, que permitan desarrollar interfaces modales y nodos de distribución adecuadamente ubicados.

Infraestructura de gestión

Se refiere a infraestructura avanzada que permite los servicios conexos en el transporte multimodal. Esta infraestructura está compuesta de tecnología de punta con sistemas de última generación.

²⁷ <http://www.mexicoport.com/glosario.php?l=0>

Es prioritario contar con un sistema de transporte que permita manejar las operaciones con eficiencia, controlarlas y que permita aprovechar las ventajas de cada modo de transporte.

Sistemas de control como rastreo satelital, sistemas de información geográfica inteligentes, sistemas con información de las rutas, horarios, destinos, modos de transporte, entre otros.

Documentos

El documento más importante en un sistema de transporte multimodal es el Contrato de transporte. El mismo implica que *“el generador de la carga o expedidor, hace un solo contrato con un operador de transporte que asume la responsabilidad tanto de la coordinación de toda la cadena entre el origen y el destino de la mercancías, así como de los siniestros que pudieran presentarse a la carga y los siniestros a terceros o a los bienes de terceros que la carga pueda ocasionar”*²⁸.

De acuerdo a este contrato, *“el Operador de Transporte Multimodal puede comprometerse a brindar un servicio de abastecimiento a su cliente en forma regular y justo a tiempo. Este es el único contrato de transporte que incluye el justo a tiempo.”*²⁹

²⁸ María del Pila Lozano, “Transporte multimodal”, www.monografias.com

²⁹ María del Pila Lozano, “Transporte multimodal”, www.monografias.com

Factores

El tiempo

El tiempo de tránsito de los servicios de transporte es una actividad de mucha trascendencia en la cadena total de un sistema multimodal por su incidencia sobre el tiempo en las demás actividades del sistema.

Costos

Dentro del sistema multimodal, se pueden encontrar varios procesos con sus respectivos costos.

El proceso principal es el transporte y presenta tanto costos directos como indirectos relacionados con la operación. Generalmente el transporte es el que más incide en el costo total de la cadena de distribución.

Los demás procesos como embalaje, marcado, unitarización, almacenamiento, manipuleo, seguro, trámites y documentos, involucran también costos directos e indirectos, vinculados a su mantenimiento y funcionamiento.

Calidad

La calidad dentro del sistema multimodal toma en consideración la aplicabilidad de normas internacionales para el transporte de la carga, los requisitos del cliente, con el fin de que la mercancía llegue justo a tiempo a su destino.

Beneficios del transporte Multimodal³⁰:

A continuación se enumeran algunos de los beneficios del sistema:

1. Reduce costos y tiempos de envío.

³⁰ <http://mibloogdetareas.blogspot.com/2011/04/transporte-multimodal-beneficios-del.html>

2. Menor costo en el control de mercancías
3. Mayor seguridad en el recaudo de los tributos
4. Autocontrol del contrabando

Beneficios para el transportador

1. Programación de sus actividades.
2. Financiamiento oportuno de la operación.
3. Reducción en tiempos de tránsito.
4. Único responsable y declarante de la mercancía.
5. Trato preferencial.

Beneficios para el usuario

1. Menores costos en operación total de transporte.
2. Financiamiento de la carga.
3. Menor tiempo en puertos.
4. Programación de los despachos y tiempos de viaje.
5. Programación de inventarios.
6. Certeza en el cumplimiento de la operación.
7. Tener un solo interlocutor con única responsabilidad.
8. Atención técnica del manejo de la carga.
9. Menores riesgos de pérdida por saqueo o robo.
10. Capacidad de negociación.
11. El Operador es responsable de retrasos, daños, pérdida total o parcial.

El transporte multimodal viabiliza la movilidad al combinar diversos medios de transporte, mejorando el traslado de la carga. Logra una acción complementaria entre los sistemas actuales, medios utilizados, obteniendo un resultado eficaz de la operación, a un costo menor y la satisfacción de todos los involucrados.

El transporte multimodal permite la integración regional, integrándose en la economía mundial.

El transporte multimodal involucra toda la infraestructura existente y mediante el uso de un solo documento jurídico facilita las operaciones entre ellas.

Sistema Intermodal

El sistema intermodal tiene un carácter técnico comercial que utilizan diversos medios para buscar soluciones conjuntas.

Generalmente la intermodalidad y la multimodalidad se usan como sinónimos en transporte. Pero se considera el sistema intermodal como un modelo de transporte multimodal. Así se definiría el sistema intermodal como el movimiento de carga en una misma unidad logística o vehículo usando de manera sucesiva dos más modos de transporte sin manipular la misma en el intercambio modal³¹.

Sistema integrado multimodal de transporte público

En ciudades como el Distrito Federal de México, Santiago de Chile³² y Medellín³³, se aplica un sistema multimodal de transporte público, que

³¹ <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/medios-y-gesti%C3%B3n-del-transporte/transporte-multimodal/>

³² <http://www.transantiago.cl/es/inicio.html>

consiste en integrar en una infraestructura física logística como una estación o terminal de pasajeros, los diversos modos de transporte como metro, tranvía, metrocable, bus, bicicletas, peatón, vehículo privado entre otros modos de transporte. Esta infraestructura física logística logra la intersección entre los modos de transporte,

Esta acción permite tener un sistema de transporte eficiente, rápido, incluyente, económico y cómodo para el usuario.

La multimodalidad en un sistema de transporte público permite el rápido transbordo de personas, intercambios modales cuyo objetivo es movilizar a las personas de manera eficiente, bajo una misma tarifa.

El objetivo de una multimodalidad en la red de transporte público es la calidad de vida de los ciudadanos.

3.2.1 La carga en el sistema de recolección

La carga se puede definir como la agrupación de mercancías que pertenecen a uno o varios consignatarios que se reúnen para ser transportadas desde un puerto, aeropuerto o terminal terrestre con destino a otro puerto o terminal terrestre.

Consignatario es la persona natural o jurídica a cuyo nombre viene la carga o mercancía o que la adquiere por endoso.

³³ <http://m.eltiempo.com/colombia/medellin/medelln-da-ctedra-en-transporte-integrado/10946396>

La carga también se la define como aquella que puede presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso; que puede ser tratada como unidad.³⁴

La carga suele agruparse en contenedores o similares, siempre que se encuentren amparadas legalmente bajo el mismo documento de transporte.

La carga puede estar embalada o sin embalar.

De acuerdo a su manejo se define el tipo de carga, la misma que debe cumplir con varios requisitos:

Carga general:

- No presentan un riesgo para la salud.
- No atentan contra la seguridad de quien lo manipula.
- No atenta contra el medio ambiente.
- No tienen caducidad o tiempo definido de vida.

Para transportarla se la embala. Su peso, forma y dimensión se ajusta a sus características.

Ejemplos de carga general: computadoras, zapatos, ropa, manufacturas, etc.

Carga a granel

Aquellos productos que se transportan en grandes cantidades, cuyo recipiente es el medio de transporte. Generalmente se deposita con una pala o balde en ferrocarriles, camiones o buques. La misma se divide en:

³⁴ Ing. Marvin Angel Gutierrez Morales, "Transporte Multimodal", Academia de Ingeniería, México

Carga a granel sólida: como su nombre lo indica, hace referencia a la carga sólida como lo constituye los granos, minerales, madera, cemento, carbón, etc.

Carga a granel líquida: es aquella carga cuyo estado es líquido o gaseoso. Debido a esta característica su transportación se realiza en tanqueros, vacuum de capacidad mínima de 1000 galones. El petróleo, gasolina, GP1, químicos y alimentos líquidos son varios ejemplos de este tipo.

Carga Peligrosa:

La carga peligrosa es aquella que demanda tener un manejo adecuado, ya que tiene como característica tener riesgos para la salud y el medio donde es transportada. Las siguientes características corresponden a una carga peligrosa: explosiva, combustible, oxidante, radioactiva, venenosa o corrosiva.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas³⁵, la carga peligrosa se puede clasificar en:

1. Explosivos
2. Gases
3. Líquidos inflamables
4. Sólidos inflamables
5. Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
6. Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas
7. Material radiactivo

³⁵ Naciones Unidas, "Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas", 2011

8. Sustancias corrosivas

9. Sustancias y objetos peligrosos varios

Otros tipos de Carga

- Automotriz: carga enfocada a la industria automotriz y proveedores de transporte.
- Maquinaria pesada: carga que consiste en equipo pesado, empleado generalmente por la industria de la construcción.
- Refrigerados: carga que necesita cierta temperatura durante su transportación, como los artículos perecederos, productos farmacéuticos, etc.
- Valores: carga cuya característica distintiva es su alto valor monetario, tal es el caso de joyas, obras de arte, dinero, etc.

El transporte de carga es aquella encargada de estudiar la mejor forma de trasladar un bien de un sitio a otro.

Dentro de este proceso aparece la logística de carga.

A partir de estas definiciones, se obtendrán los fundamentos de transporte aplicados al sistema de recolección de residuos hospitalarios.

Los residuos como carga

La carga en el sistema de recolección de residuos hospitalarios corresponde a los kilogramos o toneladas generadas por los establecimientos de salud.

Este tipo de carga es peligrosa, y corresponde al Clase 6 Sustancias Tóxicas e infecciosas, división 6.2 Sustancias infecciosas, de la Norma para el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas.

Los residuos hospitalarios desde la perspectiva de carga, adquieren una responsabilidad en varios aspectos, como el ambiental, la seguridad, en la comunidad y la salud, debido a su potencial infeccioso.

El tener un enfoque desde el punto de vista operativo, es decir desde el transporte, permite corregir aquellas falencias en las etapas previas y consecuentes al traslado de la mercancía.

Uno de los problemas en la operación de recolección de residuos, es la falta de enfoque en la sistematización e integración del transporte, teniendo así recorridos de grandes distancias versus el pesaje mínimo recolectado, teniendo como consecuencia costos elevados, tiempos muertos, tiempo total de entrega deficiente, desgaste de la flota, entre otros.

Los residuos recolectados como mercancía en un sistema puerta a puerta, podrían unificarse en un tipo de contenedor, que permita su manipulación y su eficiente recolección involucrando la transferencia de acuerdo a la zonificación geográfica de un territorio.

3.2.2 Medios de transporte en el sistema de recolección

El concepto de multimodalidad hace referencia al uso de varios modos de transportar carga o personas, que se complementan entre sí y unen diversas

regiones para el desarrollo común. El término intermodal involucra varios medios de transporte para llevar la mercancía.

En la recolección de residuos, es posible aplicar el concepto en cuanto a la utilización de varios medios de transporte, con el fin de hacer eficiente la operación. También se puede utilizar varios modos, en el caso de que la infraestructura de tratamiento de algunos tipos de residuos no se encuentre disponible en una localidad y surja la necesidad de transportarlo vía aérea a otra ciudad o región.

De acuerdo a este análisis, a continuación se describe los posibles medios o unidades logísticas dentro de un sistema de recolección de residuos hospitalarios en una ciudad.

Para la recolección de residuos hospitalarios, los vehículos pueden tener varias capacidades y dimensiones, cumpliendo las normas técnicas internacionales para el transporte de residuos hospitalarios.

Mecánicamente se pueden adaptar ideas para obtener el medio de transporte adecuado, como que el chasis de un vehículo se puede adaptar a furgones para el transporte de carga peligrosa.

También se puede invertir en vehículos con tecnología para evitar el contacto de los residuos con el personal (utilizando el concepto de unitarización de la carga), y realizar la carga y descarga mecánicamente, desde el control de vehículo. Este vehículo requiere una automatización completa del sistema, desde su generación hasta la disposición final.

Vehículos o unidades logísticas (Medios de transporte)

	<p>Vehículo mecánicamente adaptado</p> <p>Chasis de camión para carga pesada adaptable para un peso desde 5000 Kg hasta 12000 Kg. Simple y doble eje. Motor a diesel Cilindraje de 4000 cc hasta 7684 cc Dimensiones: Largo: 6120 mm Ancho chasis: 750 mm Ancho cabina: 1995 mm Es el vehículo más usado para recolección de hospitalarios manual por su fácil adaptación.</p>
---	---

Fotografía No.3.1: Vehículo mecánicamente adaptado

*Fuente: Sistema Armonizado de designación de mercancías
Elaboración: Sistema Armonizado de designación de mercancías*

	<p>Vehículo con carga adaptada</p> <p>Esta adaptación se realiza a un vehículo tipo camioneta, con el fin de llevar los residuos en una caja trasera o contenedor especial para ello. La caja se encuentra totalmente separada del personal. Este tipo de unidad es más utilizado en aquellos lugares donde el tráfico no se problema y no es zona comercial.</p>
--	--

Fotografía No.3.2: Vehículo con carga adaptada

*Fuente: <http://yantaza1.blogspot.com/2010/04/entidades-entregan-remolque-recolector.html>
Elaboración: <http://yantaza1.blogspot.com/2010/04/entidades-entregan-remolque-recolector.html>*



Camioneta con furgón

Para áreas pequeñas, ciudades pequeñas, es posible adaptar una camioneta

Capacidad: 3200 Lt

Fotografía No.3.3: Vehículo tipo camioneta con furgón

Fuente: <http://www.elnorte.ec/otavalo/actualidad/23685-tarifa-para-desechos-hospitalarios.html>

Elaboración: <http://www.elnorte.ec/otavalo/actualidad/23685-tarifa-para-desechos-hospitalarios.html>



Recolector especializado

Recolector sin sistema de compactación

Sistema automatizado de carga a través de contenedores cerrados.

Para este vehículo, los usuarios deben contar con el contenedor adecuado para su carga. Este vehículo carga el contenedor y se lo lleva al sitio de disposición final. Descarga el contenedor, descarga los residuos, se lava y desinfecta para finalmente devolverle al usuario para su uso.

Capacidad mayor a 12 toneladas por viaje.

Fotografía No.3.4: Vehículo recolector especializado

Fuente: <http://www.laseptima.info/noticias/24623>

Elaboración: <http://www.laseptima.info/noticias/24623>

	<p>Vehículo pequeño adaptado</p> <p>Vehículo especial para espacios pequeños, calles estrechas o con límite de tonelaje, o para recolección de pesos mínimos.</p> <p>Capacidad 1 Tonelada.</p>
---	---

Fotografía No.3.5: Vehículo pequeño adaptado

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

El uso de varios vehículos recolectores permite imitar el sistema de operación multimodal con el fin de alcanzar establecimientos lejanos o de baja producción, zonas donde el transporte pesado es prohibido, zonas restringidas, protegidas, entre otras.

3.2.3 Conceptos del sistema multimodal aplicado al sistema de recolección

El transporte multimodal es uno de los sistemas de transporte que requiere establecer un plan que permita resolver las necesidades a corto, mediano y largo plazo.

Las ventajas del sistema multimodal como la eficiencia de su operación y la entrega “*justo a tiempo*”, son posibles de aplicar al servicio de residuos hospitalarios con el fin de mejorar el mismo.

El objetivo es sistematizar la recolección, teniendo como base los fundamentos de una operación eficiente y productiva.

En el modelo actual, la operación de recolección se centra a través de un solo medio de transporte y sin la sugerencia de crear puntos estratégicos de recolección para solucionar los problemas de logística. Para el operador esta situación constituye una pérdida, ya que la tarifa enfocada al peso recolectado, no llegaría a ser suficiente para cubrir costos como tiempos muertos del equipo humano, costo de rodaje, desgaste del vehículo, retrasos en el servicio, falta de atención o sitios relegados.

La recolección y transporte de residuos, en este caso hospitalarios, requiere técnicas que ayuden a obtener eficiencia de su operación, que permitan atender centros con horarios definidos y justo a tiempo.

Así mismo, el manejo de un solo contrato y una sola responsabilidad de todo el proceso.

Infraestructura física:

La infraestructura física que se encuentra en el sistema de recolección de residuos hospitalarios se describe a continuación:

Tabla No.3.2: Infraestructura física en el sistema de recolección de residuos hospitalarios

Sistema de recolección	Infraestructura sistema multimodal
1. Centros de acopio y Sitio de transferencia	Terminal multimodal de transferencia/Puertos
2. Almacenamiento en nodos de gran generación	Distribución
3. Tipos de redes (Red en el centro histórico, red en centro económico, red rural, red domiciliaria, red mixta)	Involucra varios modos y medios de transporte: aéreo, terrestre, fluvial, ferroviaria
4. Sitio de disposición final	Puertos / terminal multimodal (cliente final)
5. Varios tipos de vehículos para recolección	Varios modos o medios de transporte

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Centros de acopio(transferencia):

El concepto de terminal se adapta a los centros de acopio que serían factibles instalar en puntos estratégicos en la ciudad, evitando así la movilización de largas distancias en la ruta de recolección. Los centros de acopio facilitarán la conexión entre varios medios de transporte que se utilizarán en la recolección para facilitar su operatividad.

El proceso en el centro de acopio es la verificación de entrada, pesaje, emisión de factura y descarga en el sitio de almacenamiento. Luego de la descarga de los residuos, los mismos serán recolectados por la unidad logística del operador de transporte para llevarlos al sitio de disposición final.

Estos centros de acopio funcionarán en horarios adecuados a los establecimientos de salud, evitando horarios de alta congestión vehicular.

Cada centro de acopio debe tener procesos sistematizados de pesaje, registro de peso, almacenamiento temporal, carga y descarga; ya que estos constituyen en menor escala sitios de transferencia de residuos.

Tipo de redes

El área de influencia de un sistema de transporte de residuos hospitalarios generalmente comprende los límites de una ciudad. Para simular un sistema multimodal en la ciudad, es conveniente realizar una clasificación de la red en relación al uso de suelo y condiciones geográficas. Esta clasificación

pretende distribuir el territorio en zonas, donde por las condiciones, se pueda aplicar medios de recolección que eviten la congestión vehicular, tiempos muertos en la operación, desgaste de vehículos, maniobras de riesgo, gasto innecesario de combustible, traslape en las rutas y recorridos de recolección, molestias en la comunidad y peligros para la ciudad.

El uso de suelo está relacionado con la actividad propia del lugar, donde se puede encontrar uso de suelo patrimonial, residencial, de protección ecológica, comercial, industrial, recreativa, educación, entre otros.

En el caso de tener uso de suelo patrimonial, se limita el uso de vehículos pesados. Estas áreas se encuentran restringidas de acuerdo al tipo de regulación u ordenanza del gobierno local.

El uso de suelo residencial limita al área para actividades únicamente de tipo residencial, donde el paso de un servicio de transporte de carga peligrosa involucra ruido, posible riesgo, entre otros.

El uso de suelo de protección ecológica restringe totalmente el recorrido por el lugar. Pese a que las condiciones de transporte sean seguras, siempre existe el riesgo de poner en peligro áreas declaradas ambientalmente protegidas.

El uso de suelo comercial se encuentra estrechamente relacionado con la movilidad de la población a los destinos de gran actividad socioeconómica como trabajos, instituciones económicas, bancos, instituciones gubernamentales y demás. Este fenómeno genera que la capacidad de las

vías en el sector comercial se sature ocasionando del tráfico vehicular. El transporte de vehículos pesados en estas vías agrava la circulación habitual de los vehículos. El objetivo de la planificación municipal es disminuir aflojar el tránsito en esta zona.

El uso de suelo para la recreación o educación, da prioridad a salvaguardar la integridad de los menores de edad. Generalmente los establecimientos de educación o los parques recreacionales se encuentran dentro de áreas residenciales. En lo posible es necesario evitar estas zonas para la asignación de rutas. En el caso de que sea imprescindible su paso, se debe realizarlo solo por las vías principales y con vehículos adecuados para la zona.

El uso de suelo de tipo industrial generalmente constituye zonas alejadas de la ciudad o en sus extremos, por lo que el paso de vehículos de carga pesada no ocasiona inconvenientes.

El uso múltiple del suelo permite la circulación de vehículos de transporte de residuos peligrosos,

El uso de suelo agrícola se puede encontrar en zonas rurales, donde el problema mayor es la distancia alejada de la influencia urbana y la densidad de establecimientos que se encuentran en ella.

Las condiciones geográficas hacen referencia a la topografía del lugar, características urbanísticas del área.

La topografía constituye un factor que incide en la asignación del tipo de vehículos. Todos los vehículos no tienen las características mecánicas para

movilizarse en un área con pendientes pronunciadas. El no contar con estas características implicaría riesgos para el transporte de la carga peligrosa.

Adicionalmente las características urbanísticas de las vías como el ancho de vía, número de carriles, tipo de calzada inciden en la seguridad de las maniobras de acuerdo al tipo de vehículo.

Este aspecto consiste en tener varios medios de transporte involucrados que tienen la posibilidad de recorrer la red sin causar afectaciones en el área de influencia.

Sistematización de la operación:

Para un control de la operación es necesario que cada proceso este sistematizado, es decir que se pueda hacer uso de la tecnología, con el fin de facilitar las comunicaciones, el cobro de tarifas, el seguimiento de los medios de transporte, entre otros.

Documentos legales aplicables:

Contrato único con un solo operador una responsabilidad

Todas las conexiones de los nodos, centros de acopio, sitios de transferencia y sitio de disposición final serán responsabilidad de un solo operador de transporte. El Operador estará a cargo de la operación de estos sitios.

Tratar a la carga como unidad

Con el fin de evitar la contaminación ambiental o los riesgos biológicos, la carga debe cumplir los requerimientos del almacenamiento.

También es posible aplicar el método de contenedores para carga peligrosa. Este método consiste en la adquisición de contenedores especializados por cada establecimiento. Los contenedores son recolectados por el operador para llevarlos al sitio de tratamiento.

Al llegar al sitio de tratamiento se descargan los contenedores, de los cuales a su vez se descargan los residuos hospitalarios generados por un determinado tiempo. Luego de la descarga, el contenedor debe ser lavado y desinfectado en el sitio de tratamiento. El contenedor regresa al recolector donde puede ser también lavado y desinfectado, y este es devuelto a su origen (establecimiento propietario del mismo).

Aplicar las bases de horarios definidos, just in time, evitando el desperdicio de tiempo.

3.3 Otros métodos complementarios (investigación de operaciones)

3.3.1 Retrologística o Logística inversa

Definición de logística: es definida como “el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución”³⁶.

³⁶ Wikipedia, “Logística”, <http://es.wikipedia.org/wiki/Log%C3%ADstica>

“El transporte en logística es toda actividad en la que se movilizan materias primas, productos en proceso y productos terminados desde su lugar de origen hasta el sitio donde son requeridos, con los condicionamientos de seguridad, rapidez y costo”.³⁷

Dentro de la Logística se encuentra la Retrologística, *“que es un sistema referido a toda la actividad asociada con el producto o el servicio después de la venta. Se define como el proceso de planificación, implantación y control eficiente y al coste óptimo del flujo de materias primas, materiales en curso de producción y productos acabados, así como el de la información relacionada, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el objeto de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación”*.³⁸

La logística inversa se encarga de recuperar y reciclar envases, embalajes y residuos peligrosos, retorno de inventario sobrante, artículos devueltos u obsoletos. Engloba actividades comerciales-ecológicas, que evitan la contaminación al ambiente.

Por ello, la logística inversa es apropiada para la eliminación correcta de los residuos hospitalarios, utilizados en los establecimientos de salud.

También es conocido como postventa logística, logística inversa, gestión de devoluciones, recuperación, reciclaje o logística verde.

El principal objetivo de la retrologística es la reducción en el costo y el aumento en el nivel de servicio.

³⁷ <http://logistweb.wordpress.com/2011/10/26/logstica-de-transporte/>

³⁸ “What is Reverse Logistics?”, <http://www.rlmagazine.com/edition01p12.php>

Un manejo efectivo y eficiente de los residuos hospitalarios es necesario para reducir la cantidad de residuos infecciosos producidos en un establecimiento de salud.

Los beneficios que se encuentran se enumeran a continuación:

- Segregación efectiva.
- La segregación de residuos reduce la huella de carbono de los hospitales.

Las características de la logística inversa son³⁹:

- Estimación de demanda más compleja
- Transporte de muchos a uno.
- Calidad del producto no uniforme.
- Envase a menudo dañado o inexistente.
- El precio depende de muchos factores.
- A menudo no es importante la rapidez de entrega.
- Los costos inversos son menos visibles.
- Gestión de inventario muy compleja.
- Ciclo de vida del producto más complejo.
- El marketing se complica por varios factores.

Planificación⁴⁰:

Distribución: De acuerdo a *Fleischmann et al. 1997*⁴¹, la diferencia entre la logística directa e inversa es el número de puntos de origen y destino.

³⁹ Tibben-Lembke y Rogers Diferencias entre la logística directa e inversa, 2002

⁴⁰ "Logística Inversa, una alternativa al deterioro Medioambiental", www.monografias.com

Calidad: El producto o mercancía devueltos han perdido o dañado el envase.

El producto generalmente ha sido manipulado por los clientes.

Costos:

En la Logística inversa el costo de transporte es mayor, el costo de inventario es menor, el robo tiene menos probabilidades, la obsolescencia puede ser mayor, la clasificación y diagnóstico de calidad y la manipulación es mucho mayor. La reparación y reempaque y cambio de valor es significativo para la logística inversa.

La logística inversa involucra los siguientes procesos:

- Retiro de mercancía
- Clasificación de mercadería
- Reacondicionamiento de productos
- Devolución a orígenes
- Destrucción
- Procesos administrativos
- Recuperación, reciclaje de envases y residuos peligrosos.

Proceso de la logística inversa⁴²:

1. Diagnóstico: consiste en realizar una evaluación de la situación actual, analizando entradas al sistema, pérdidas y toda la información que lleva consigo dicha fase.

⁴¹ Fleischmann et al. "Quantitative models for reverse logistics: a review", European Journal of Operational Research, 1997

⁴² Bermeo Castillo, Wuillmer, Gálvez Ana Paola, Zapata Harvey, "Logística Inversa: Procesos, Modelos y Casos", Piura 2012

2. Generación: Se analiza las fuentes de generación de volúmenes de material, los posibles clientes potenciales. En esta etapa se reúne la información necesaria para el trabajo, se determina el impacto para el medio ambiente lo que determina formas de almacenamiento y recepción.
3. Clasificación de los residuos: al residuo se lo clasifica por su estado, grado de peligrosidad, destino, por su origen, por su control, por su caracterización y por su almacenamiento.
4. Estrategia a seguir: De acuerdo a la naturaleza del residuo, se determina la estrategia a seguir para el tratamiento del residuo, analizando costos, su reciclaje, posible reutilización y demás.
5. Tratamiento: Se sigue el tratamiento identificado en el punto anterior.
6. Almacenamiento y transporte: El transporte representa el 60 – 80% de los costos totales de los proyectos, donde se considera rutas, horarios, frecuencias de recolección, equipos, personal, condiciones.
7. Medición y control: Control de las actividades a través de indicadores de gestión como cantidad de residuos o pérdidas, costo de la gestión, frecuencia de generación, costos de transporte, costos de almacenamiento, etc.

3.3.2 Redes

Las redes de distribución garantizan la movilidad de personas o bienes mediante infraestructuras de calidad que consideran al conjunto de modos

de transporte y sus interfaces o interoperabilidad, generando una operación óptima en base a sus ventajas y capacidad.

Una red se compone de carreteras, vías férreas, gasoductos, oleoductos, terminales, puertos, aeropuertos, centros de almacenaje y telecomunicaciones, garantizando el servicio requerido por el usuario.

3.3.3 Software para modelar

Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica constituyen una poderosa herramienta para la simulación de los problemas del territorio, específicamente los problemas de transporte.

Para adecuar los cambios en el territorio o en los modelos actuales, asignar variables de análisis, analizar distribución de demanda, se utilizarán el software: ArcGis.

Esta herramienta constituye un paquete informático que integra plataformas SIG con módulos o extensiones orientadas a transporte. Permite modelar los sistemas de transporte, involucrando todas las variables que intervienen en él.

Con este software se puede analizar las características de las redes, diseñar y calcular rutas óptimas, facilidad más cercana, entre otras.

3.4 Sistema de recolección

Aplicando los conceptos de transporte integrado multimodal y la investigación de operaciones, el sistema de recolección contempla la aplicación de las siguientes características:

- El servicio de recolección deberá cumplir los horarios que demanda el cliente (establecimiento).
- Se implementará los conceptos de centro de transferencia como plan para alcanzar aquellos establecimientos rezagados por distancias largas y kilogramos bajos. Adicionalmente el concepto de centro de transferencia se utilizará de acuerdo a la densidad de establecimientos.
- Se utilizarán todos los medios de transporte posibles que hagan eficiente la operación.
- Un solo operador manejará el movimiento de la carga desde la entrega en los establecimientos hasta la entrega en la disposición final.
- Sistematización de la operación.
- A diferencia de la operación actual, la gestión se tratará como un todo, no como partes aisladas.
- Analizar todos los procesos involucrados dentro de la cadena de valor de la gestión del residuo hospitalario.
- Los residuos deben es lo posible tratarse como carga unitarizada.

Los conceptos de un sistema multimodalidad en la recolección de residuos hospitalarios permite tener eficiencia en las conexiones, disminuyendo el tiempo de viajes, o el tiempo entre establecimientos de baja producción, tiempo de espera en los clientes, organización de la infraestructura involucrada, recopilación de datos de la operación, entre otros.

3.5 Planificación de un Sistema integrado multimodal de transporte (Residuos Hospitalarios)

La planificación del sistema de transporte busca obtener la eficiencia, rapidez en la operación, tarifas adecuadas y que sea seguro.

También es necesario utilizar toda la infraestructura existente con el fin de minimizar los gastos en la implementación de nuevas infraestructuras.

Otro de los objetivos fundamentales es prepararse para la futura demanda o incremento de usuarios que generan residuos hospitalarios.

En todo este contexto, las decisiones deben priorizar el cuidado al medio ambiente y a los ciudadanos.

3.5.1 Levantamiento de información para el análisis

Para una correcta planificación, es necesario contar con toda la información involucrada en la operación de residuos hospitalarios, enfocándose en cada entrada al proceso, y sabiendo el producto que se espera.

Previa a la recopilación de información, es necesario delimitar la zona de estudio donde se va a trabajar.

De esta manera es necesario recopilar información acerca de:

1. Establecimientos de salud:

Con el fin de trabajar sobre la realidad del territorio, se recopila información de las empresas que se encuentran a cargo de la actual recolección de residuos, respecto a la ubicación de sitios o establecimientos generadores de residuos hospitalarios y su producción, es decir la demanda.

De esta manera se tienen las siguientes entidades:

1. Dirección de salud de Pichincha.
2. Empresa Pública Metropolitana de Residuos Sólidos.

De cada establecimiento se obtendrá la información de ubicación (coordenadas x,y,z) la producción estimada diaria, la complejidad del establecimiento y el tipo de servicio (público o privado).

La ubicación real de cada establecimiento en conjunto con su producción diaria permite analizar la forma como se mueve la demanda de residuos hospitalarios en el territorio, con el fin de encontrar áreas donde exista la concentración de residuos por su producción o densidad de establecimientos por su ubicación. La producción diaria nos da la ponderación de selección de frecuencias de recolección.

La complejidad del establecimiento permite conocer la tipología del establecimiento relacionada con su actividad de salud. Esta característica es de utilidad en el análisis, al relacionar las actividades con la cantidad de residuos generados; y poder recomendar diversos manejos de residuos.

El tipo de servicio nos da un panorama del costo del servicio, ya que el mismo varía de acuerdo si es público o privado.

2. Uso de suelo

El uso de suelo es un parámetro de planificación fundamental para implantar medidas de transporte, especialmente aquellos servicios básicos que pueden ocasionar daños ambientales.

Para la zonificación para el servicio de recolección, el uso de suelo es una guía para evitar el ruteo o traslado por áreas donde no sea recomendable el paso de los vehículos de recolección de hospitalarios, como por ejemplo áreas educativas, con protección ambiental y demás.

El uso del suelo y las facilidades de transporte forman un sistema que se encuentran unidas por el tráfico.

La demanda de transporte de residuos hospitalarios en este caso, es una demanda derivada de las actividades socioeconómicas de la población.

El objetivo final del sistema es mantener el equilibrio en el territorio.

El uso de suelo muestra como está distribuida espacialmente una actividad económica o funciones de la ciudad y si sus instalaciones siguen algún prototipo.

El servicio de recolección de residuos hospitalarios es un servicio comunitario que se mide por el número de camas o generación en cada establecimiento.

3. Red vial

La red vial es el eje principal de la recolección, donde influyen en tiempos operativos variables como el tránsito vehicular, flujo de saturación de las vías, tipo de vía, semáforos, giros en U, sentidos de vías, sistemas de transporte público, entre otras.

La red vial permite enlazar ubicación y producción de residuos con el tratamiento y la disposición final de los mismos.

El análisis de la red permite restringir recorridos, zonas y evitar que el servicio de recolección o transporte de residuos hospitalarios sea un factor más para el flujo saturado actual de las vías en los centros socioeconómicos.

4. Información sobre la red vial actual referente a tránsito.

En las instituciones públicas que manejan movilidad del territorio, es indispensable obtener información o mapas del tráfico en el área territorial donde se pretende hacer cambios en el servicio de recolección de hospitalarios.

5. Información de lugares disponibles

Al implementar un nuevo modelo de transporte de residuos, se deben analizar la operación actual con el fin de encontrar los posibles cuellos de botella que impiden obtener eficiencia en las actividades.

Con el fin de evitar largas distancias de traslado, tiempos muertos, y acoplándose a las definiciones de sistema multimodal de carga, se debe buscar lugares donde sea factible la construcción de una estación de transferencia o centro de acopio con características técnicas que permitan almacenar temporalmente los residuos hospitalarios.

Los lugares deben pertenecer al sector público, de preferencia al municipio o entidad encargada del sistema de recolección.

Los sitios deben seleccionarse estratégicamente de acuerdo a su ubicación, facilitando la entrada y salida de vehículos, evitando congestiones, evitando zonas comerciales, educativas o de riesgo ambiental.

El lugar debe contar con un área de 16 metros cuadrados. La misma debe estar construido sobre plataformas, no se deben mezclar con ninguna otra sustancia, deben estar alejados de áreas residenciales, escuelas, comercio, industrias o lugares donde se procesen alimentos, deben estar aisladas de fuentes de calor, debe contar con señaletica y letreros de acuerdo a la peligrosidad, no se debe permite la entrada a personas no autorizadas, el área donde se sitúen no debe estar expuesta a inundaciones, debe ser un lugar de fácil acceso.

6. Zonificación

Para la planificación del servicio de recolección de hospitalarios es necesaria la zonificación de la ciudad.

La zonificación simplifica la operación de recolección. Para elegir las zonas debe tomarse en cuenta los siguientes lineamientos:

- a. En lo posible debe ser homogéneas con el uso de suelo.
- b. Debe coincidir con los datos de producción de los establecimientos.
- c. Debe coincidir con límites geográficos o topográficos.
- d. Debe estar de acuerdo con la configuración de redes de transporte.
- e. El número de zonas dependerá de la demanda actual del servicio.
- f. Definición de zonas de difícil acceso de acuerdo con la flota actual.

7. Inventario del Parque

Es importante realizar un inventario sobre la flota actual de recolección en las instituciones que brindan el servicio.

En el inventario debe constar:

1. Capacidad del vehículo
2. Número de vehículos usados actualmente.
3. Número de vehículos por tipo y año de fabricación.
4. Rutas actuales.
5. Capacidad de tratamiento actual.
6. Sitios de disposición final
7. Sitios de transferencia

9. Normativa y legislación vigente.

Para tomar acciones se debe contar con las leyes actuales en materia de tránsito y transporte, norma vigente sobre manejo de residuos hospitalarios de acuerdo al gobierno local, normas ambientales vigentes nacionales.

3.5.2 Red de simulación para el sistema de recolección

Una red de simulación, permite involucrar todas las variables que se encuentran dentro de la operación del servicio en un entorno con condiciones similares a las reales.

Para simular una red se debe contar con la mayor cantidad de variables, las cuales indicaran como se realizan los desplazamientos de personas o de cosas en el territorio, es decir el flujo.

La información del eje vial contiene las variables externas al sistema pero fundamentales para la movilidad en el territorio. Esta información proporciona una idea de la realidad actual en cuanto a movilidad con el fin de tomar decisiones que agilicen el recorrido de los vehículos recolectores.

Estructura de la red:

La red debe estar correctamente estructurada, es decir todos los tramos o arcos deben estar conectados entre sí.

Esta estructuración corresponde a las reglas topológicas de diseño de la cartografía de los ejes viales.

La conectividad permitirá la correcta secuencia de las rutas, así como que se encuentre una solución al problema de ruteo.

Sentido de los ejes:

Para el diseño e implementación se debe ajustar el eje a los sentidos reales de desplazamiento.

El sentido de las calles se ajusta como atributo, y debe seguir el sentido de la digitalización.

El sentido de las vías será una restricción en la red y por tanto en la modelación del eje vial. Esto evitará tener rutas en contravía.

Jerarquía:

La red se categoriza de acuerdo al tipo de vías, con el fin de que de acuerdo al análisis de uso de suelo, impacto ambiental y salubre, se prioricen para el transporte tramos adecuados para ello.

Para la recolección de residuos hospitalarios, se priorizará el uso de avenidas o autopistas, siendo secundaria la opción del uso de calles y generalmente nula el paso por túneles, vías sin salida, entre otras.

En la red vial es importante conocer aquellas vías donde circula el transporte público masivo. Generalmente estas vías poseen carriles exclusivos para la circulación de las unidades de transporte, como por ejemplo los BRT. Es importante asignarle un tipo de jerarquía para evitar el recorrido por estos segmentos.

De esta manera, el ruteo seleccionará en primera instancia, aquellas con cuya jerarquía corresponda a las avenidas principales y autopistas.

La jerarquía definida para el ruteo es:

Tabla No.3.3: Tipo de vías: Jerarquía asignada

Tipo de tramo	Jerarquía asignada
Avenidas, autopistas	1
Calles	2
Puente elevado	3
Peatonal	4
Túnel, cuchara	5

*Fuente: Información Eje Vial DMQ -EPMOP
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Impedimentos:

Los impedimentos son factores que definen los flujos dentro de la red. Se consideran el costo. En el presente estudio se tomará en cuenta el impedimento del tiempo en primer lugar y la distancia en segundo.

Tiempo:

El tiempo es el evaluador que brinda mayor precisión en el diseño de la red.

El tiempo depende de la infraestructura presente, de sus características como tipo de vía, sentido de las calles, estado de la vía, ancho de vía, semáforos, pases, línea cebra, estacionamientos, entre otros.

Además dependerá de factores como características del vehículo, normas legal y de tránsito, horarios, congestión vehicular, tipo de carga, entre otros.

La simulación en la red debe realizarse por horarios de acuerdo a las características del territorio. Se asignarán horarios por zonas en relación al movimiento del flujo vehicular a lo largo del día.

Para obtener el tiempo de traslado, es necesario asignar las velocidades de desplazamiento. Este parámetro se asignará para cada tramo de la red, y de acuerdo a las condiciones del horario en la misma. De esta forma, la velocidad a las 8:00 a.m. no es igual a la velocidad a las 8:00 p.m.

De esta manera, el tiempo final de un tramo se calculará tomando en cuenta la fórmula básica de la ecuación No. 3.1:

Ecuación No. 3.1

$$V = \frac{D}{t}$$

Donde: V = velocidad
D = distancia (metros)
t=tiempo (segundos)

Se asignará la velocidad de diseño de la vía, la velocidad calculada en horarios de congestión y su variación, la velocidad promedio, entre otras.

Adicionalmente se tomará en cuenta el tiempo extra que se demora un vehículo en un tramo del eje, causado por la espera de semáforos, factor estacionamiento, líneas cebras, giros, entre otras. Este tiempo se lo tomará en segundos.

El tiempo final se trabajará en minutos, realizando las respectivas conversiones del caso.

El impedimento del tiempo evaluará la ruta en función del costo que implica demorarse una cantidad de tiempo.

En el caso de la recolección de residuos hospitalarios debe evitar tramos congestionados, horarios pico de tráfico con el fin de que el transporte fluya y a la vez que la operación no constituya un elemento para incrementar el problema de la congestión en la ciudad.

Distancia:

La distancia es el impedimento que se obtiene por la geometría de cada tramo en la red vial.

El atributo distancia se utiliza en la red como un costo en la ruta.

Se evaluará la distancia total de la ruta o entre varios destinos evitando que se recorran distancias grandes pero sin recolección alguna.

La distribución de los establecimientos y su localización es el factor en costo que afecta a la construcción de rutas. Por ello el modelo incluirá este atributo cuya unidad es los metros lineales, que serán acumulados.

En el modelo se evaluará tiempo y distancia para seleccionar la ruta más segura de recolección y con menor costo.

La simulación permitirá la planificación del sistema de acuerdo a las futuras demandas relacionadas con el aumento de establecimientos, ampliación a más tipos de establecimientos, expansión territorial, entre otros.

Adicionalmente, permite el cambio de medios de transporte, variando la capacidad de acuerdo a la conveniencia de la administración.

3.5.3 Diseño del modelo de transporte para el sistema de recolección

El modelo de transporte permite la simulación de los flujos de los vehículos por modo que existirá en una infraestructura de transporte en un tiempo determinado.

El diseño del modelo de transporte para el sistema de recolección se compone de las siguientes etapas:

1. Generación de viajes:

En esta etapa, se analizan la producción de desechos, su demanda, su distribución espacial, la forma del territorio y sus implicaciones en el sistema de recolección de residuos.

El tratamiento de carga es diferente. Para ello, se realiza un análisis de la distribución espacial tomando en cuenta su generación y su ubicación. Este análisis permite conocer lugares donde se encuentra el mayor volumen de generación, posibles tendencias, implementación de infraestructura que facilite la conexión.

Procedimiento:

1. Análisis de densidad de ubicación de los establecimientos de salud.
2. Análisis de densidad por producción de los establecimientos de salud. (Incluida necesidad del servicio de acuerdo a su generación diaria, con lo que se obtiene la frecuencia).
3. Análisis del comportamiento de la generación de residuos. Explicación punto 3 y 4.
4. Ubicación de áreas con alta densidad de ubicación de establecimientos de salud (producto del punto 1).
5. Descripción y análisis del territorio: forma del territorio, tendencias de movilidad.
6. Análisis de uso de suelo, ubicación de áreas de difícil acceso.
7. Georeferenciación de posibles sitios municipales para los centros de acopio. (

El análisis de estas variables complementa la información en el uso del suelo. Con ello se obtienen las zonas de recolección, teniendo la generación de residuos o demanda del servicio en cada zona.

2. Distribución de viajes.

De acuerdo al análisis de la generación de viajes, donde se conoce la demanda del servicio se realiza la distribución en relación al sitio de disposición final.

Para este caso en particular, se determinan los centros de gravedad de las zonas en las que se ha distribuido el territorio y se calcula su distancia a los sitios de disposición final. De acuerdo a su distancia, se escoge el posible camino más corto y más rápido. Este análisis también ayuda para la evaluación en costos y para visualizar los posibles problemas en logística.

En los centros de acopio, se realiza un análisis del área de servicio de cada centro respecto a los establecimientos pequeños dentro de su área de influencia con el fin de conocer los tiempos de demora, dificultades de acceso y demás.

Sobre el sitio de tratamiento y disposición final, se debe conocer la capacidad diaria para tratar los residuos.

Para cumplir los objetivos planteados es necesario:

1. Georeferenciación de centro de acopio, la planta de tratamiento y sitio de disposición final.
2. Análisis de distancias al sitio de disposición final (matriz origen – destino).
3. Análisis del área de servicio de los posibles sitios de acopio. (en minutos de manejo y en distancia).

De aquí se obtienen el número de viajes y su volumen de recolección.

3. Selección modal

Para la selección modal se divide el total de viajes entre cada pareja (origen destino) de zonas por modos.

La generación de residuos de cada establecimiento permite estimar el número necesario de vehículos y su capacidad para la recolección.

De acuerdo a los tipos de zonas, su tipología, topografía, uso de suelo y producción, se escoge y asigna un tipo de vehículo que facilite el flujo, que sea permitido y cumpla los objetivos de la recolección. La selección modal involucra el funcionamiento de los centros de acopio y la zonificación de la ciudad.

4. Selección de la ruta

Luego de la distribución de viajes y de la flota disponible, se diseña la ruta para cada vehículo.

El diseño de las rutas se realiza de acuerdo a la dinámica de la movilidad del territorio. El enfoque para las rutas es el evitar ser un problema dentro de la ciudad, así como tener con una operación eficiente. Las rutas deben seguir los principios de la minimización del tiempo de viaje y de la congestión.

5. Necesidad de automatización

La automatización del sistema permite el involucrar la tecnología en cada procedimiento permitiendo optimizar la información que se genera de la operación.

El funcionamiento del sistema multimodal se logra a través de involucrar la tecnología que permite el control de sus mercancías en todos las circunscripciones territoriales.

En la operación de recolección de residuos hospitalarios intervienen aspectos que requieren tecnología para su automatización, como:

1. El registro del pesaje en cada establecimiento: con el fin de cobrar el precio justo por el volumen de residuos recolectados, transportados y tratados, se deben instalar balanzas electrónicas que se encuentren enlazadas a un sistema de registro.
2. Facturación y cobro de tarifa
3. Control de la operación: El control de la operación se puede realizar a través de la instalación en cada vehículo de tecnología GPS y sistema de monitoreo. Esta tecnología permite el rastreo satelital de las unidades para enlazarlas al sistema de monitoreo de la flota vehicular en el centro de operaciones.

La carga también entra en la automatización, donde los usuarios deben entregar la carga en las condiciones establecidas por los reglamentos, que permitan su segura recolección y transporte.

Modelo de transporte

El servicio de recolección de residuos hospitalarios se basaba en el siguiente diagrama:



Figura No.3.2: Esquema de la operación actual de recolección de residuos hospitalarios

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

El proceso para la ejecución de la simulación se presenta en la figura a continuación:

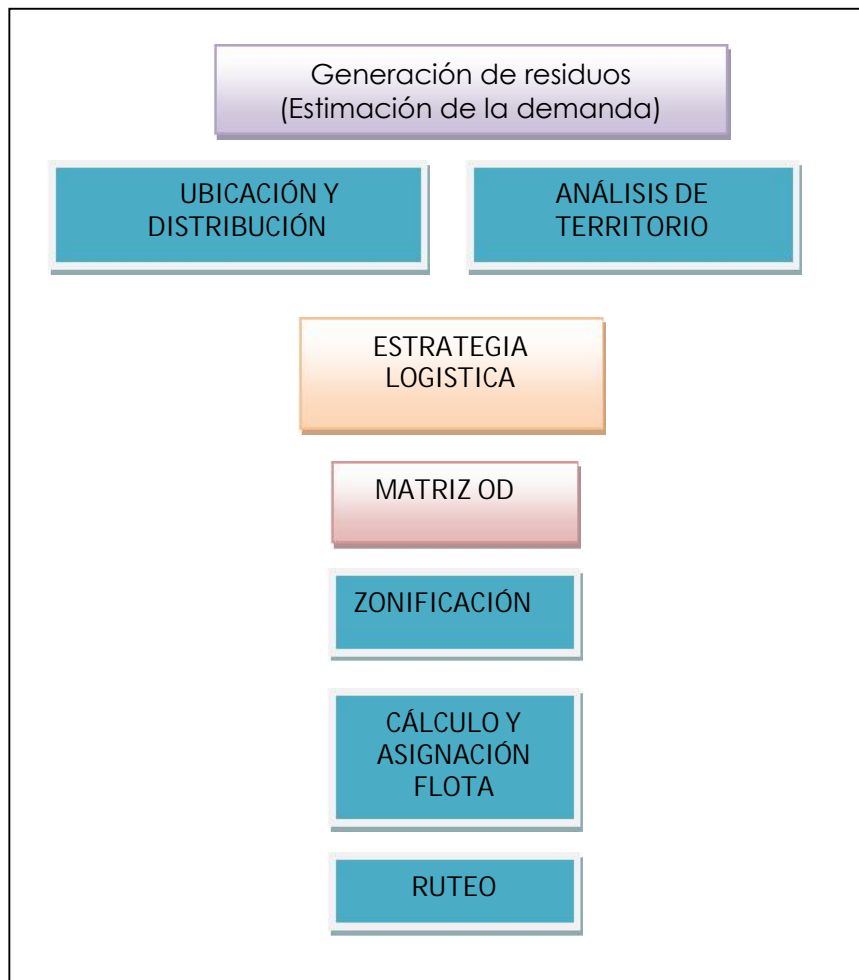


Figura No.3.3: Estructuración del nuevo modelo de recolección y transporte

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

3.5.4 Efectos y cambios en el modelo de transporte

El cambio fundamental en el modelo de transporte es la planificación previa a la asignación de vehículos y flota. Estos componentes no son asignados en base solo a la necesidad sino que interviene el tipo de territorio en el que se está trabajando, la distribución espacial de los establecimientos, puntos de mayor generación, el uso del suelo y el enfoque de evitar ser un problema adicional para el tráfico en el área de estudio.

El modelo se ajusta a la realidad de forma y condiciones cambiantes, no solo a estadísticas.

Basándose en este análisis territorial, se incluyen en el modelo conceptos del sistema multimodal como la utilización de varios medios de transporte, centros de acopio o transferencia y la sistematización del pesaje y cobro. Estos aspectos permiten simplificar la logística de la recolección, creando eficiencia en el sistema.

La distribución y zonificación del servicio de acuerdo al uso de suelo, tráfico y particularidades del territorio, permite una eficiente acción en la operación así como atención al cliente, en la facturación y cobertura. La sistematización permite involucrar el rastreo satelital en los vehículos, verificación de pesos, control de la operación y facturación.

Debido al uso de varios parámetros en la red vial, se puede realizar pruebas de tiempo y distancia e involucrar más restricciones para el correcto diseño de rutas, evitando traslape entre rutas y tiempos muertos altos de la flota.

Este análisis permite la predicción de eventos, evita áreas de conflicto y constituye una herramienta para la planificación desde el origen de los establecimientos de salud, distribución del servicio de salud pública en el territorio y gestión integral (logística y retrologística).

Al involucrar al usuario se genera la corresponsabilidad, asumiendo tanto el gobierno gubernamental encargado o la operadora como el establecimiento la obligación de gestionar sus residuos peligrosos. Este hecho ocasiona que el usuario tenga más consciencia sobre su carga (residuos) y los mismos sean empacados, embalados y etiquetados en forma precisa y segura. Además, los conceptos de unitarización de la carga permiten el adecuado manejo de residuos previniendo derrame del contenido.

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL SISTEMA AL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

4.1 Situación Actual en el Distrito Metropolitano de Quito:

De acuerdo a varios informes, la recolección diferenciada de residuos hospitalarios inició en el año 1999, donde se realizaba la recolección a 277 establecimientos aproximadamente.

La recolección se encontraba a cargo de la empresa municipal EMASEO, y recolectaba aproximadamente 1.5 ton/día. Los residuos recolectados se transportaban al botadero controlado de Zámiza.

Sin embargo debido a las molestias causadas a los habitantes del sector, se ejecuta el proyecto: Manejo Técnico y socio ambiental de los desechos hospitalarios infecciosos del DMQ, por parte de Fundación natura, quien asume el tratamiento integral de residuos hospitalarios. El 22 de diciembre de 2003, la municipalidad y fundación Natura suscriben el convenio para ejecutar dicho proyecto. En el año 2004, Fundación Natura, a través del convenio "Implementación del Sistema de disposición final de los desechos hospitalarios infecciosos del DMQ", se compromete a poner en marcha el sistema integral de tratamiento de desechos hospitalarios infecciosos, incluyendo todas sus etapas. El plazo para ejecutarse fue de ochenta y cuatro meses.

En el año 2005, Fundación Natura empezó la construcción e instalación de una planta de desactivación de desechos hospitalarios, e implementó el equipamiento para la recolección segura de los desechos hospitalarios.

En el año 2006, se fijó la tasa para el valor del manejo de los desechos a 0.77 USD/kg por día para los establecimientos privados y 0.23 USD/kg por día para los establecimientos públicos.

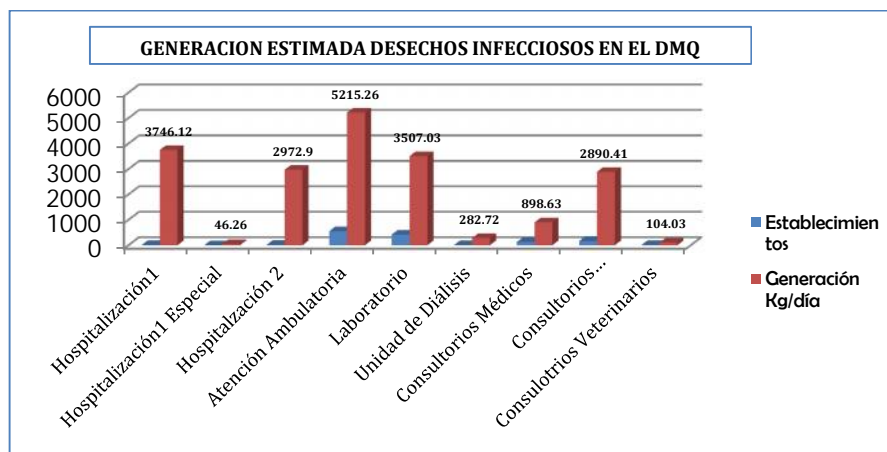


Gráfico No.4.1: Generación estimada de desechos infecciosos en el DMQ

Fuente: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011
 Elaboración: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011

El período que funcionó Fundación Natura (año 2005- 2012), la eficiencia de su gestión fue del 39%, ya que en el DMQ solo se recuperaron un promedio de 7643.42 Kg por día, de una generación de aproximadamente 19663 Kg. (Fuente Consultoría de evaluación integral del sistema de gestión hospitalarios en el DMQ).

Las rutas de recolección que realizaba Fundación Natura eran tres: una del norte, una del sur y una del valle de los Chillós. Estas rutas no tienen planos

de recolección, y su recorrido se realizaba en base al conocimiento de los choferes.

De acuerdo a las cifras proporcionadas por Fundación Natura, se trataron las siguientes cantidades de desechos hospitalarios:

Tabla No.4.1: Cantidad de residuos anual tratada

Año	Cantidad anual tratada (Ton)
2007	1322.45
2008	1495.6
2009	1664.7
2010	616.21

Fuente: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011
Elaboración: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011

Tabla No.4.2: Número de Establecimientos Atendidos

Año	DMQ		RUMINAHUI		Total
	Públicos	Privados	Públicos	Privados	
2005	56	56	-	-	112
2006	72	204	-	-	276
2007	74	287	9	63	433
2008	87	341	15	84	527
2009	81	442	21	79	623

Fuente: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011
Elaboración: Consultoría Evaluación Sistema GIRS Hospitalarios, Mayo 2011

De esta manera, Fundación Natura en julio de 2012, entrega la recolección de residuos hospitalarios al Municipio de Quito con un total de 700 establecimientos y un promedio de recolección de 150 toneladas mensuales. Actualmente en el Distrito Metropolitano de Quito, el manejo de los residuos hospitalarios se encuentra a cargo de la Empresa Pública Metropolitana de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, EMGIRS EP, creada en el 2010 bajo ordenanza No. 332. Esta empresa brinda el servicio a través de

empresas privadas que cuentan con Licencia Ambiental del Ministerio de Ambiente para la recolección de los residuos hospitalarios en el Distrito Metropolitano de Quito.

De esta manera, en el servicio de recolección de residuos hospitalarios, para el año 2012 se recolecta un total de 1500 establecimientos generadores de residuos hospitalarios en todo el DMQ, con un promedio de 11 Ton de residuos por día y aproximadamente 230.000 toneladas por mes, a una tarifa de recolección de \$0.1212 por kilogramo recolectado.⁴³

El Municipio cuenta con una base de establecimientos entregados por Fundación Natura y otros levantados por una consultoría, sin poder contar con el universo de usuarios. Estos establecimientos son regulados por la Dirección de Salud de Pichincha, quien aún no cuenta con la información completa.

Entre los establecimientos de salud, públicos y privados, se encuentran:

- Hospitales Grandes
- Centros de Salud
- Clínicas
- Clínicas Estéticas
- Consultorios médicos
- Consultorios odontológicos
- Veterinarias
- Farmacias

Separación en la fuente:

⁴³ Entrevista Fiscalización Servicio de Recolección y Transporte de residuos hospitalarios, EMGIRS EP 2012.

Los establecimientos de salud se encuentran capacitando para el manejo de residuos hospitalarios. Esta capacitación está a cargo de la actual empresa operadora, bajo la supervisión de la empresa pública encargada.

Debido al proceso implementado por el Ministerio de Salud público, la mayoría de establecimientos se encuentran separando los residuos hospitalarios infecciosos de los residuos domiciliarios comunes.

Sin embargo en algunos establecimientos, los responsables envían residuos comunes mezclados con los residuos hospitalarios con el fin de obtener una cantidad que represente la llamada a la operadora, o los residuos hospitalarios se están entregando a la recolección domiciliaria.

Etiquetado y envase:

Los residuos hospitalarios en Quito se encuentran cumpliendo en su mayoría con etiquetado bajo el criterio de cada establecimiento, es decir las etiquetas son colocadas por algunos establecimientos, otros solo marcan a mano el pesaje y la fecha.



Fotografía No.4.1, 4.2 y 4.3: Envase y etiquetado del hospital Eugenio Espejo y el Hospital Enrique Garcés

*Fuente: EMGIRS EP, Coordinación de Fiscalización
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

La mayoría de establecimientos entrega los residuos en fundas plásticas rojas y los cortopunzantes en cajas de cartón. Las fundas suelen encontrarse correctamente cerradas. En otros casos las fundas solo se encuentran amarradas.

Adicionalmente, pese a las regulaciones del Ministerio de Salud Pública, los desechos continúan presentando condiciones de riesgo para los trabajadores.

Almacenamiento:

En la mayoría de establecimientos, especialmente los grandes, tienen un área destinada para el almacenamiento de residuos.



Fotografía No.4.4: Sitio de almacenamiento en el establecimiento de salud del IESS Suroccidental

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Generalmente esta área se encuentra cerrada con llave, y con especificaciones técnicas de construcción. Las características de su base

permiten actuar ante posibles derrames de los fluidos provenientes de los residuos.



Fotografía No.11: Afiche para el manejo de residuos hospitalarios

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

En cada área de almacenamiento, los establecimientos cuentan con un afiche sobre el manejo de desechos biológico infecciosos. Este afiche fue proporcionado por la capacitación realizada por el municipio a través de la empresa operadora.

Flota vehicular

La flota vehicular para cumplir el servicio de recolección de residuos se compone de 5 vehículos de carga mediana, con 2 ejes y de 4 a 6 llantas. De los 5 vehículos, 3 operan continuamente en las rutas de recolección, los 2 vehículos que restan forman parte de la flota de reserva en el caso de daños, reparación o mantenimiento.

Los vehículos usados para la recolección de residuos hospitalarios deben cumplir normativas con el fin de salvaguardar la integridad de la operación y evitar accidentes de índole ambiental.

En el Distrito Metropolitano de Quito, los vehículo deben cumplir lo dispuesto en la Ordenanza 332 y la Norma técnica Inen NTE INEN 2 266.

Los vehículos utilizados fueron adaptados mecánicamente con el fin de contar con las características de la demanda de recolección. Así cuentan con un chasis de camión marca HINO, modelos FC4JJUA y GD8JLSA.

El modelo GD8JLSA es un camión a diésel con una tracción de 4x2, con capacidad de carga de 9,200 Kg. El chasis tiene un peso aproximado de 3,800 Kg. El cilindraje del camión es de 7,684 cc. La transmisión es manual y tiene 6 velocidades adelante + 2 reversas. Cuenta con suspensión delantera y trasera, y la dirección es hidráulica.

Para adaptarlo a vehículo recolector, se adaptó un vagón (caja) cuya capacidad es de 5,000 Kg de carga.

Los vehículos adaptados cumplen con las disposiciones en la norma NTE INEN 2 266, en cuanto a lo siguiente:

- El tipo, capacidad y dimensión de la carrocería debe tener una estructura que permita contener el material peligroso (residuos hospitalarios, de tal manera que no se derrame o escape.
- Contar con elementos de carga y descarga, compuertas y válvulas de seguridad.

- Contar con indicadores gráficos, luces reglamentarias y sistemas de alarma y comunicación.
- Contar equipo básico de emergencia
- Debe contar con dispositivo sonoro que se active en reversa.
- Las partes metálicas del vehículo deben mantener continuidad eléctrica para asegurar una adecuada descarga a tierra.
- Ninguna llanta debe tener defectos en las lonas o bandas de rodamiento.
- El labrado de los neumáticos no debe tener una profundidad restante inferior a 1,6 mm.
- Debe estar equipado con parachoques frontal, posterior y laterales para evitar que otros vehículos lo choquen directamente.
- Los vehículos deben mantener en condiciones operativas seguras los sistemas eléctricos y mecánicos.



Fotografía No.4.5 y Fotografía 4.6: Vehículo Recolector del servicio de Recolección de residuos hospitalarios vista lateral y vista frontal

*Fuente: EMGIRS EP, Coordinación de fiscalización
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Operación:

El transporte de residuos hospitalarios no se encuentra zonificado de acuerdo a la demanda del servicio. Solo existe un límite que divide a la ciudad de Quito (límite urbano) en dos zonas. Aquí se tienen dos rutas, una correspondiente al norte y otra correspondiente al sur, que realizan la recolección de medianos productores de residuos.

Hay una tercera ruta que realiza la recolección de los hospitales de mayor producción en el centro norte de la ciudad. Las rutas se encuentran traslapadas.

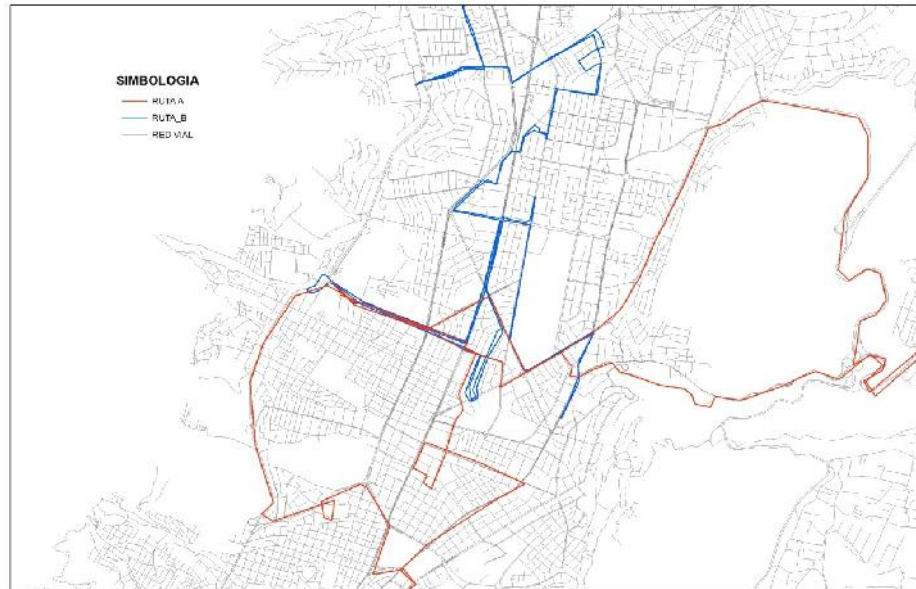


Figura No.4.1: Rutas de recolección traslapadas en el DMQ

*Fuente: EMGIRS EP, Coordinación de Fiscalización
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

La distancia promedio entre los establecimientos (distancia de recorrido) es de 2.7 km, teniendo establecimientos que se encuentran en una misma manzana, a distancias de 60 metros y otros que se encuentran a distancias de 26 km, distancia recorrida entre valles.

Existen varios establecimientos donde solo es posible recolectar en horarios definidos, originando así problemas en las secuencias de recolección.

El centro de operaciones o lugar de donde salen los vehículos recolectores a realizar la ruta de recolección se encuentra en el trébol, un punto “estratégico” para la operación.

El cobro de tarifa no es automático. El cobro se realiza a través de la entrega de la factura del establecimiento a la EMGIRS EP en sus oficinas o en forma manual, sin tener de ello registros automáticos y quedando rezagados establecimientos para el cobro.

La falta de cobertura se debe a las distancias que tiene que recorrer el vehículo recolector en relación a la distribución de la mayoría de los establecimientos, ya que estos se encuentran en el centro económico urbano del DMQ.

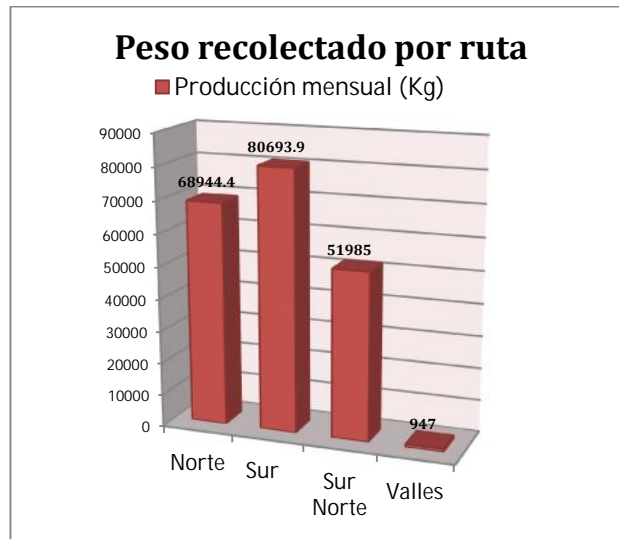


Gráfico No.4.2: Distribución de recolección mensual por ruta

*Fuente: EMGIRS EP, Coordinación de Fiscalización
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Las rutas tienen dos viajes promedio en las rutas con mayor volumen de residuos y un viaje en las rutas con largos recorridos, a una recolección de 3 a 3,5 kilogramos por viaje y por día.

Disposición final

El relleno sanitario del Inga cuenta con su planta de tratamiento de residuos hospitalarios, donde se encuentra un autoclave grande y dos pequeños. Esta planta trata un aproximado de 15 toneladas de residuos diarios.

Tarifa actual

La tarifa actual que se cobra a los establecimientos de salud por la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos hospitalarios es de 30 centavos de dólar por kilogramo para los establecimientos públicos y 70 centavos de dólar por kilogramo recolectado para los establecimientos privados.

Sistema de cobro

El sistema de cobro actual es manual, de acuerdo a la sumatoria de los diferentes pesos generados en el mes. Mediante un comprobante de recolección donde se incluyen los pesos, se realiza la facturación del servicio a cada establecimiento.

Esta factura es distribuida a los establecimientos de salud por dos personas motorizadas, quienes informan los datos pertinentes para su pago.

Este sistema manual de cobro ocasiona que no se recupere la cartera del mes caído, y que sea susceptible de errores y retrasos. Además genera atrasos en la distribución de facturas y por tanto en los pagos.

Normativa utilizada:

Para el manejo de residuos hospitalarios se maneja las siguientes Normas o legislación:

- Norma INEN nte 2266:2013 sobre el transporte de mercancías peligrosas.
- Reglamento para el Manejo de Desechos producidos en Establecimientos de Salud”, Diciembre 2010.
- Ordenanza metropolitana 332.

Ordenanza 332

La ordenanza 332 fue expedida en el año 2011 y constituye la ordenanza metropolitana para la gestión integral de los residuos sólidos.

En ella se crea la empresa Pública Metropolitana de la Gestión Integral de residuos sólidos EMGIRS EP, la misma que tiene la competencia de la gestión de los residuos el DMQ.

Esta regulación comprende todos los residuos sólidos que se generen, manejen y dispongan el distrito, sean estos comunes, especiales o peligrosos, a excepción de los residuos radioactivos o mineros.

Basándose en el principio de prevención, precaución y control, las acciones que deben tomarse en cuenta son: Reducción en la fuente, Aprovechamiento en la misma cadena de producción y consumo o en usos diferentes, separación en la fuente, tratamiento en la fuente de origen y disposición de manera segura.

La gestión de residuos además se menciona requiere de la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los generadores, productores, importadores, distribuidores, consumidores, gestores tanto públicos como privados.

Dentro de la clasificación de residuos sólidos de acuerdo a su origen, se tiene a los residuos hospitalarios, definiéndolos como aquellos que son generados en los establecimientos hospitalarios, centros y subcentros de salud, consultorios médicos, laboratorios clínicos, centros o consultorios veterinarios, centros de atención básica, clínicas, centros de investigación biomédica y demás establecimientos que realizan actividades de curaciones, intervenciones quirúrgicas, laboratorios de análisis e investigación y residuos asimilables a domésticos que no se puedan separar de lo anterior.

La subsección II hace referencia a la recolección especial de residuos sólidos hospitalarios y orgánicos, que expone:

1. Por sus características, los residuos sólidos hospitalarios se acogerán al sistema de recolección especial o contratada.

2. Los residuos hospitalarios son los que se generan en todo tipo de establecimiento relacionado con el área de la salud humana y animal.
3. Los residuos hospitalarios deben ser separados siguiendo las normas descritas en el Reglamento de Manejo de desechos sólidos en los establecimientos de salud de la República del Ecuador, expedido por el Ministerio de Salud Pública.
4. La recolección especial y diferenciada será responsabilidad del municipio.

La empresa que fuera asignada para el servicio de recolección debe ser un gestor ambiental calificado en la Secretaría de Ambiente. Anexo: Ordenanza 323.

Licencia Ambiental del MAE.

Para la operación de recolección y transporte, el Ministerio de Ambiente es el encargado de regular la actividad a través de la emisión de Licencias Ambientales para transportar mercancía peligrosa. Esta licencia tiene jurisdicción en todo el país.

Para esta licencia, los interesados deben presentar el EIA del transporte siguiendo la norma INEN NTE 2:226 de tal forma que no afecte el medio ambiente.

Norma INEN NTE 2:226

La norma INEN NTE 2:226 fue creada para establecer los requisitos que se deben cumplir para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales

peligrosos, siguiendo los lineamientos del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y etiquetado de productos Químicos (SGA), las Recomendaciones relativas al transporte de materiales peligrosos, Reglamentación Modelo de Naciones Unidas.

4.2 Aplicación del modelo al Distrito Metropolitano de Quito

Como se describió en el punto 4.1 del presente estudio, el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con un modelo de recolección de residuos hospitalarios que requiere una reestructuración, la cual permita obtener eficiencia de su operación, atención a todos los usuarios involucrados y cobro de la tarifa a tiempo.

Con este antecedente se aplica la Planificación descrita en el capítulo anterior para el Distrito Metropolitano de Quito.

En el Distrito Metropolitano de Quito hay 2'100.000. Habitantes aproximadamente, con una producción de residuos sólidos de 50.000 toneladas mensuales.

El cantón del Distrito Metropolitano de Quito se encuentra distribuido en parroquias urbanas y rurales.

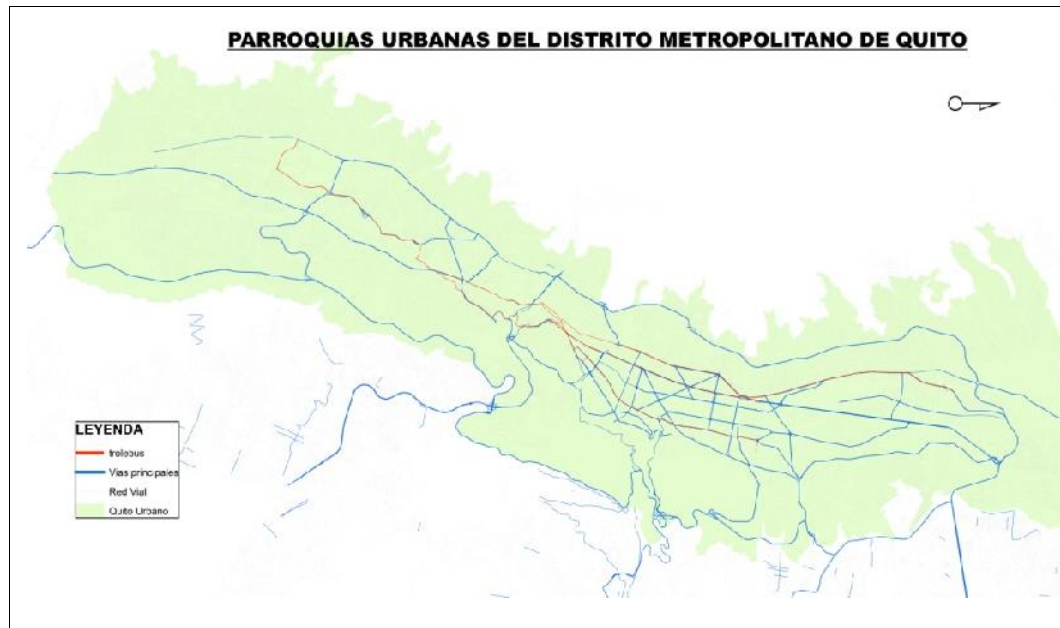


Figura No.4.4: Área urbana del Distrito Metropolitano de Quito

*Fuente: Cartografía Parroquias urbanas, Municipio de Quito
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

La parte urbana del cantón es el área de mayor conflicto en cuanto a movilidad debido a que en ella se encuentra el centro económico comercial de la ciudad y este es el destino de la generación de viajes.

Por ello en el año 2010, la municipalidad adoptó la medida de pico y placa.

Este aspecto es de importante análisis en el servicio.



Figura No.4.5: Área de restricción vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito

*Fuente: Cartografía del Municipio de Quito, Estudio Restricción Pico y Placa de la Emop.
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Con respecto al ámbito de salud pública, el Distrito se encuentra bajo la jurisdicción de la Dirección de Salud de la provincia de Pichincha. La misma ha dividido a la ciudad en áreas de salud. Estas áreas de salud se delimitaron por historia y por la práctica, no tienen algún criterio que permita utilizarlas con fines logísticos.

De acuerdo a los datos de la Dirección de Salud de Pichincha, el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 3500 establecimientos, donde se incluyen: a) De primer nivel de atención como son puestos de salud, centros de salud y subcentros; b) De segundo nivel: hospitales básicos y clínicas; c) De tercer nivel: centros de especialidades y hospitales especializados; d) De acuerdo a la Dirección de Salud también se expiden permisos de funcionamiento a farmacias, hoteles, restaurantes y e) Veterinarias. De esta clasificación se encuentran aproximadamente 1600 establecimientos

recopilados para el servicio de recolección de acuerdo a los datos de Fundación Natura. (Anexo: Mapa de ubicación de los establecimientos de salud en el DMQ).

Los establecimientos faltantes de la DMQ tienen un máximo de 3 kilogramos de producción mensual de residuos hospitalarios y son aquellos que ocasionan el recorrido de grandes distancias, por encontrarse alejados del eje centro económico de la ciudad. En muchos casos son establecimientos en parroquias rurales.

La generación de residuos hospitalarios se caracteriza por presentar puntos con picos extremos de producción, el mayor es de 27.000 Kg por mes y el menos es de 0.5 Kg por mes.

La georeferencia de los establecimientos permite analizar cómo se encuentran ubicados estos en el área de influencia y como se encuentra distribuida la necesidad del servicio de recolección. (Anexo: Mapa de distribución espacial de los establecimientos de salud en el DMQ).

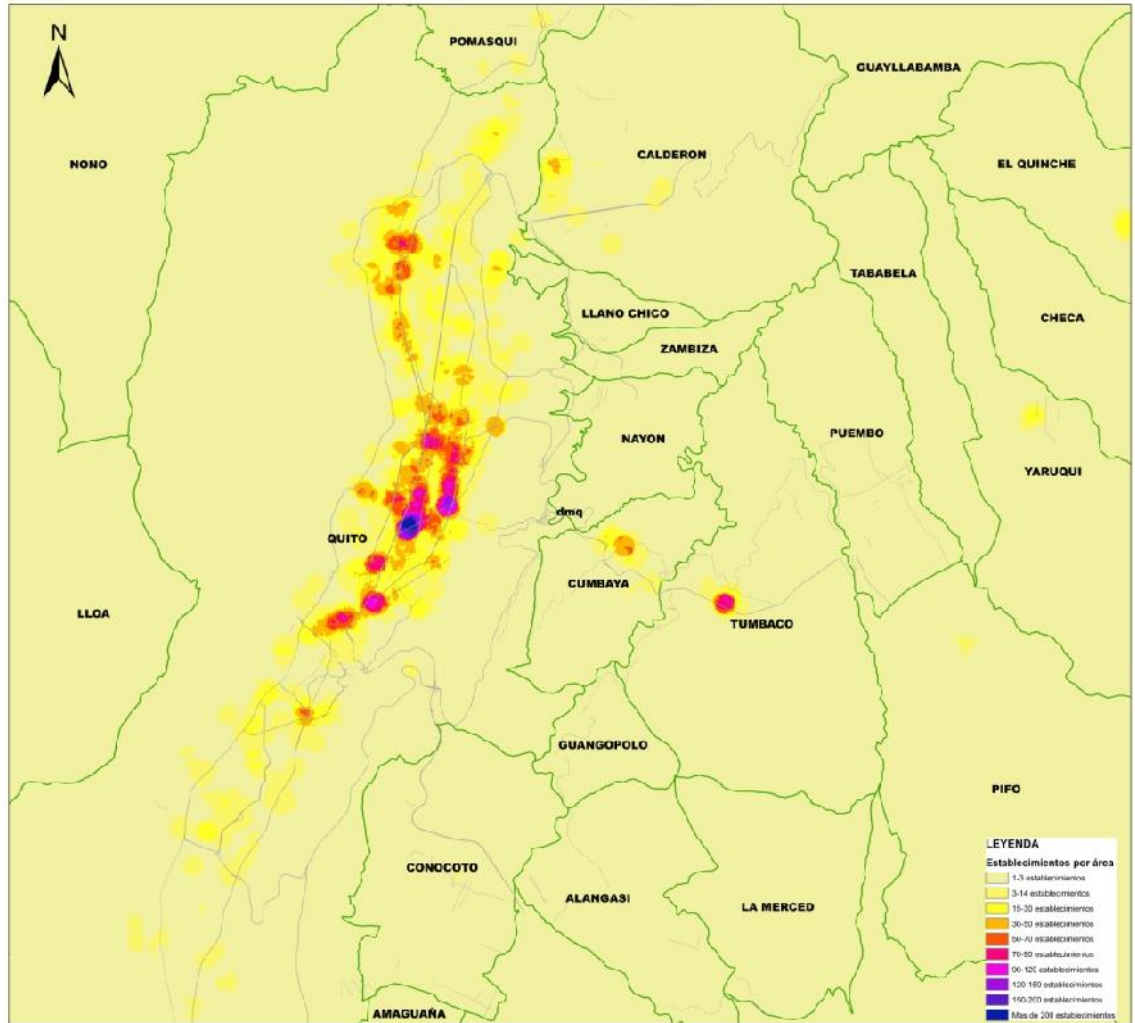


Figura No.4.6: Mapa de distribución espacial de los establecimientos de salud en el DMQ

Fuente: EMGIIRS EP, Coordinación de Fiscalización
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

La mayor cantidad de establecimientos se ubican en el centro socioeconómico de Quito, de norte a sur desde la Avenida Gaspar de Villarroel hasta la Avenida Orellana y de este a oeste, a partir de la Avenida Eloy Alfaro hasta la Avenida América.

También en el Centro de la Ciudad, la avenida la Prensa, en Tumbaco y alrededor del Hospital Eugenio Espejo se presentan una densidad alta de establecimientos.

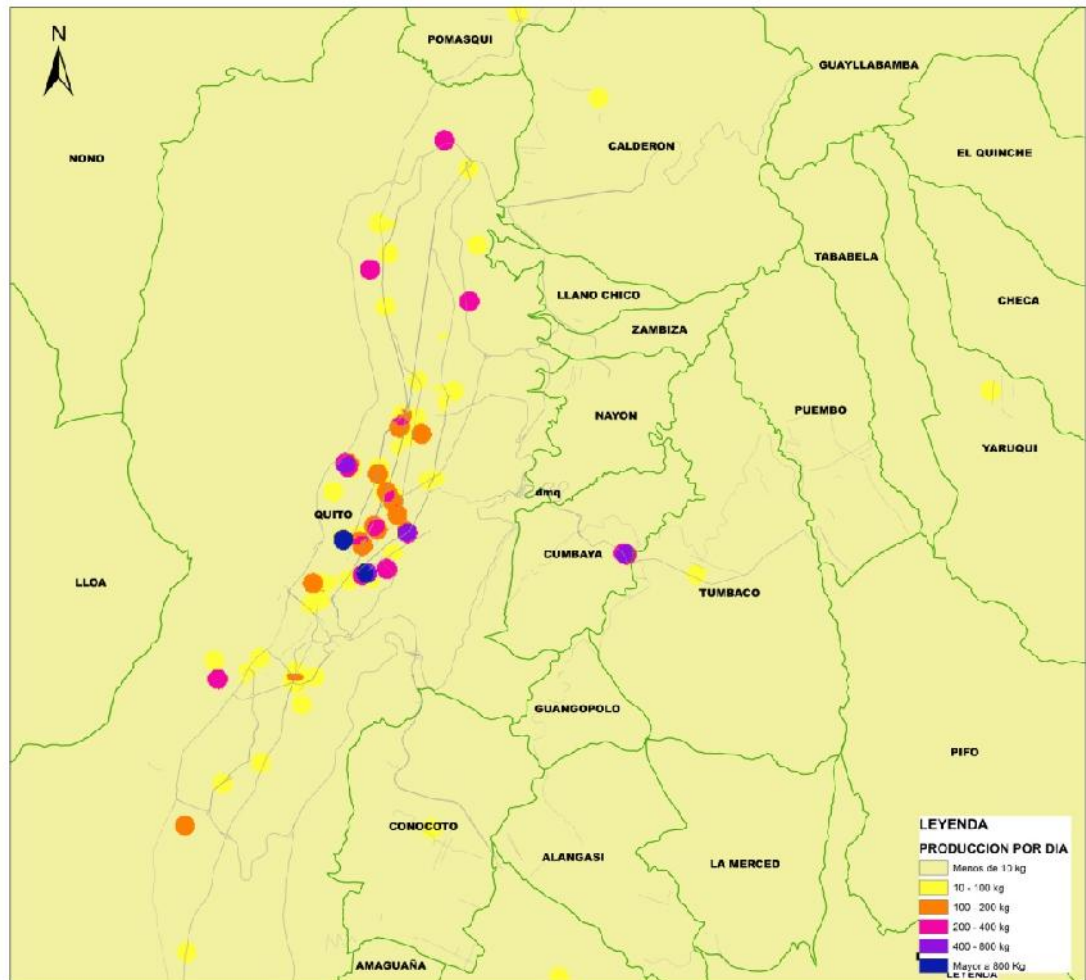


Figura No.4.7: Mapa de Distribución espacial de la generación de residuos de salud en los establecimientos de salud en el DMQ

Fuente: EMGIRS EP, Coordinación de fiscalización
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

En cuanto a la generación de residuos hospitalarios, la densidad de volumen se encuentra en puntos aislados, no existe una tendencia de producción.

De esta manera, los grandes productores de residuos hospitalarios son el hospital Carlos Andrade Marín, el Hospital Eugenio Espejo, el sector del Hospital Quito No.1 de la Policía Nacional, el Hospital Baca Ortiz, el Hospital Enrique Garcés, Hospivalles, Hospital de las FFAA, SOLCA, Hospital San Francisco del IESS, Hospital Pablo Arturo Suárez.

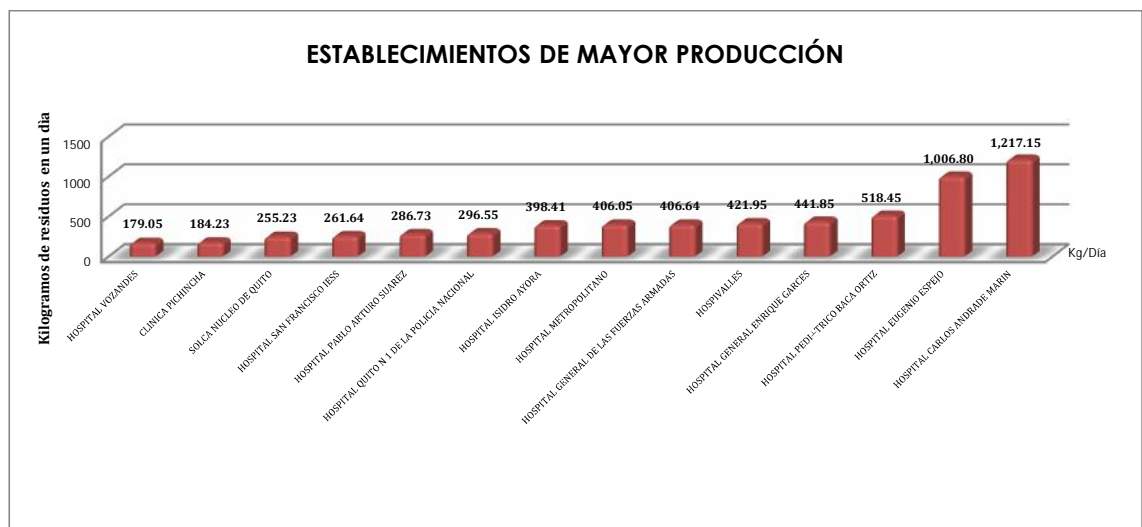


Gráfico No. 4.3: Establecimientos de Salud de mayor producción en el DMQ

Fuente: Información de la fiscalización EMGIRS EP
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

El servicio no presenta datos uniformes y su tendencia es gran producción es puntual y no por área. Esto dificulta tener una tendencia de movimiento.

Es conveniente recalcar que del total de establecimientos, el 3.112% (54) corresponde a aquellos establecimientos con una generación mayor a 500 kg diarios. Este pequeño porcentaje de establecimientos producen el 84 %

(193.509.5Kg) del peso de residuos recolectados del total aproximado mensual que es 230.000 Kg.

Así se comprueba que el problema más grande que tiene el servicio de recolección de residuos hospitalarios es un problema de logística en razón de las grandes distancias que recorre en relación al peso recolectado.

Debido a lo expuesto anteriormente, el modelo de ruteo y zonificación se definirá por la ubicación de los establecimientos de mayor producción.

Zonificación:

El uso de suelo y el transporte constituyen un sistema. El uso de suelo está dado por los servicios públicos sociales como son en este caso particular, los establecimientos de salud y su producción de residuos hospitalarios.

Las vías de acceso a los establecimientos es el componente del transporte dentro del sistema.

Para brindar un adecuado servicio de recolección y transporte es importante analizar la distribución espacial de los servicios de salud y el tráfico existente en el sistema.

De acuerdo al uso de suelo, los establecimientos de salud de mayor producción como hospitales se encuentran categorizados como

Equipamiento en el Distrito Metropolitano de Quito. Los mismos se encuentran distribuidos indistintamente a lo largo de Quito urbano, esto es en razón de la aplicación del modelo de crecimiento basado en la expansión horizontal que provocó una inequitativa distribución territorial de los servicios.

Con respecto a usos ambientales o patrimoniales, se requiere un tratamiento especial para la recolección. Se debe evitar la entrada en áreas con uso de suelo ambiental. En el caso de uso de suelo patrimonial se delimita dicha área y se obtiene el volumen de producción de los establecimientos que se encuentran en ella para asignar la flota adecuada.

Esta área es el Centro Histórico de Quito.

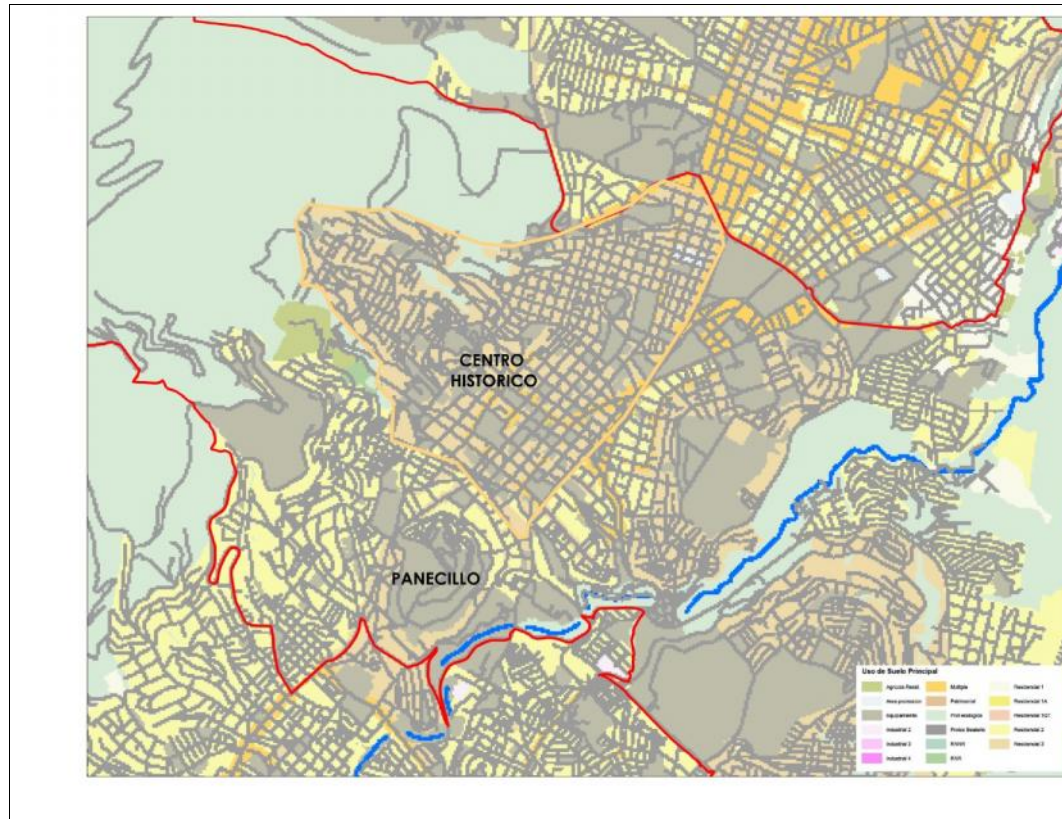


Figura No.4.8: Mapa de uso de suelo en el Casco Histórico del DMQ

*Fuente: Mapa uso de suelo del Distrito Metropolitano de Quito
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

De esta manera, esta zona se extiende de la calle Asunción en el norte hasta la Necochea, Av. 5 de Junio, Av. Pichincha en el Sur, continuando por la 10 de agosto hacia el norte. Comprende un área de 454 Ha. Dentro de la mencionada área, se encuentran aproximadamente 170 establecimientos de salud entre públicos y privados. El volumen generado en este sector es de 450 kilogramos diarios.

Para esta área se propone un vehículo de menor capacidad, que pueda circular por las angostas calles del centro histórico.

Este vehículo recolectará a los sitios del centro y llevará los residuos a un centro de acopio ubicado en el antiguo terminal de Cumandá, propiedad municipal.

El centro de acopio en el antiguo terminal Cumandá formará parte de la ruta de recolección del Sur.

Para las siguientes zonas, se separó la zona urbana de la rural.

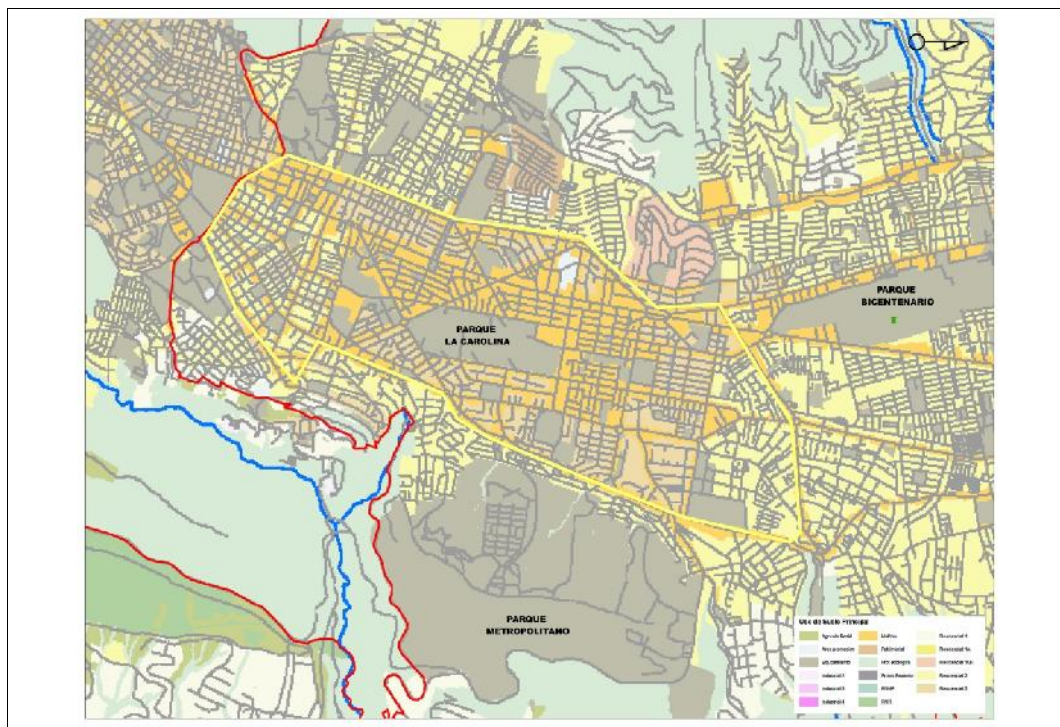


Figura No.4.9: Uso de suelo en el Hipercentro en el DMQ

Fuente: Mapa uso de suelo del Distrito Metropolitano de Quito
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Para el análisis se delimita la zona de uso de suelo múltiple, que es considerada el Centro socioeconómico de Quito o hipercentro. En esta zona se encuentra la mayor cantidad de destino de viajes. En esta zona se encuentra la mayor saturación de las vías. La elección de viajes tiene su destino en esta área.

Regulación Pico y Placa

La municipalidad en el año 2010 adoptó la medida de restricción vehicular en razón de la saturación en vías del hipercentro de la ciudad. Las vías principales del hipercentro de la ciudad a pesar del pico y placa se encuentran saturadas de tráfico, disminuyendo las velocidades de circulación y por tanto aumentando los tiempos de viaje.

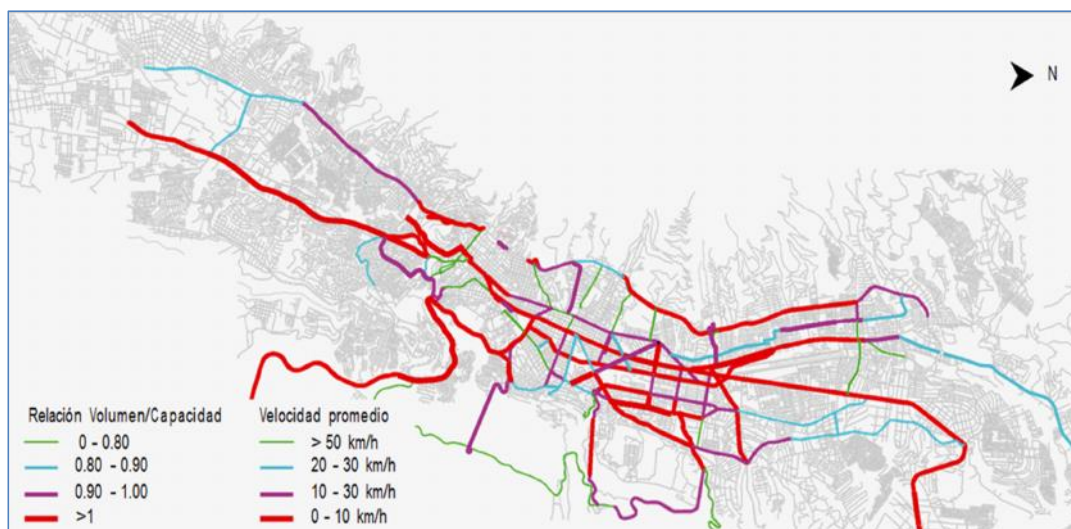


Figura No. 4.10: Saturación de vías en el hipercentro del DMQ

Fuente: Análisis para implementar la medida de Pico y Placa, EMMOP
Elaboración: Análisis para implementar la medida de Pico y Placa, EMMOP

Pese a esta medida, el tráfico en el casco urbano ha aumentado, concentrándose en el centro económico de la ciudad. Todas las elecciones de viajes se las realizan hacia el área ubicada entre la Avenida el Inca en el Norte y la Avenida Rodrigo de Chávez.

Esta área es la que tiene mayor conflicto para la operación de recolección. Las velocidades de circulación en horas pico son bajas (aproximadamente

10 km por hora. Esto aumenta el tiempo de recolección de las unidades, volviendo a la ruta de recolección pesada.

Tabla No.4.3: Velocidad de circulación en la vías principales

Vías	Velocidad de circulación en horas pico
Avenida Galo Plaza – 10 de Agosto	0-10 km/h
Avenida Eloy Alfaro	0-10 Km/h 10-30 Km/h
Avenida la Prensa	0-10 km/h
Avenida América	10-30 Km/h
Avenida Mariscal Sucre	0-10 Km/h 10-30 Km/h 20-30 Km/h
Avenida Pedro Vicente Maldonado	0-10 Km/h
Avenida Simón Bolívar	>50 Km/h
Avenida de los Shyris	0-10 Km/h 10-30 Km/h
Avenida Teniente Hugo Ortiz	0-10 Km/h
Autopista General Rumiñahui	0-10 km/h
Panamericana Norte	0-10 km/h

Fuente: Análisis para implementar la medida de Pico y Placa, EMMOP
Elaboración: Análisis para implementar la medida de Pico y Placa, EMMOP

En horarios picos, las avenidas principales y las vías de rápida circulación se encuentran saturadas. Por ello el servicio de recolección debe evitar horarios de entradas y salidas de trabajos, escuelas, colegios.

El objetivo de la reestructuración del servicio de recolección es evitar el recorrido en áreas conflictivas saturadas de tráfico e inducir a que la flota recorra por las vías principales y las de circulación rápida, punto que se debe tomar en cuenta para la zonificación en la ciudad.

La producción de 230000 kg, en 22 días de recolección, se estima que se generan en promedio 11 a 13 toneladas en el Distrito Metropolitano de Quito.

Quito urbano presenta aproximadamente el 80% de este volumen total de residuos y el 86% en número de establecimientos.

De acuerdo al análisis de distribución espacial del volumen de los establecimientos de salud, el área comprendida en el norte y centro de la ciudad presenta el 67% de volumen de Quito urbano y un 60% de los establecimientos.

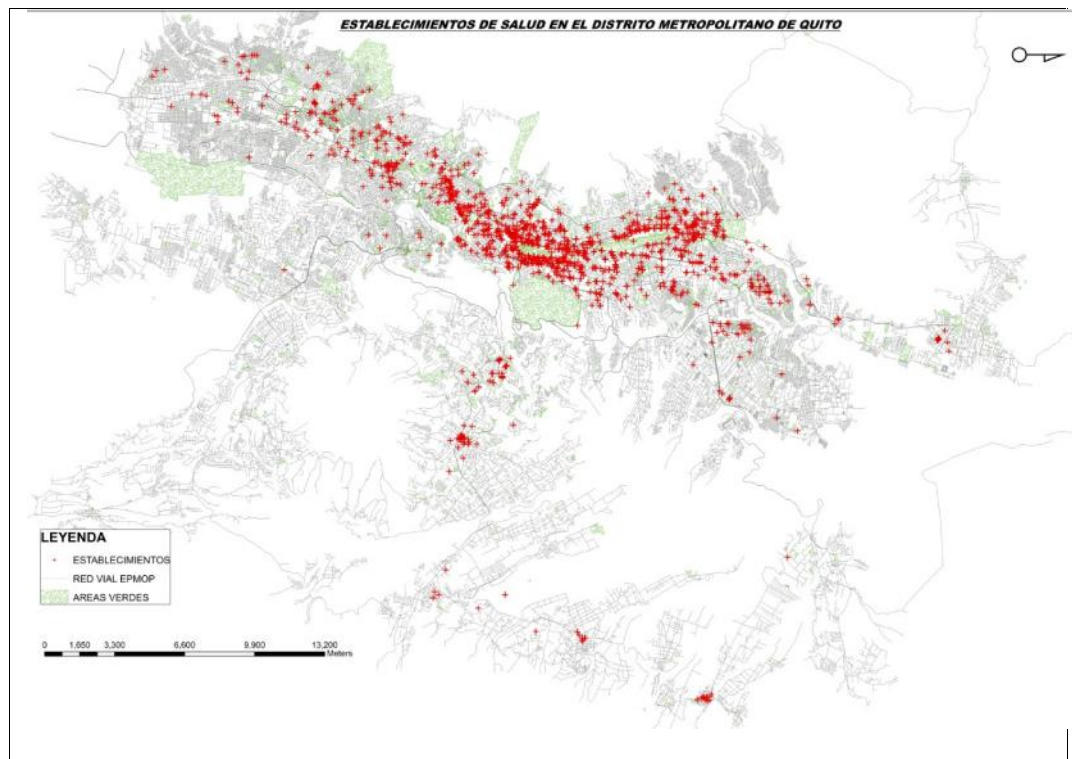


Figura No.4.11: Mapa de Establecimientos de salud de gran generación de residuos hospitalarios en el DMQ

Fuente: EMGIRS EP, Información sobre establecimientos georeferenciados
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Es por ello que se divide en dos la ciudad, Norte y Sur siendo el límite de ambas, el límite entre la administración zonal Manuela Sáenz y la Administración zonal Eloy Alfaro en el sur, excluyendo el área del Centro Histórico y Panecillo.

En el área norte, de acuerdo al análisis y distribución espacial, se la divide en dos longitudinalmente por la Avenida Galo Plaza Lasso. Esta división permite tener una equidad entre la distribución espacial que hacerla transversalmente.

Así se tiene:

Zona I: área noroccidental, que comprende las parroquias urbanas noroccidentales hasta la Calle Asunción en el sur. El área tiene aproximadamente un volumen diario de recolección de 3452.13 Kg diarios de residuos hospitalarios.

Zona II: área nororiental, que comprende desde el sector de Carcelén, todas las parroquias urbanas nororientales hasta la Calle Telmo Paz y Miño tras el Hospital Militar en el sur, con un volumen diario aproximado 3200 kilogramos de residuos.

Zona III: Incluye el área Sur desde el límite entre la Administración Eloy Alfaro y Manuela Sáenz; la calle Telmo Paz y Miño, y la Avenida Velasco Ibarra en el norte, hasta la Administración Quitumbe. La generación de residuos aquí es de aproximadamente 2700 kilogramos diarios.

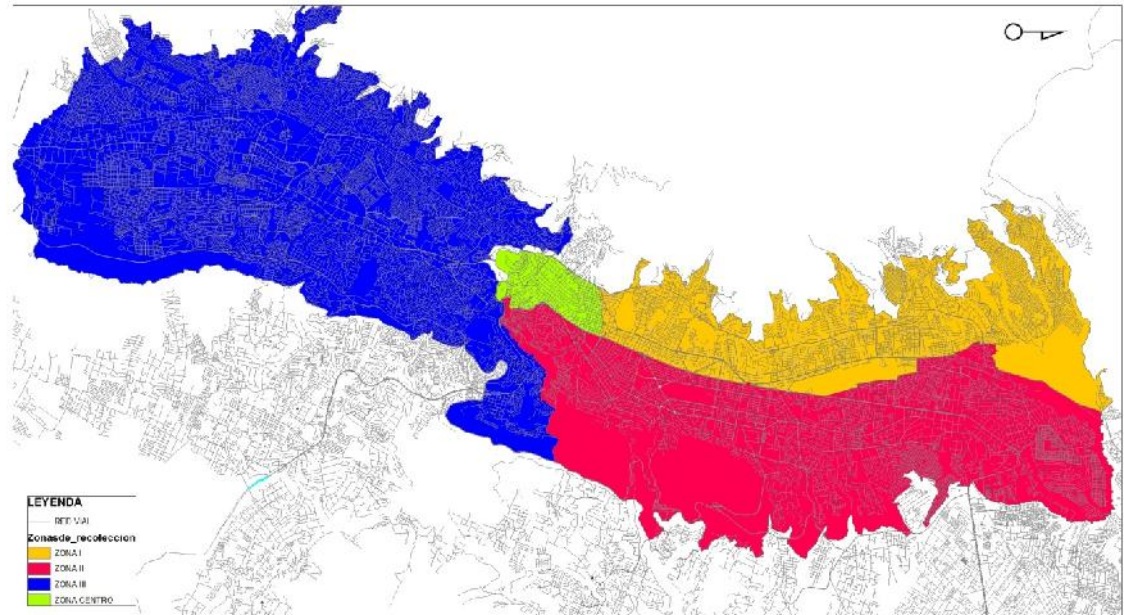


Figura No.4.12: Mapa de zonificación urbana del servicio de recolección de residuos hospitalarios en el

DMQ

*Fuente: Cartografía Parroquial del Distrito metropolitano de Quito, Municipio de Quito
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Parroquias rurales

De acuerdo a la producción y a la cercanía al destino final, la recolección de las parroquias rurales se incluye en las rutas existentes. Dependiendo de la distancia a los centros de acopio, los usuarios deberán dejar sus residuos en los mismos.

Centros de acopio en la ciudad

Dentro del área urbana de Quito, se establecen 5 centros de acopio. Estos centros de acopio serán equipados con las normas establecidas para el acopio temporal de este tipo de residuos.



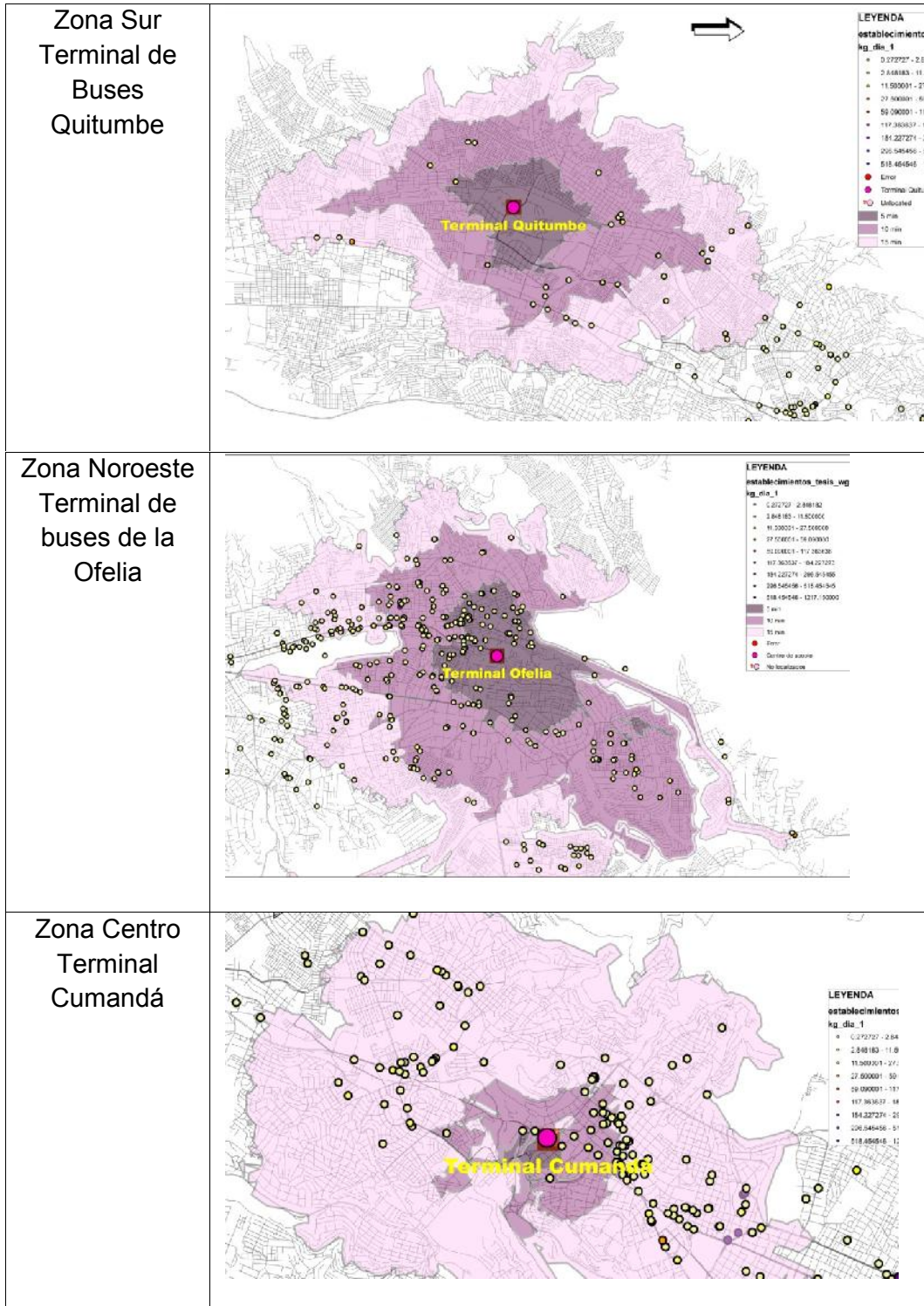
Figura No.4.13: Mapa de ubicación de los centros de acopio en el DMQ

*Fuente: EPMOP, Cartografía eje vial del Distrito Metropolitano de Quito.
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Para cada centro de acopio se evalúa el área de servicio del mismo, con el fin de ver los posibles usuarios que cubrirá.

A lo largo de la ciudad, se ubicaron terrenos municipales donde sea factible instalar un centro de acopio. La ubicación de estos centros de acopio debe evitar encontrarse en los lugares céntricos de Quito y congestionados, deben evitar pendientes pronunciadas, cercanía a parques y deben tener fácil acceso a vías de circulación rápida.

Así tenemos:



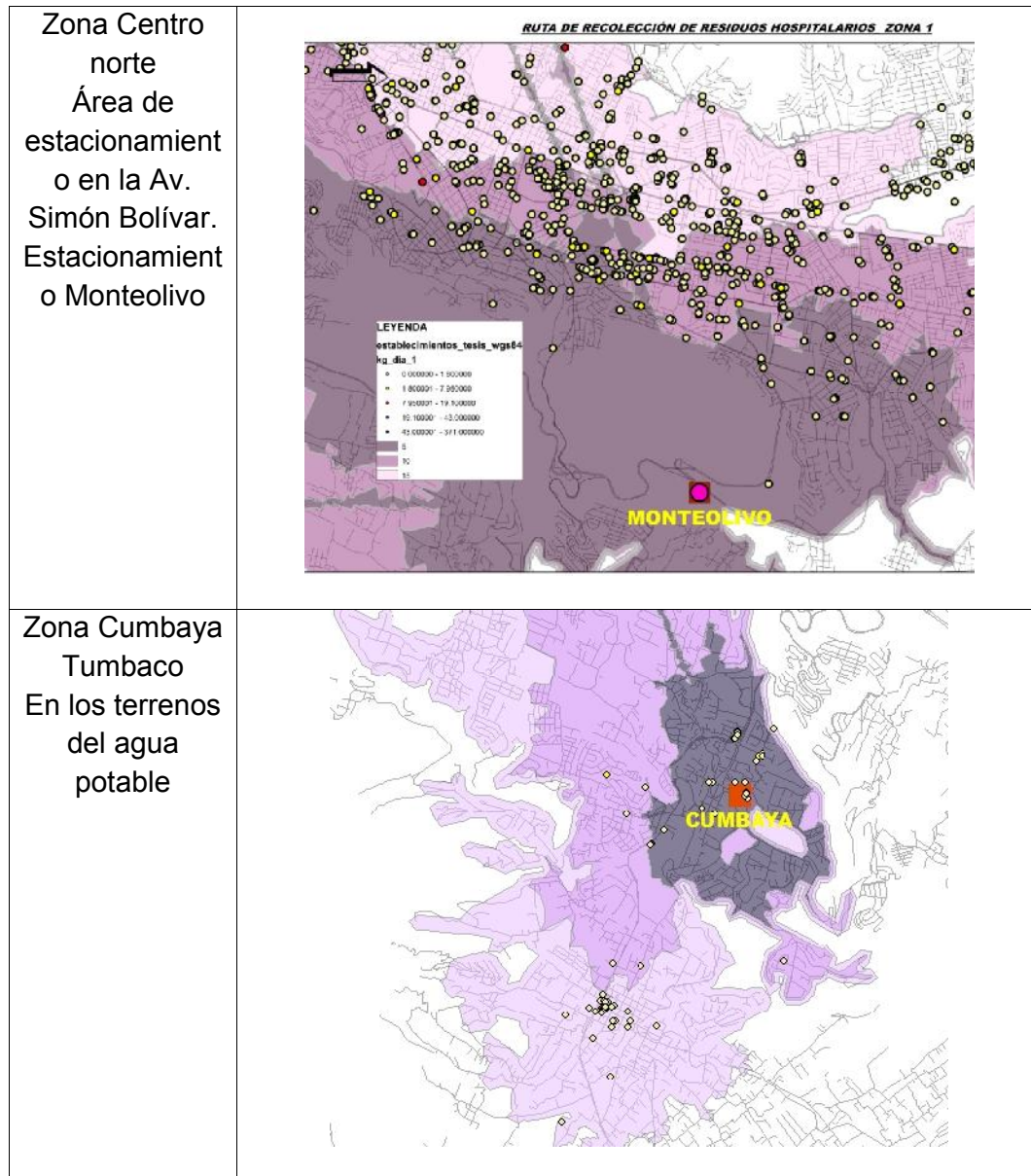


Figura No.4.14 Áreas de servicio en los centros de acopio

Fuente: Secretaría de Movilidad, Cartografía red vial
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Otros posibles centros de acopio se pueden establecer en acuerdo con los usuarios involucrados, como por ejemplo en el sector de la Clínica Pasteur, que presenta gran densidad de establecimientos a su alrededor.

El acceso al sitio se lo realiza actualmente por la Avenida Interoceánica en el valle de Tumbaco; la Autopista General Rumiñahui y Autopista E35 por el valle de los Chillos.

La planta de tratamiento en el Relleno Sanitario tiene una capacidad actual de tratamiento de 15 toneladas por día. Su máxima capacidad es de 19 toneladas por día. El horario de atención de la planta es desde las 8 am hasta las 6pm.

Análisis distancias al sitio de disposición final

La matriz de origen destino permite evaluar la ubicación del destino final con respecto al centro de gravedad de todos las zonas.

Tabla No.4.5: Matriz Origen - Destino

ORIGEN-DESTINO	DISTANCIA (metros)
ZONA I NOROCCIDENTE - RELLENO SANITARIO	42573.63
ZONA II NORORIENTE-RELLENO SANITARIO	39875.40
ZONA CENTRO-RELLENO SANITARIO	32367.10
ZONA III SUR - RELLENO SANITARIO	37510.75
CONOCOTO - RELLENO SANITARIO	20229.43
ALANGASI - RELLENO SANITARIO	14767.20
LA MERCED - RELLENO SANITARIO	12317.77
PINTAG - RELLENO SANITARIO	13972.45
TUMBACO - RELLENO SANITARIO	33175.56
PUEMBO - RELLENO SANITARIO	20344.42
CUMBAYA - RELLENO SANITARIO	35541.04
ENTRADA CUMBAYA - RELLENO SANITARIO	37944.40
YARUQUI - RELLENO SANITARIO	16570.87
TABABELA - RELLENO SANITARIO	21349.86
EL QUINCHE - RELLENO SANITARIO	29745.31
CALDERÓN - RELLENO SANITARIO	43050.5
GUAYLLABAMBA - RELLENO SANITARIO	45196.7

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

En la tabla 4.6 se han calculado las distancias más cortas desde el centro de gravedad de cada zona al relleno sanitario.

En razón del desarrollo demográfico del Distrito Metropolitano de Quito es evidente la separación entre lo urbano de lo rural. En la zonificación urbana se encuentra el 85% de la demanda del servicio.

El mayor problema que presenta la logística del servicio es la ubicación de la planta de tratamiento de residuos hospitalarios. Solo existe una planta ubicada en el relleno sanitario.

La ventaja es que las vías existentes permiten la comunicación hacia la planta de tratamiento desde las parroquias rurales.

Como estrategia, las parroquias rurales se incluirán en las rutas de las zonas mencionadas (urbanas), ya que los establecimientos de salud en las parroquias rurales se encuentran en el camino hacia la planta de tratamiento.

Este recorrido hacia el relleno causa tanto en tiempo como distancia, problemas en la logística. Por ello los establecimientos rurales deben incorporarse en las rutas urbanas para brindar mayor productividad y nivel de servicio a las unidades.

Con el dato inicial de producción mensual de 230.000 kg promedio de residuos hospitalarios, se estima una generación de 11.000 kg diarios, los cuales serán distribuidos en las 4 zonas urbanas con sus acoplamientos rurales.

De esta manera se requieren los siguientes vehículos recolectores:

Tabla No.4.6 Distribución de vehículos recolectores en el DMQ

Vehículo	Zona	Capacidad	Promedio de recolección diario
1 Vehículo recolector	Noroccidente y Pomasqui	5 Toneladas	3700 Kg/ día
1 Vehículo recolector	Noriente urbano	5 Toneladas	3000 Kg/día
1 Vehículo recolector	Sur urbano y Valle de los Chillos	5 Toneladas	2600 kg/día
1 Vehículo recolector	Centro Histórico	1 Tonelada	450 kg / día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Rutas:

Ruta en el centro:

El centro histórico de Quito por su carácter de patrimonio cultural de la humanidad, debe contar con una atención especial en el servicio. Por ello tiene una ruta exclusiva que será atendida por un vehículo pequeño que no ocasiona impacto al área. Anexo: Mapa de ruta de recolección en el centro histórico.

Tabla No.4.7: Parámetros Ruta centro

Ruta	Tiempo minutos	Distancia recorrida	Hora inicio	Hora fin	Establecimientos atendidos	Destino final	Peso recolectado
Ruta Centro	70.75	18.323	8:00 am	9:10:46 am	22	Centro acopio Cumandá	150 Kg /día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Las rutas de recolección de hospitalarias, de acuerdo a la forma de ciudad, la zonificación deben tender a tener un diseño tangencial que evite en lo

posible recorrer por el centro económico de la ciudad (hipercentro). Al no poder evitarse físicamente el recorrido por zonas céntricas, las rutas deberán operar en horarios de menor congestión, atendiendo a los establecimientos mayores a 500 kg de producción mensual y a los centros de acopio de residuos hospitalarios.

Las rutas de recolección de hospitalarios solo tienen un terminal, que es el Relleno sanitario El Inga.

Calculo de tiempos:

Para el cálculo de tiempos de rutas óptimas, se toman en cuenta 4 horarios, especialmente en el hipercentro y de acuerdo a ellos en base a tiempos tomados en campo, se estimó las velocidades actuales con el fin de modelar el tiempo que se demoran los vehículos de recolección.

Los horarios se dividieron en 4, tomando como referencia la generalidad del problema en el Distrito Metropolitano de Quito. Parte de esta distribución, se encuentra la regulación de pico y placa. Así tenemos:

1. 00h00 a 07h00:
2. 07h00 a 10h00 / 15h00 a 20h00:
3. 10H00 a 15H00:
4. 20h00 a 00h00

Para cada horario se asignó un porcentaje de la velocidad máxima permitida para el servicio de recolección, de acuerdo a las condiciones de saturación de las vías.

Realizando recorridos en campo, en las 3 zonas de recolección en el área urbana, zona noroccidente, nororiente y sur se obtuvo que las horas de mayor congestión, por lo tanto mayor problema para el servicio de recolección se encuentre en primer lugar el horario 2, seguido del horario 3. El horario con mayor saturación de las vías es el horario donde se aplica la restricción de Pico y Placa.

En consecuencia, las rutas no deben iniciar ni desarrollarse, sobretodo en el hipercentro, en horarios de 7h00 a 20h00. Adicionalmente, la hora de inicio de la ruta que proporciona ventaja en el recorrido es en horas de la madrugada. Esto evita conflictos en la movilidad (tráfico, parqueo, peatones), se ajusta a la disponibilidad de los horarios en hospitales grandes y es efectiva para la operatividad de la planta de tratamiento.

El punto de inicio de las rutas se considera desde hipercentro hacia las zonas periféricas para continuar por las vías de circulación rápida hacia las parroquias rurales y continuar al relleno sanitario. La ruta sur tiene el mismo patrón de inicio, sin embargo su salida hacia el relleno sanitario lo realiza por la autopista general Rumiñahui.

Los centros de acopio serán considerados como establecimientos de gran producción, evitando los tiempos muertos en la recolección, producidos por largos recorridos para el mínimo peso recolectado.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se obtuvo un esquema de ruta para las tres zonas. Se consideró el inicio de ruta a partir de las 4h00 am. Los resultados obtenidos de este esquema se detallan a continuación:

Tabla No.4.8: Parámetros Rutas urbanas

Ruta	Tiempo minutos	Distancia recorrida	Hora inicio	Hora fin	Establecimientos atendidos	Centros de acopio	Peso recolectado
Ruta Z1	270.373	31.774	4:00 am	8:30:54 am	20	La Ofelia Carcelén	3200Kg /día
Ruta Z2	216.1456	55.225	4:00 am	7:36:09 am	20	Monteolivo	2222.04 kg/día
Ruta Z3	258.56	27.047	4:00 am	8:18:34 am	17	Quitumbe Cumandá	2277.69 kg/día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Tabla No.4.9: Rutas de recolección urbana

Ruta	Sector punto de inicio	Dirección de la ruta	Avenidas recorridas
Ruta Z1	Av. 10 de Agosto y	Hacia el noroccidente.	Av. Universitaria, Av. Occidental, Av. América, Av. De la Prensa, Av. Diego de Vásquez
Ruta Z2	La Mariscal	Hacia la zona oriente tomada en cuenta desde la Av. Galo Plaza	Av. 10 de agosto, Av. Amazonas, Av. Simón Bolívar, Av. Eloy Alfaro, La Mariscal
Ruta Z3	Sector la Magdalena	Suroccidente, sur y suroriente	Av. Morán Valverde, Av. Pedro Vicente Maldonado, Av. 24 de Mayo, Av. Mariscal Sucre, La Magdalena.

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Al finalizar la ruta en el área urbana, ésta se conecta de acuerdo a su ubicación y peso recolectado, con las parroquias semirurales y rurales para la atención. Estas parroquias se encuentran en las vías hacia el destino final, el relleno sanitario del Inga.

Para las parroquias que no se encuentran en la vía al relleno sanitario El Inga, se prevé un análisis de producción con el fin de instalar un centro de acopio o programar viajes semanales o quincenales para la recolección. De estas parroquias no se tiene información de producción.

Parroquias

En cada parroquia, se analiza los establecimientos que se tienen actualmente y su generación, con el fin de poder asignar frecuencias a la ruta.

Valle de los chillos (Conocoto, Alangasí, Pintag, La Merced, Hospital de Sangolquí):

Tabla No.4.10: Establecimientos importantes en las parroquias del Valle de los Chillos

Establecimiento	Generación desechos hospitalarios	Generación por día
Hospital Sangolquí	1500 Kg/mes	75kg/día
Patronato Municipal San Jose Hogar de vida	1150kg/mes	57.5 kg/día
Otros establecimientos	971 kg/mes	48.55 kg/mes

*Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo*

Cumbayá – Tumbaco

Tabla No.4.11: Establecimientos importantes en las parroquias de Cumbayá y Tumbaco

Establecimiento	Generación desechos hospitalarios	Generación por día
Hospital de los Valles	7922 Kg/mes	396.1kg/día
Clínica De Especialidades Tumbaco Clietsa	500 Kg/mes	25 kg/día
Clínica universitaria USFQ Cumbayá	150kg/mes	7.5 kg/día
Otros establecimientos	6882 Kg/Mes	344 Kg/día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Calderón

Tabla No.4.12: Establecimientos importantes en las parroquias de Calderón

Establecimiento	Generación desechos hospitalarios	Generación por día
Cruz Roja Calderón	970 Kg/mes	48.5kg/día
Dirección Distrital de Salud	356 kg/mes	17 kg/día
Otros establecimientos	574 Kg/mes	28.7 Kg/día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Yaruqui, Checa, El Quinche, Pifo, Tababela

Tabla No.4.13: Establecimientos importantes en las parroquias de Yaruquí, Checa, El Quinche, Pifo y

Tababela

Establecimiento	Generación desechos hospitalarios	Generación por día
Hospital Alberto Correa Cornejo	650 Kg/mes	32.5kg/día
Área 14 Yaruqui Quinche	110 kg/mes	5.5 kg/día
Otros establecimientos	445.8 Kg/mes	20.2 Kg/día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Pomasquí- San Antonio

Tabla No.4.14: Establecimientos importantes en las parroquias de Pomasquí y San Antonio

Establecimiento	Generación desechos hospitalarios	Generación por día
Área No. 8 Pomasqui	1194 Kg/mes	59.7kg/día
Otros establecimientos	50 kg/mes	2.5 kg/día

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Las frecuencias para parroquias se puede organizar para realizarlo una vez por semana, de esta manera se puede incluir aquellas parroquias que todavía no tienen cobertura del servicio.

La meta que debe alcanzar cada vehículo de recolección es entre 4 y 5 toneladas diarias de residuos hospitalarios.

Tabla No.4.15: Parámetros Rutas de recolección total

Ruta	Tiempo minutos	Distancia recorrida Km	Hora inicio	Hora fin	Parroquias y cantones anexas	Peso Total recolectado
Ruta Z1	370.373	108.574	4:00	10:45	Calderón Guayllabamba Yaruquí, Checa, El Quinche	3660 Kg/ día
Ruta Z2	326.14	95.225	4:00	10:0+0	Pomasqui, San Antonio, Cumbayá, Tumbaco	2929.68 Kg/dia
Ruta Z3	348.56	97.047	4:00	10:30 am	Conocoto Rumifahui	2646.25 kg/dia

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Control por rastreo satelital:

Para un mayor control en la logística, operación y servicio, es indispensable implementar un sistema de rastreo satelital.



Figura No.4.16: Parámetros Rutas de recolección total

Fuente: Sistema de control de transporte público basado en GPS, <http://blog.pucp.edu.pe/blog/connielgv>
 Elaboración: Sistema de control de transporte público basado en GPS, <http://blog.pucp.edu.pe/blog/connielgv>

Cada vehículo recolector debe contar con un GPS, el cual envía señales a través del sistema gprs o de las ondas de radio para ubicar su posición.

Este tipo de tecnología facilita la reprogramación o la programación en ruta, si algún usuario requiere una atención emergente, control a través de alarmas, conocer la ruta, seguir la ruta, entre otros.

El sistema de rastreo satelital es una herramienta para el control de los vehículos de recolección, tanto en parámetros como en metas operativas y atención programada.

4.3 Automatización del sistema de cobro y tarifa del sistema.

La gestión de residuos hospitalarios se considera un negocio auto sostenido y para que funcione como tal es necesario implementar sistemas y tecnología que permitan conocer cuánto se generó por establecimiento para la aplicación de la tarifa y el cobro del servicio. De esta forma se asegura la integridad de la información que se genera y centralizar la misma en una base de datos que se ubicará en las oficinas de la EMGIRS EP.

Para ello es recomendable que se instalen varios equipos, tanto en los vehículos recolectores como en los centros de acopio. El objetivo es conocer de una forma automática cuanto se encuentra generando cada centro.

Creación de la red municipal de registro de pesaje

La empresa municipal encargada de la gestión de los desechos hospitalarios, constituye el nodo central de recepción de información sobre el registro de los pesajes realizados.

Este nodo receptorá información proveniente de:

1. Báscula en el relleno sanitario: Registro del peso total entregado a la planta de tratamiento de desechos hospitalarios.

2. Centros de acopio: Registro de los pesos entregados por establecimientos pequeños y medianos que transportan sus desechos hasta el centro de acopio.
3. Balanzas de establecimientos grandes: registro del peso diario de los desechos del establecimiento de salud.
4. Balanzas en los vehículos recolectores.

La información de pesos se debe registrar en una base de datos relacional con varios perfiles de usuarios. En cada punto de enlace se debe programar las estaciones de pesaje para que la información sea enviada a la base de datos local en las oficinas centrales.

Adicionalmente se instalará un servidor de base de datos con sistema operativo Windows 2003 y motor de base de datos my sql, que receptorá la información de todos los nodos conectores.

La base de datos que recopilará toda la información debe tener un diseño y programación, arquitectura similar a la base de datos en cada nodo.

Para los enlaces entre el punto 1, el punto 2 y el punto 3 se contratarán tres enlaces con un ancho de banda de 328 kbps.

Para la medición de pesos se proponen las siguientes estrategias:

- a) Para los establecimientos grandes, con producción de desechos mayores a 500 Kg por mes: La balanza de cada establecimiento deberá ser automática y la misma deberá calibrarse cada tres meses. La calibración debe realizarse bajo la normalización del INEN. Su comprobación se realizará con un objeto cuyo peso es conocido y el mismo objeto se utilizará para las balanzas en el centro de acopio y

vehículos recolectores. Cada establecimiento debe enlazarse a la red de registro de pesaje municipal y debe tener listo el comprobante del volumen de desechos que entrega.

- b) Para los centros de acopio: En cada centro de acopio se instalará una balanza tipo plancha. Esta balanza permitirá la medición en gran volumen de lo entregado. La balanza presenta un indicador inteligente que contiene un código del centro de acopio, del establecimiento de salud, tipo de desecho, peso en kilos, fecha pesaje, hora pesaje número consecutivo de pesada.
- c) Para los vehículos recolectores: se recomienda instalar una balanza en plancha, que facilite la comprobación del volumen de pesaje en los establecimientos. Esto evitará pérdidas de tiempo en la verificación. La verificación debe hacerse de una muestra en el establecimiento con el fin de comprobar

Todas las balanzas deben programarse con la siguiente información:

- Un código del pesador y su descripción.
- Código del centro de acopio.
- Código del vehículo recolector.
- Código del establecimiento de salud y su descripción.
- Código del tipo de desecho.
- Peso en kilos.
- Fecha pesaje.
- Hora pesaje.
- Número consecutivo de pesada.

Al pesar se imprimirá dos recibos o comprobantes con código de barras. El primer comprobante se entregará a la institución y la otra se pega en la funda.

Los datos se pueden bajar de la memoria del equipo a una computadora en un formato tipo Excel.

Con ello existirán congruencia entre lo entregado, lo transportado, lo tratado y dispuesto por la Empresa de la gestión de residuos y lo cobrado a los establecimientos de salud.

4.4 Análisis Financiero del modelo presentado:

Para el analizar financieramente el proyecto, se consideran los supuestos descritos a continuación:

- Incremento del 13% en ventas de año a año (Polo, Diagnóstico actual del servicio y propuesta para mejorar la gestión de residuos hospitalarios potencialmente infecciosos en el DMQ, 2014).
- El precio es fijo durante los cinco años, puesto que ha sido definido por Ordenanza Metropolitana del Distrito Metropolitano de Quito.
- Los 3 camiones serán adquiridos a un valor de \$ 45.000, este valor será depreciados a cinco años.
- El autoclave para el tratamiento de residuos será adquirido por un valor de \$ 257.750, depreciado a cinco años en línea recta.

- Se establece una tasa de 6.46% de incremento anual en nómina por efecto de inflación (Banco Central del Ecuador, 2013).
- Por concepto de seguros de activos se considera una tasa fija de 2% anual.
- Se considera que el contrato de servicios es por 5 años.
- El capital de trabajo necesario para el proyecto es de \$ 340,00 que corresponde a las necesidades de fondos de operación del primer año.
- La tasa de descuento país se calculó en función de la industria del medio ambiente, según Damodaran, con el modelo CAPM (Damodaran, 2012), tomando en cuenta las siguientes tasas:
 1. La tasa de descuento de la industria de: 6.28%
 2. El riesgo país promedio de los últimos años es aproximadamente del 8.58% (Banco Central del Ecuador, 2013)
 3. La tasa de descuento país es de 14.86%
- El costo de capital es de 11.46%, considerando una distribución de capital donde el 60% es inversión y el 40% es deuda. Si bien el valor óptimo se obtiene minimizando el WACC, se ha considerado que el 40% de deuda permite a la compañía tener un riesgo razonable por financiamiento, logrando tener un valor adecuado de la empresa en función del riesgo que se está asumiendo (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2005).

Estados Financieros Proyectados

La Tabla 4.16 muestra el estado de pérdidas y ganancias proyectadas a 5 años.

Tabla No.4.16: Estado de pérdidas y ganancias proyectadas

Estado de Pérdidas y Ganancias	0	1	2	3	4	5
Ventas	\$ 1,193,071	\$ 1,348,170	\$ 1,523,432	\$ 1,721,478	\$ 1,945,270	
Ventas Instituciones publicas	\$ 493,437	\$ 557,583	\$ 630,069	\$ 711,978	\$ 804,535	
Numero de unidades (Kilos) Inst. Publicas	1,233,591	1,393,958	1,575,173	1,779,945	2,011,338	
Precio unitario (c/Kg)	\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40	
Ventas Instituciones privadas	\$ 699,634	\$ 790,587	\$ 893,363	\$ 1,009,500	\$ 1,140,735	
Numero de unidades (Kilos) Inst. Privadas	\$ 908,616	\$ 1,026,736	\$ 1,160,212	\$ 1,311,039	\$ 1,481,474	
Precio unitario (c/Kg)	\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77	
Gastos	\$ 840,915	\$ 915,202	\$ 994,214	\$ 1,078,235	\$ 1,167,569	
Gastos de depreciacion	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	
Gastos de interes	\$ 25,028	\$ 20,440	\$ 15,372	\$ 9,773	\$ 3,588	
Gastos de operacion	\$ 731,537	\$ 810,412	\$ 894,492	\$ 984,112	\$ 1,079,631	
Utilidad antes de reparto a trabajadores	\$ 352,156	\$ 432,968	\$ 529,218	\$ 643,243	\$ 777,702	
15% reparto a trabajadores	\$ 52,823	\$ 64,945	\$ 79,383	\$ 96,486	\$ 116,655	
Utilidad antes de Impuestos	\$ 299,333	\$ 368,023	\$ 449,836	\$ 546,757	\$ 661,046	
Impuesto a la renta (25%)	\$ -	\$ 74,833	\$ 92,006	\$ 112,459	\$ 136,689	
Utilidad Neta	\$ 299,333	\$ 293,189	\$ 357,830	\$ 434,298	\$ 524,357	

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

La tabla 4.17 muestra el flujo de efectivo proyectado a 5 años.

Tabla No.4.17: Efectivo proyectado a 5 años

RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS						
	0	1	2	3	4	5
Flujo de operacion						
Ventas		\$ 1,193,071	\$ 1,348,170	\$ 1,523,432	\$ 1,721,478	\$ 1,945,270
Ventas Instituciones publicas		\$ 493,437	\$ 557,583	\$ 630,069	\$ 711,978	\$ 804,535
Numero de unidades (Kilos) Inst. Publicas		1,233,591	1,393,958	1,575,173	1,779,945	2,011,338
Precio unitario (c/Kg)		\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40
Ventas Instituciones privadas		\$ 699,634	\$ 790,587	\$ 893,363	\$ 1,009,500	\$ 1,140,735
Numero de unidades (Kilos) Inst. Privadas		\$ 908,616	\$ 1,026,736	\$ 1,160,212	\$ 1,311,039	\$ 1,481,474
Precio unitario (c/Kg)		\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77	\$ 0.77
Gastos		\$ 840,915	\$ 915,202	\$ 994,214	\$ 1,078,235	\$ 1,167,569
Gastos de depreciacion		\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350
Gastos de interes		\$ 25,028	\$ 20,440	\$ 15,372	\$ 9,773	\$ 3,588
Gastos de operacion		\$ 731,537	\$ 810,412	\$ 894,492	\$ 984,112	\$ 1,079,631
Utilidad antes de reparto a trabajadores		\$ 352,156	\$ 432,968	\$ 529,218	\$ 643,243	\$ 777,702
15% reparto a trabajadores		\$ 52,823	\$ 64,945	\$ 79,383	\$ 96,486	\$ 116,655
Utilidad antes de Impuestos		\$ 299,333	\$ 368,023	\$ 449,836	\$ 546,757	\$ 661,046
Impuesto a la renta (25%)		\$ -	\$ 74,833	\$ 92,006	\$ 112,459	\$ 136,689
Utilidad Neta		\$ 299,333	\$ 293,189	\$ 357,830	\$ 434,298	\$ 524,357
Depreciacion		\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350	\$ 84,350
FEO		\$ 383,683	\$ 377,539	\$ 442,180	\$ 518,648	\$ 608,707
Inversion	\$ (421,750)					80,660
Capital de Trabajo	(267,806)	(80,812)	(96,251)	(114,025)	(134,459)	693,352
Flujo Neto	(689,556)	302,871	281,289	328,155	384,189	1,302,059
Necesidades de Capital de Trabajo	0	\$ 267,806	\$ 348,618	\$ 444,868	\$ 558,893	\$ 693,352
VAN	\$1,051,066					
TIR	49%					
Flujo de financiamiento						
Deuda	(275,823)					
interes		\$ 25,028.03	\$ 20,440.30	\$ 15,372.18	\$ 9,773.35	\$ 3,588.26
Capital		\$ 43,812.39	\$ 48,400.12	\$ 53,468.25	\$ 59,067.07	\$ 65,252.17
Total		\$ 68,840.42	\$ 68,840.42	\$ 68,840.42	\$ 68,840.42	\$ 68,840.42
NOTAS:						
1. Estructura de Capital: 40% Financiamiento, 60% Capital Propio						
2. Costo de capital 11.47%						
3. Contrato a 5 años						
4. Se considera un mes de operacion como capital inicial de trabajo						

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

La Tabla 4.18 muestra el balance general proyectado a cinco años de duración del proyecto.

Tabla No.4.18: Balance general proyectado a cinco año

BALANCE GENERAL PROYECTADO					
	1	2	3	4	5
ACTIVOS					
EFFECTIVO	305,744.77	283,191.58	329,746.45	385,436.47	1,302,565.81
CUENTAS POR COBRAR	308,456.89	521,589.83	673,807.17	826,548.65	129,198.17
EQUIPOS	286,750.00	229,400.00	172,050.00	114,700.00	57,350.00
FLOTA Y EQUIPOS DE TRANSPORTE	135,000.00	108,000.00	81,000.00	54,000.00	27,000.00
DEPRECIACION ACUMULADA	(84,350.00)	(168,700.00)	(253,050.00)	(337,400.00)	(421,750.00)
TOTAL ACTIVOS	951,601.66	973,481.41	1,003,553.62	1,043,285.12	1,094,363.98
PASIVOS					
CUENTAS POR PAGAR	11,200.00	11,923.52	12,693.78	13,513.80	14,386.79
PRESTAMOS DE FINANCIAMIENTO	201,055.65	158,033.32	110,505.99	58,001.93	(0.00)
INTERESES POR PAGAR	22,247.14	18,169.16	13,664.16	8,687.42	3,189.56
IMPUESTOS	-	75,424.14	92,488.28	112,821.85	136,919.92
TOTAL PASIVOS	234,502.79	263,550.14	229,352.21	193,025.00	154,496.27
CAPITAL					
CAPITAL	415,402.29	415,402.29	415,402.29	415,402.29	415,402.29
RESULTADOS	301,696.58	294,528.97	358,799.13	434,857.83	524,465.42
TOTAL CAPITAL	717,098.87	709,931.27	774,201.42	850,260.12	939,867.71
TOTAL PASIVO + CAPITAL	951,601.66	973,481.41	1,003,553.62	1,043,285.12	1,094,363.98

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio del proyecto queda determinado en la siguiente tabla

Tabla No.4.19: Balance general

Volumen de recolección (Kg)	Precio promedio (\$)	Costo unitario promedio (\$)
1.365.175	0.55	0.42

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Consecuentemente se realiza el análisis del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, el proyecto da como resultados un VAN = \$ 1.051.066 y un TIR DE 49%, lo que implica que es un proyecto viable, ya que obtuvo una tasa de retorno superior a la tasa de descuento.

Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad muestra que existe una probabilidad de obtener utilidades de 79%. El costo tiene una incidencia en la utilidad por lo que es importante tener un proceso eficiente que permita minimizar los costos,

El presente proyecto muestra que existe una oportunidad para ingresar en el sector de recolección, tratamiento y disposición final de residuos hospitalarios, ya que de acuerdo a la investigación de mercado todavía no ha abordado todos los establecimientos que generan residuos hospitalarios. Adicionalmente se debe tomar en cuenta además que la normativa del Distrito Metropolitano de Quito obliga a todos los establecimientos a cumplir con la buena disposición de los residuos hospitalarios.

El proyecto de inversión debido a que se obtuvo una tasa interna de retorno del 49% con un valor presente neto de 1.051.066, es decir, la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

El factor más relevante en la prestación del servicio es la cobertura y precio del servicio puesto que hay un mercado desatendido.

Al no existir sustitutos en el servicio y al bajo grado de rivalidad se puede concluir que la rentabilidad al mediano plazo superará el costo de oportunidad del capital.

Proyección financiera 5 años

Tabla No.4.20: Proyección financiera 5 años

Variables de recolección	Año Base	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Toneladas Anuales	1.834.320	2.934.912	4.402.368	4.490.415	4.512.867	4.535.432
Precio Servicio Tarifa por Kilogramo RH	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
ESTADO DE RESULTADOS	Año Base	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos: Ingresos Servicio de recolección	917.160	1.496.805	2.245.208	2.335.016	2.346.691	2.403.779
Costos y Gastos						
Costos de Tratamiento (Planta)	513.610	709.406	780.346	795.953	811.872	828.110
Costos de Transporte y Logística	220.118	433.200	693.120	762.432	800.554	840.581
Gastos de Administración SRH	165.089	176.095	176.095	179.617	180.515	226.772
Depreciación de Equipos (Autoclave Municipal)		120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Depreciación de Equipos Repotenciales		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Depreciación de Equipos (Autoclave Municipal)			60.000	60.000	60.000	60.000
Total Costos y Gastos	898.817	1.458.701	1.849.561	1.938.002	1.992.941	2.095.463
Utilidad	18.343	38.105	395.647	397.014	353.750	308.316
% Utilidad sobre ingresos	2,00%	2,55%	17,62%	17,00%	15,07%	12,83%

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

INDICADORES PROYECCION PARA 5 AÑOS

Tabla No.4.21: Indicadores 5 años

Precio/Kg	0,5	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Costo Tratamiento/kg	0,28	0,24	0,18	0,18	0,18	0,18
Costo Transporte y Logística /Kg	0,12	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Gastos de Administrativa /Kg	0,09	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

PRESUPUESTOS ESTABLECIDOS MENSUAL Y ANUAL

Tabla No.4.22: Presupuestos Establecidos mensual y anual

DENOMINACION	PRESUPUESTO PROMEDIO AÑO	PRESUPUESTO 5 AÑOS
Ingresos por venta del servicio de recolección, Transporte y Tratamiento de DH	85.000	425.000,00
DENOMINACION	PRESUPUESTO O PROMEDIO MES	PRESUPUESTO ANUAL
GASTOS EN PERSONAL		
TOTAL GASTOS PERSONAL	1.935,41	9.677,06
GASTOS BIENES Y SERVICIO DE CONSUMO		
TOTAL GASTOS BIENES Y SERVICIO DE CONSUMO	11.442,00	49.210,00
OTROS GASTOS CORRIENTES		
TOTAL OTROS GASTOS CORRIENTES	820,00	4.100,00
SUB TOTAL GASTOS CORRIENTES	14.197,41	62.987,06
GASTOS EN PERSONAL PARA INVERSION		
TOTAL GASTOS EN PERSONAL PARA INVERSION	17.626,52	88.132,58
GASTOS EN BIENES Y SERVICIOS PARA INVERSION		
TOTAL GASTOS EN BIENES Y SERVICIOS PARA INVERSION	41.064,00	173.320,00
OTROS GASTOS DE INVERSION		
TOTAL GASTOS DE INVERSION	300,00	1.500,00
OBRAS PUBLICAS		
TOTAL OBRAS PUBLICAS	0	0
BIENES DE LARGA DURACION		
TOTAL DE BIENES LARGA DURACION	26.832,28	28.161,38
SUB TOTAL GASTOS DE INVERSION	85.822,79	291.113,96
	100.020,20	354.101,02
SUPERAVIT/DEFICIT	-15.020,20	70.898,98
COSTO POR KG	0,59	0,42
COSTO POR TONELADA	588,35	416,59

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

- La proyección de gastos en el primer año es una inversión que se proyectara en el quinto año como superávit, considerando el modelo por gestión directa , demuestra que existe viabilidad económica que permitirá cumplir los lineamientos y objetivos estipulados en la Ordenanza de creación de la Empresa.
- Una vez cumplido los primeros 5 años que se encuentran en ejecución se analizarán y determinarán nuevos escenarios del modelo de gestión hospitalarios, bajo una revisión de esquemas actual de tarifas y la posibilidad de generar alianzas estratégicas.
- Como se puede observar de la proyección financiera a 5 años, con los ingresos proyectados en base a las toneladas anuales, el proyecto es sostenible financieramente sin la necesidad de una asignación presupuestaria adicional.
- Los ingresos tienen un crecimiento de 162%, siendo la mayor variación la del primer año con un crecimiento de 63% debido al crecimiento de toneladas recogidas.
- Los gastos tienen un crecimiento de 133% siendo el primer año el de mayor crecimiento (62%)
- Después del tercer año los ingresos y gastos tienen un crecimiento menor debido a que el número de toneladas recogidas tienen un crecimiento estandarizado.

- La utilidad no tiene un comportamiento uniforme. El crecimiento más considerable de la utilidad sobre los ingresos es en el año 3 en donde se presenta un crecimiento de 15.07% con respecto al año 2 y los últimos dos años tiene un comportamiento decreciente, sin embargo, la utilidad se mantiene en 12.84% para el año 5.

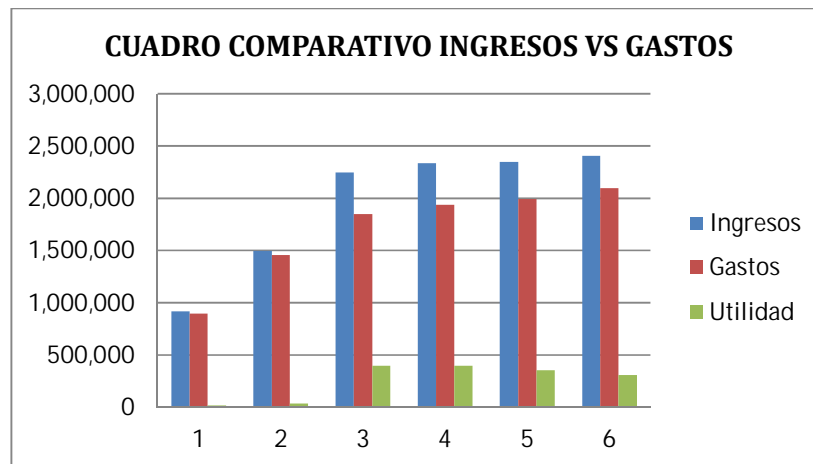


Figura No. 4.17: Cuadro comparativo de ingresos vs Gastos

Fuente: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo
 Elaboración: Ing. Javier López e Ing. Paulina Vallejo

4. 3 Ventajas y desventajas

El cambio del típico modelo de recolección, siempre se considera una ventaja. La ciudad es un entorno dinámico que requiere estrategias del buen vivir que la conviertan en sostenible.

Las ventajas que trae el modelo son:

1. Inclusión del transporte de carga en el Distrito como parte importante de la movilidad y del transporte público masivo.
2. Disminución de tiempos muertos en los recorridos de las rutas.
3. Disminución del coeficiente de sinuosidad en las rutas.

4. No traslape entre rutas.
5. Corresponsabilidad entre establecimientos y municipio.
6. Viabilidad de inclusión de más establecimientos.
7. Evitar congestionar con el servicio aquellas vías y zonas ya saturadas.
8. Cumplir horarios y frecuencias.
9. Combinación de varios medios de transporte para la recolección en diversas zonas.
10. Ampliar la cobertura del servicio.
11. Menor cantidad de establecimientos desatendidos.
12. Ordenación territorial del servicio de acuerdo a la dinámica de la ciudad.
13. El uso de suelo se involucra en la planificación de la ruta.
14. Rutas fijas, que permiten mayor control y seguridad en la operación.
15. Tarifa diferenciada de acuerdo a los recursos involucrados.

Desventajas

1. Oposición de la ciudadanía (usuarios) quienes están acostumbrados al sistema de la responsabilidad entera del Municipio sobre los residuos hospitalarios.
2. Tiempo de educación de la gente en la corresponsabilidad.
3. La distancia a la planta de tratamiento constituye una desventaja que no se puede cambiar en razón del monto invertido para la planta además del licenciamiento ambiental para la misma.

4. Oposición de los establecimientos a la sistematización en la medición del pesaje.

4.4 Evaluación de los resultados

El servicio de recolección de residuos hospitalarios que se ejecuta actualmente tiene el defecto de ser una estrategia de aplicación inmediata sin tener un análisis a detalle de las condiciones en las que se desarrolla, de su rol en el sistema de movilidad y a la vez como incide este sistema en la calidad del servicio.

Al servicio actual le falta organización, distribución y sistematización de las actividades, que permitan agilizar la gestión.

Adicionalmente, el servicio actual funciona solo con un tipo de vehículo (medio), sin tomar en cuenta uso de suelo, tipo de espacio, generación y congestión vehicular.

El primer cambio es la comparación realizada de la demanda del servicio, es decir la distribución de los establecimientos en el territorio con el sistema de movilidad.

Este análisis permite la zonificación, evitando en lo posible el desplazamiento de los vehículos recolectores en el hipercentro de la ciudad (área con mayor saturación de las vías). También se toma en cuenta áreas sensibles como el Casco histórico.

La distribución espacial de los establecimientos permite conocer las necesidades de centros de transferencia de residuos, para facilitar la logística del servicio en un territorio cuya morfología (extensión territorial a lo largo) ocasiona dificultades en el traslado.

La zonificación, ubicación de centros de acopio (transferencia) y la tipología del lugar permiten involucrar más medios y estrategias de transporte.

EL cambio realizado al modelo actual cambia visiblemente la logística del servicio de recolección y por tanto su calidad.

La visión de un sistema multimodal radica en la planificación a corto y mediano plazo, involucrando todas las variables y las respectivas etapas. Esta visión permite conocer toda la infraestructura involucrada en el servicio de recolección, todos los actores sociales, y las insuficiencias del sistema.

La construcción de un centro de acopia permite que la carga fluya a través de la red evitando los retrasos o el tiempo perdido. Adicionalmente las distancias recorridas, que en el tipo de ciudad como Quito, es difícil evitarlas, se optimizan con la instalación de centros de acopio para los establecimientos de menor generación.

De esta manera los indicadores del servicio como tiempo y distancias recorridas son reducidos para la optimización de los viajes, mejora del servicio, corresponsabilidad con los usuarios, redistribución en logística.

Sin embargo, existe un problema de solo contar con una planta de tratamiento, que se encuentra a 40 km aproximadamente de Quito urbano.

La implementación de la sistematización del pesaje y la facturación permite tener un negocio autosustentable, que permita el control de la operación, tener liquidez y una continua mejora del servicio.

En comparación con las rutas de recolección actuales, las mismas terminan su recorrido dentro del área urbana de 6 a 8 horas después de haber comenzado.

CAPÍTULO V: DIRECTRICES PARA LA ELABORACIÓN DE UN REGLAMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

Actualmente para el Distrito Metropolitano de Quito existe la Ordenanza 332 la misma que indica que todos los permisos de operación maneja directamente la Secretaría de Ambiente.

Sin embargo dicha ordenanza no comprende un reglamento que permita ser una fuente de control y apoyo a fiscalización del servicio.

La creación de un reglamento debe comprender todos los aspectos técnicos que encierra el transporte de cargas enfocado al modelo local, y en tal razón el presente trabajo deja por sentado los aspectos que deben incluirse en la construcción de dicho reglamento.

5.1 Parámetros fundamentales para el control y regulación del transporte de residuos (carga).

La aplicación de diversos parámetros técnicos en el servicio de recolección, requiere el uso de una norma jurídica, que permite exigir su cumplimiento.

Luego del análisis realizado y de conocer las falencias del sistema, es necesario incorporar mediante ordenanza los siguientes puntos técnicos:

Flota para recolección especial (residuos hospitalarios):

Permisos de operación de las unidades de transporte: Cada vehículo recolector, debe presentar su permiso de operación para el tipo de servicio

que se quiere brindar. Dicho permiso debe cumplir tanto normativa ambiental como normativa de transporte. En este permiso se debe indicar la capacidad de diseño del vehículo, capacidad real, las condiciones para el transporte seguro de residuos hospitalarios (de acuerdo a la norma inen), características del furgón, operador, plan de emergencia, no menor a 7 años desde su fabricación, ruta por la que circula, programación de ruta, paradas, duración, tiempo de arribo a las paradas, tiempo máximo de espera, tiempo de carga y descarga.

Infraestructura del sistema:

1. Instalación de centros de acopio automatizados: Como parte de la infraestructura municipal, se debe contar con centros de acopio ubicados estratégicamente en el Distrito Metropolitano de Quito. La función de los centros de acopio será recibir los desechos hospitalarios provenientes de pequeños generadores.

Este centro debe incluir un sistema de pesaje automatizado, que permita identificar a través de tarjetas magnéticas la entrada del usuario en el centro, balanza con registro automático del pesaje y emisión del comprobante de recolección para el usuario. Este sistema debe estar enlazado al sistema de la empresa municipal encargada de la recolección.

Pequeños generadores: son establecimientos de salud como consultorios médicos, que no presentan una generación mensual mayor a 50 kilogramos.

Desechos: volumen mínimo para la recolección

La recolección de desechos hospitalarios se realizará en dos casos:

1. Áreas declaradas patrimoniales o protegidas.
2. A los establecimientos que presenten una generación sobre los 500 kilogramos al mes.

Los establecimientos que generen menos de 500 kilogramos al mes deberán de acudir al centro de acopio automatizado más cercano.

Para la clasificación técnica se realizará un estudio de generación en los establecimientos de salud, en conjunto con los organismos competentes.

Permiso de Operación:

Independiente de que el servicio de recolección y transporte de residuos hospitalarios sea operado directamente por una empresa pública o que la realice una empresa privada bajo la modalidad contractual, es obligación presentar los permisos de operación del servicio. El permiso de operación se diseñará en base a la programación del servicio (tablas de operación), mismo que debe contener todos los parámetros técnicos necesarios para su funcionamiento.

Cada vehículo debe contar con su tabla de operaciones, que permitan contar con todos los parámetros técnicos de las rutas y los vehículos recolectores.

Tarifa

De acuerdo a los casos descritos para la recolección, se aplica la tarifa de acuerdo a la complejidad del servicio:

Áreas patrimoniales o protegidas	0.172	Tarifa para la recolección en el centro histórico
Recolección puerta a puerta	0.17	Tarifa para los establecimientos de mayor volumen
Recepción en centro de acopio	0.166	Tarifa para todos los establecimientos que deben acercarse al centro de acopio.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El estudio constituye las directrices de un estudio de factibilidad, que requiere realizar encuestas a los usuarios del sistema con el fin de completar la prefactibilidad y pasar a la factibilidad.
2. El sistema de recolección debe ser considerado como transporte público, ya que presta un servicio básico a la ciudadanía.

Es necesario integrarlo con la red de transporte público con el fin de que la recolección no constituya una carga para la red vial. El mismo debe fluir y planificarse de manera tal que obtenga eficiencia directa para la operación e indirecta para el sistema total.
3. La aplicación del Modelo de sistema multimodal de carga implica la integración de las regiones, en el caso particular implica la integración de los sitios relegados y en un futuro también de las regiones. Con ello se involucra la demanda potencial del servicio.
4. El actual servicio de recolección y transporte de residuos es una operación que carece de planificación. Solo se ejecuta para satisfacer una necesidad inmediata. A nivel de transporte carece de documentos que lo regulen, falta el involucrar variables que inciden en el servicio, entre otras.
5. Para el correcto funcionamiento de un servicio de transporte de carga, deben involucrarse todas las instituciones relacionadas, con el fin de tener información base oportuna, tanto de la demanda del servicio, como de la movilidad, de la regulación. Este involucramiento fortalece

el sector estratégico de la gestión de residuos, que no es aislada a los sectores sociales y productivos, sino que constituye un elemento complementario en la cadena de procesos.

6. El marco legal para el servicio de recolección o transporte de carga es la norma INEN. Sin embargo, la operación necesita que se conjugue la normativa para regulación de transporte como los permisos de operación, aquellos que deben ser congruentes con los aspectos técnicos para el control adecuado de las actividades.
7. Para el caso del Distrito Metropolitano de Quito, se aplicó el modelo de transporte “Algoritmo de los 4 pasos”.
8. La planificación previa del servicio permite plasmar la operación en la realidad del territorio del Distrito Metropolitano de Quito.
9. El enfoque de la recolección al transporte permite incluir variables que lo afectan directamente como la movilidad en la Ciudad, el tipo de territorio y la distribución espacial respecto al destino final.
10. Los parámetros del servicio de recolección que permiten evaluarlo son: tiempo de operación, cobertura de usuarios, tipo de vehículo, rutas de recolección, distancia de ruta, distancia al destino final.
11. La aplicabilidad del sistema de transporte multimodal de carga, desembocó en la implementación de centros de acopio o mini terminales de transferencia, que facilitan la logística del servicio, haciendo las rutas menos sinuosas, evitando el tejido en la ciudad, respetando usos de suelo, características de zonas, disminuyendo el

tiempo de operación y el riesgo directo (operadores) e indirecto (comunidad).

12. La propuesta de una sistematización integral del servicio, con una red de medición de pesaje sistematizada evita el tiempo perdido en pesaje, distribución de facturas y cobranza del servicio. Adicionalmente la obtención de indicadores del servicio es eficiente ya que el registro de la producción de cada establecimiento es automatizado.
13. El permiso de operación es un requisito que regulará la participación de cualquier vehículo particular en las actividades de recolección. Este normará tipos de vehículo e incluso capacidades.
14. Debe asegurarse un contrato por un plazo mínimo de 5 años para lograr los resultados esperados, el cual debe contener un marco legal que proteja la inversión al menos durante este tiempo.
15. Maximizar las rutas de recolección para captar mayor volumen que a la vez permita obtener mayor beneficio.

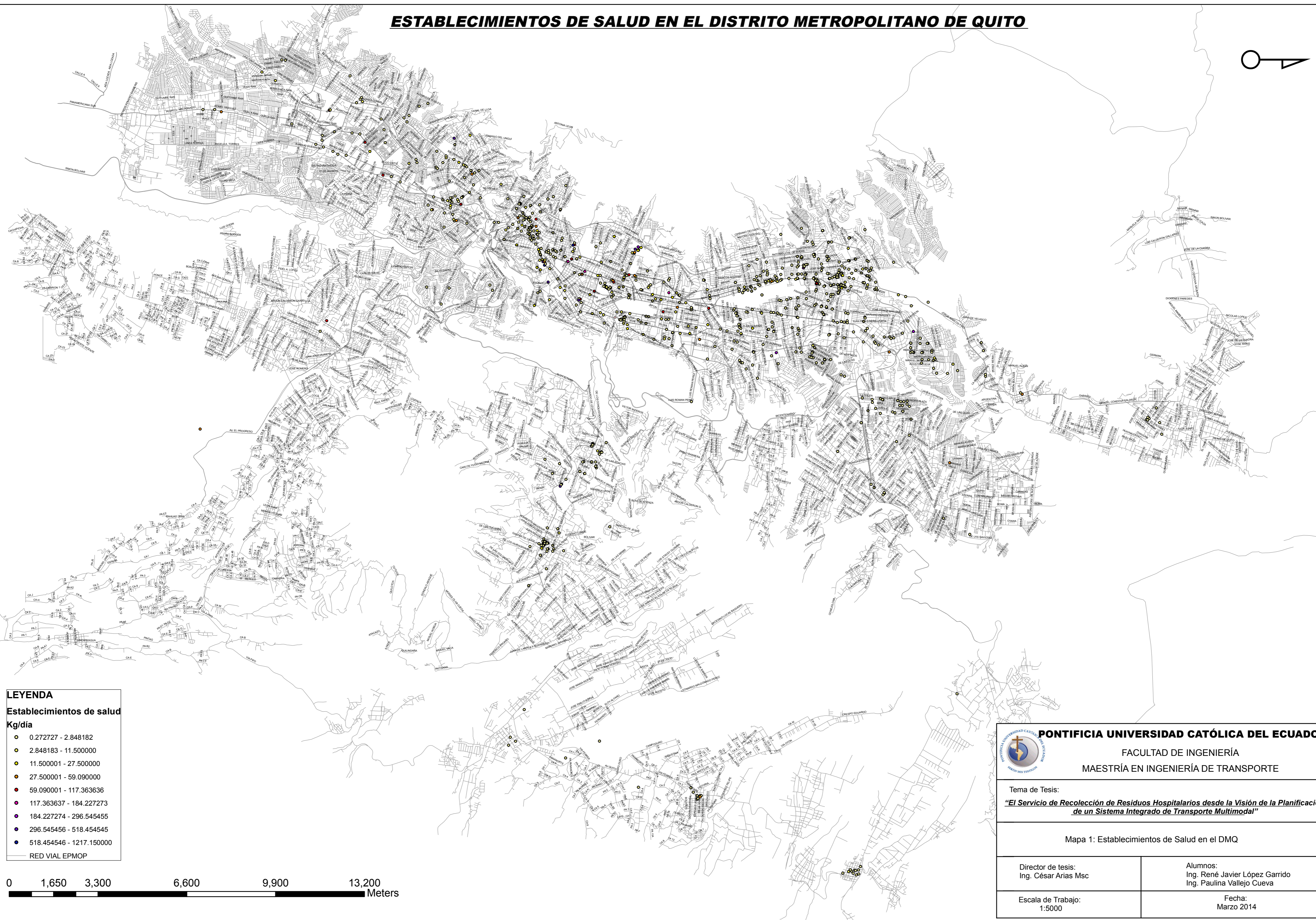
BIBLIOGRAFÍA.

- Transporte público: planeación, diseño, operación y administración, autores: Ángel Molinero, Luis Ignacio Sánchez Arellano.
- Apuntes de clase.
- Handling, storage and transportation of health-care waste. United Kingdom. World Health Organization.
- http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1060_e.pdf
- <http://www.ehs.washington.edu/manuals/biowastemanual/biomedwaste.pdf>
- <http://www.epa.state.il.us/land/waste-mgmt/potentially-infectious-medical-waste.html> (Illinois)
- <http://www.pacode.com/secure/data/025/chapter284/chap284toc.html>
pennsylvania code
- <http://www.cuenca.gov.ec/?q=node/10755>
- <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/087ecolssa.html>
- http://www.aspa.mundalia.info/index.php?option=com_content&view=article&id=510:urgente-irepresion-en-lago-agrio&catid=1:ultimas-noticias&Itemid=2
- http://cargainfo.com/front_content.php?idcat=1231&idart=2740
- <http://logispyme.wordpress.com/category/conceptos-logisticos/>
- <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/desechos-medicos-no-se-recogen-en-su-totalidad-419511.html>

- <http://www.slideshare.net/lucasburchard/manejo-residuos-hospitalarios>

Anexos

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

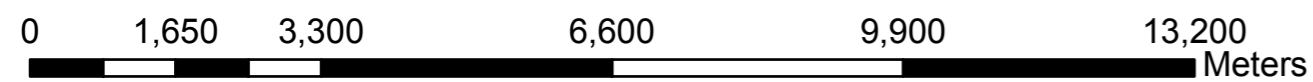


LEYENDA

Establecimientos de salud
Kg/día

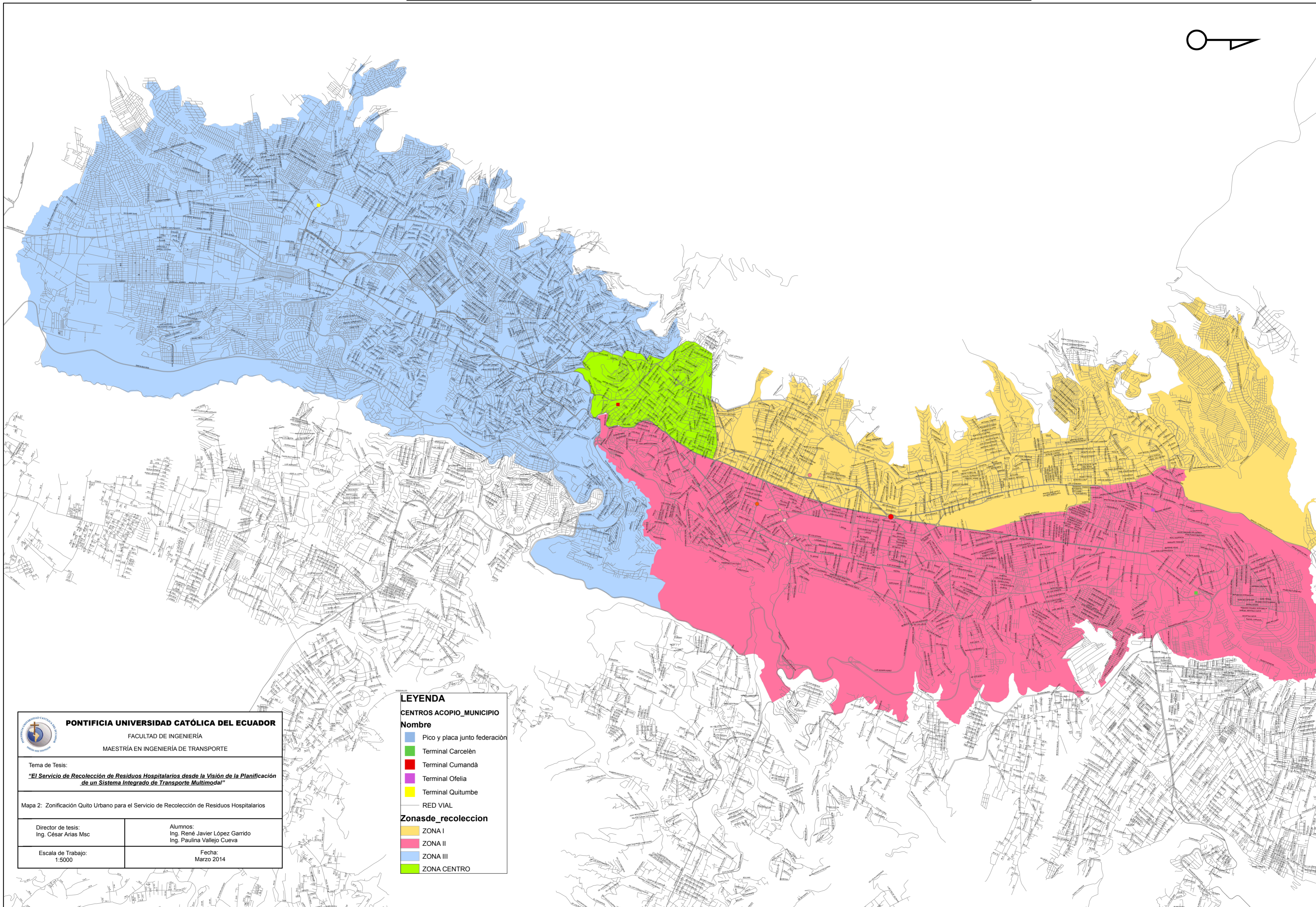
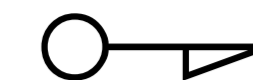
- 0.272727 - 2.848182
- 2.848183 - 11.500000
- 11.500001 - 27.500000
- 27.500001 - 59.090000
- 59.090001 - 117.363636
- 117.363637 - 184.227273
- 184.227274 - 296.545455
- 296.545456 - 518.454545
- 518.454546 - 1217.150000

RED VIAL EPMOP



 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE	
Tema de Tesis: "El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"	
Mapa 1: Establecimientos de Salud en el DMQ	
Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Marzo 2014

SECTORES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS ZONA URBANA



 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE	
Tema de Tesis: "El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"	
Mapa 2: Zonificación Quito Urbano para el Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios	
Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Marzo 2014

LEYENDA

CENTROS ACOPIO_MUNICIPIO

Nombre

- Pico y placa junto federación
- Terminal Carcelén
- Terminal Cumandá
- Terminal Ofelia
- Terminal Quitumbe

RED VIAL

Zonasde_recoleccion

- ZONA I
- ZONA II
- ZONA III
- ZONA CENTRO

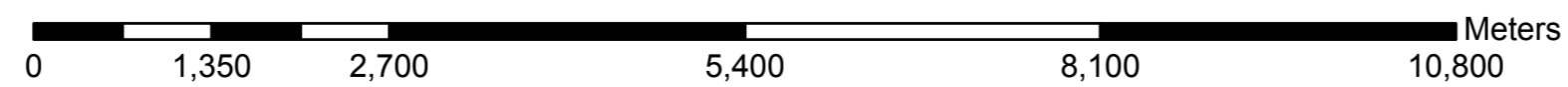
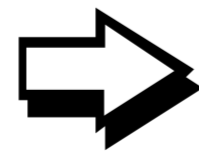
UBICACIÓN DE CENTROS DE ACOPIO EN EL ÀREA URBANA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO



LEYENDA

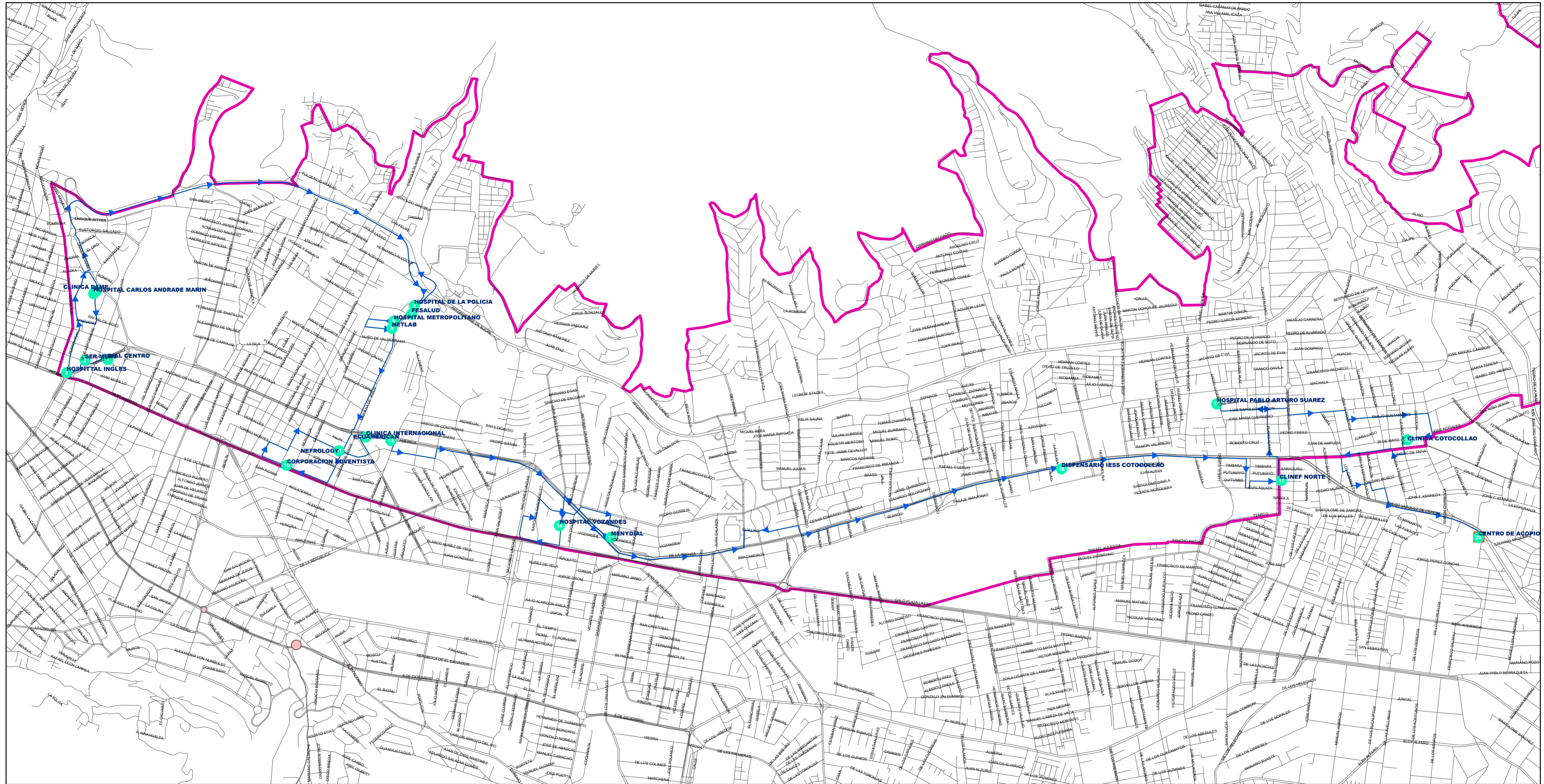
CENTROS ACOPIO_MUNICIPIO

■	CUMBAYA
■	MONTEOLIVO
■	Terminal Cumandà
■	Terminal Ofelia
■	Terminal Quitumbe
—	RED VIAL



 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE</p>	
<p>Tema de Tesis: <i>"El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"</i></p>	
<p>Mapa 3: Ubicación de Centros de Acopio para el Servicio de Recolección de residuos hospitalarios</p>	
<p>Director de tesis: Ing. César Arias Msc</p>	<p>Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva</p>
<p>Escala de Trabajo: 1:5000</p>	<p>Fecha: Marzo 2014</p>

RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS ZONA 1

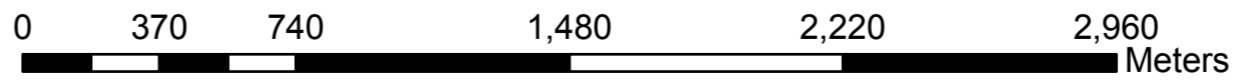


LEYENDA

- Establecimientos de salud
- ? Unlocated
- Error
- Time Violation
- Ruta de Recolección
- CENTROS ACOPIO_MUNICIPIO

Name	Sequence	ArriveTime	DepartTime
DIAL CENTRO	1	04:00:00 a.m.	04:05:00 a.m.
SER-MENS	2	04:07:41 a.m.	04:12:41 a.m.
HOSPITAL INGLÉS	3	04:13:14 a.m.	04:23:14 a.m.
CLINICA DAME	4	04:25:49 a.m.	04:25:49 a.m.
HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN	5	04:25:52 a.m.	05:05:52 a.m.
HOSPITAL DE LA POLICIA FESALUD	6	05:13:48 a.m.	05:28:48 a.m.
HOSPITAL METROPOLITANO NETLAB	7	05:29:32 a.m.	05:37:32 a.m.
HOSPITAL METROPOLITANO NETLAB	8	05:40:42 a.m.	05:55:42 a.m.
CORPORACION ADVENTISTA NEFROLOGY	9	05:56:43 a.m.	05:56:43 a.m.
CORPORACION ADVENTISTA NEFROLOGY	10	06:02:31 a.m.	06:05:31 a.m.
NEFROLOGY	11	06:09:24 a.m.	06:14:24 a.m.
CLINICA INTERNACIONAL ECUAMERICAN	12	06:16:42 a.m.	06:31:42 a.m.
CLINICA INTERNACIONAL ECUAMERICAN	13	06:32:18 a.m.	06:35:18 a.m.
HOSPITAL VOZANDES	14	06:40:14 a.m.	06:52:14 a.m.
MENYDIAL	15	06:59:30 a.m.	07:02:30 a.m.
DISPENSARIO IESS COTOCOLLAO	16	07:27:09 a.m.	07:42:09 a.m.
CLINEF NORTE	17	07:49:31 a.m.	07:56:31 a.m.
HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ	18	08:00:43 a.m.	08:25:43 a.m.
CLINICA COTOCOLLAO	19	08:30:31 a.m.	08:38:31 a.m.
CENTRO DE ACOPIO LA OFELIA	20	08:47:21 a.m.	08:57:21 a.m.

Name	StopCount	StartTime	EndTime	Total_DISTANCE
DIAL CENTRO - CENTRO DE ACOPIO LA OFELIA	22	04:00:00 a.m.	08:57:21 a.m.	26806.967854



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

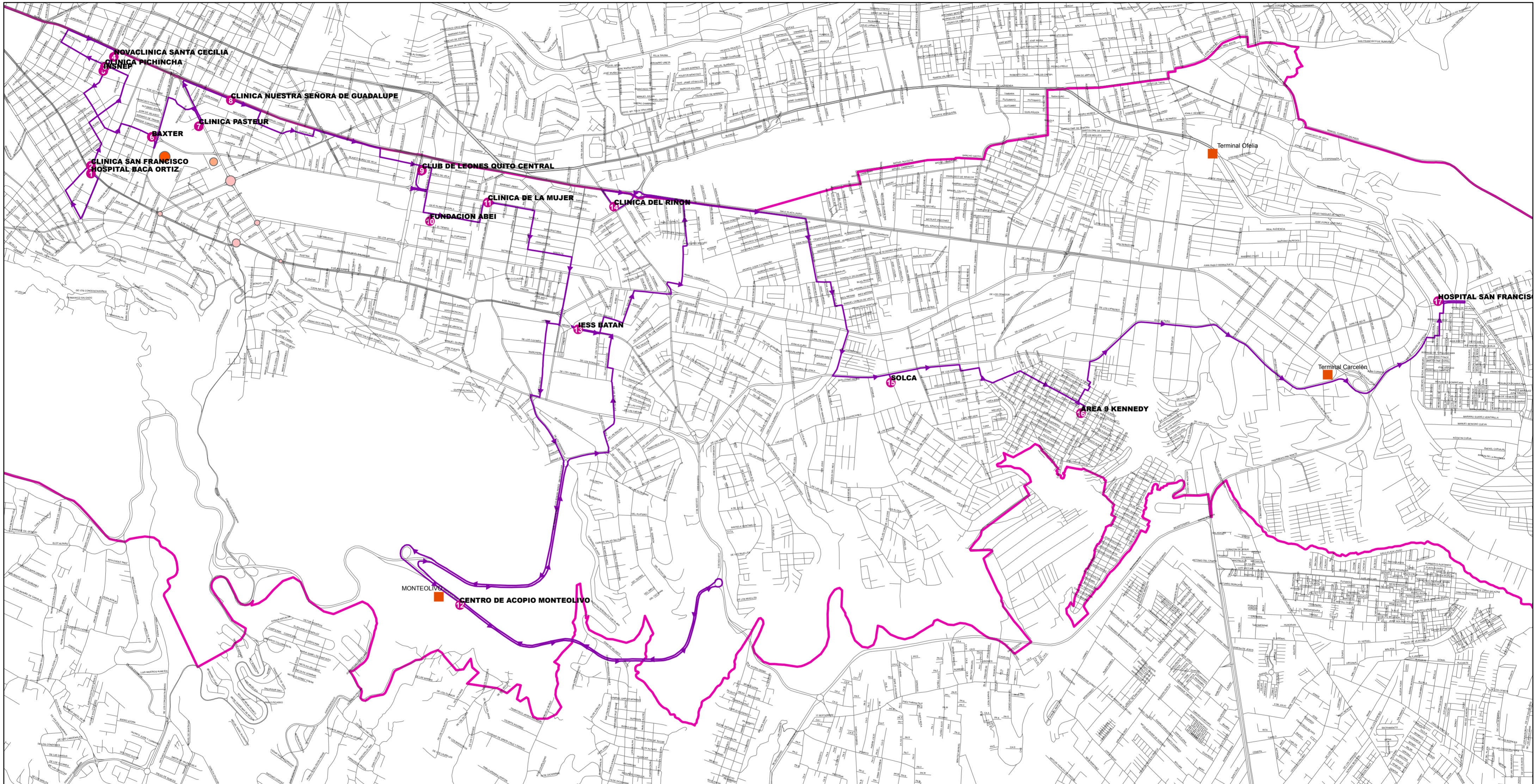
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE

Tema de Tesis:
"El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"

Mapa 4: Ruta de recolección hospitalaria. Zona 1

Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Marzo 2014

RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS ZONA II

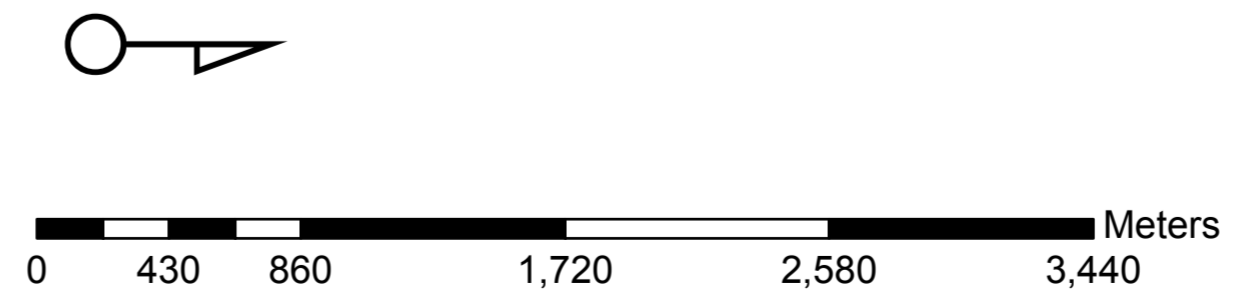


LEYENDA

- Paradas
- ? Unlocated
- Error
- Time Violation
- Routes
- CENTROS ACOPIO_MUNICIPIO
- eje2
- Zonasde_recoleccion

Name	Sequence	ArriveTime	DepartTime
HOSPITAL BACA ORTIZ	1	04:00:00 a.m.	04:15:00 a.m.
CLINICA SAN FRANCISCO	2	04:21:03 a.m.	04:26:03 a.m.
CLINICA PICHINCHA	3	04:31:19 a.m.	04:31:19 a.m.
NOVA CLINICA SANTA CECILIA	4	04:40:32 a.m.	04:48:32 a.m.
INSNEP	5	04:49:23 a.m.	04:59:23 a.m.
BAXTER	6	05:08:32 a.m.	05:08:32 a.m.
CLINICA PASTEUR	7	05:11:58 a.m.	05:21:58 a.m.
CLINICA NUESTRA SEÑORA DE GUAD	8	05:25:46 a.m.	05:25:46 a.m.
CLUB DE LEONES QUITO CENTRAL	9	05:33:38 a.m.	05:41:38 a.m.
FUNDACION ABEI	10	05:44:50 a.m.	05:49:50 a.m.
CLINICA DE LA MUJER	11	05:52:27 a.m.	06:00:27 a.m.
CENTRO DE ACOPIO MONTEOLIVO	12	06:12:03 a.m.	06:12:03 a.m.
IESS BATAN	13	06:17:35 a.m.	06:32:35 a.m.
CLINICA DEL RIÑON	14	06:41:36 a.m.	06:46:36 a.m.
SOLCA	15	06:58:54 a.m.	07:08:54 a.m.
AREA 9 KENNEDY	16	07:13:55 a.m.	07:23:55 a.m.
HOSPITAL SAN FRANCISCO DEL IES	17	07:36:09 a.m.	07:36:09 a.m.

Name	StopCount	Total_DISTANCE	Total_MINUTES
HOSPITAL BACA ORTIZ - HOSPITAL SAN FRANCISCO DEL IES	20	44225.743277	216.145627



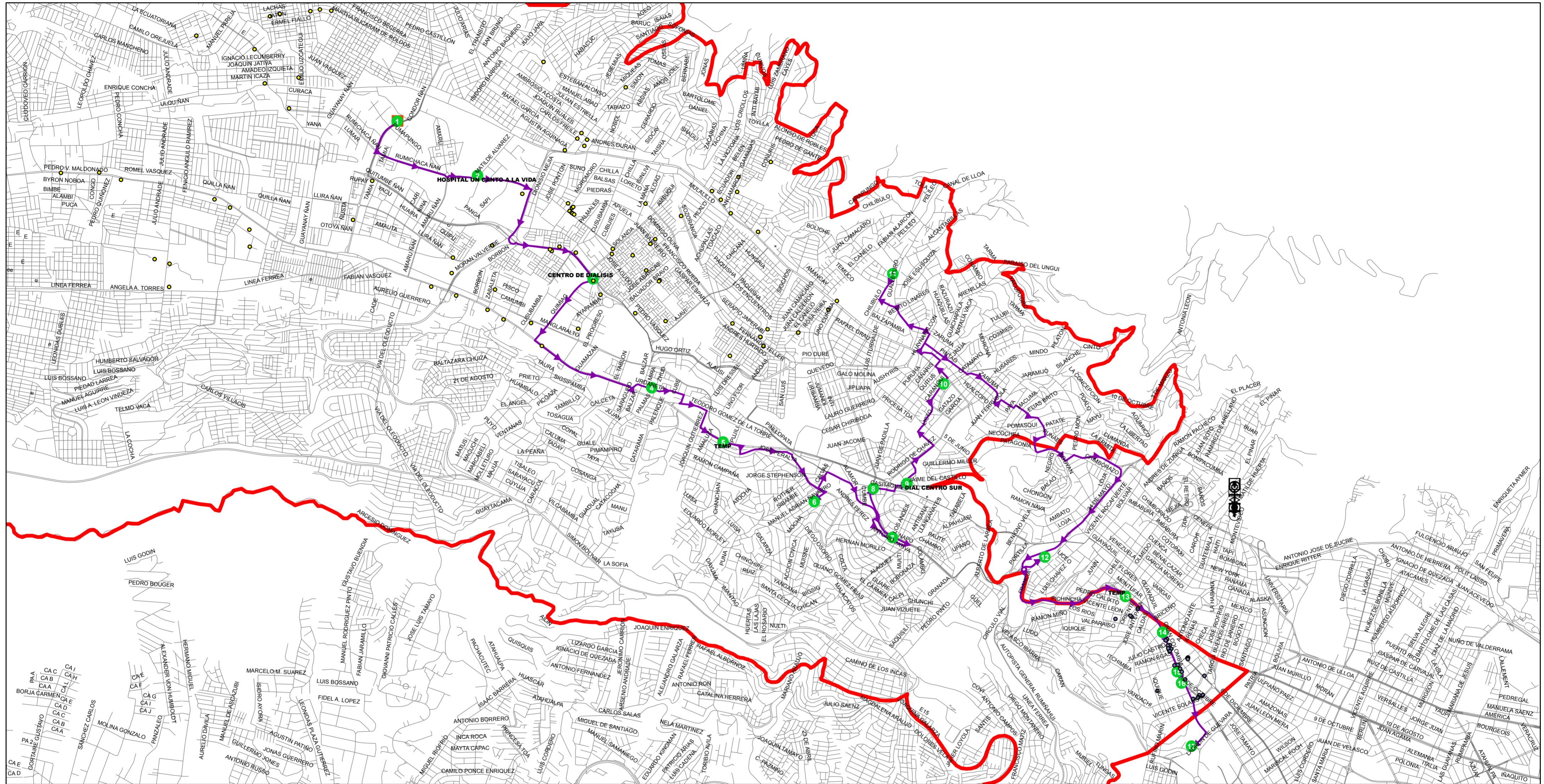
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE

Tema de Tesis:
"El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"

Mapa 5: Ruta de recolección hospitalaria. Zona II

Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Julio 2013

RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS ZONA III

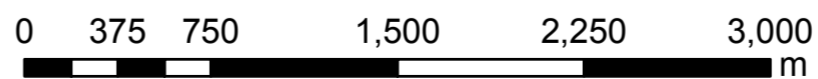
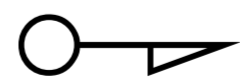


LEYENDA

- Establecimientos para Cumanda
- Establecimientos para Quitumbe
- Paradas
- Unlocated
- Error
- Time Violation
- Ruta Zona III
- Centro de acopio Municipio
- Zona III

Name	Seque	ArriveTime	Cumul_MINUTE
CENTRO DE ACOPIO	1	04:00:00 a.m.	0
HOSPITAL UN CANTO A LA VIDA	2	04:19:47 a.m.	8.777623
CENTRO DE DIALISIS	3	04:47:31 a.m.	22.382362
HOSPITAL SAN BARTOLO	4	05:03:48 a.m.	36.799774
TEMP	5	05:22:49 a.m.	44.065917
UNIDAD DE SALUD MUNICIPAL SUR	6	05:26:00 a.m.	50.651266
AREA N4 CHIMBACALLE	7	05:40:36 a.m.	59.074881
IESS CHIMBACALLE	8	05:59:07 a.m.	65.405517
DIAL CENTRO SUR	9	06:05:16 a.m.	67.668073
AREA SALUD LA MAGDALENA	10	06:15:19 a.m.	76.430421
HOSPITAL ENRIQUE GARCES	11	06:21:06 a.m.	79.80632
CENTRO ACOPIO CUMANDA	12	07:01:33 a.m.	100.753553
TEMP	13	07:07:04 a.m.	110.988605
CRUZ ROJA ECUATORIANA	14	07:09:15 a.m.	114.644406
HOSPITAL ISIDRO AYORA	15	07:26:04 a.m.	118.548666
HOSPITAL EUGENIO ESPEJO	16	07:46:17 a.m.	119.368993
HOSPITAL DE LAS FFAA	17	08:18:34 a.m.	125.457818

Name	StopCount	Total_DISTANCE	Total_MINUTES	StartTime	EndTime
CENTRO DE ACOPIO - HOSPITAL DE LAS FFAA	17	27034.715884	258.561148	04:00:00 a.m.	08:18:34 a.m.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

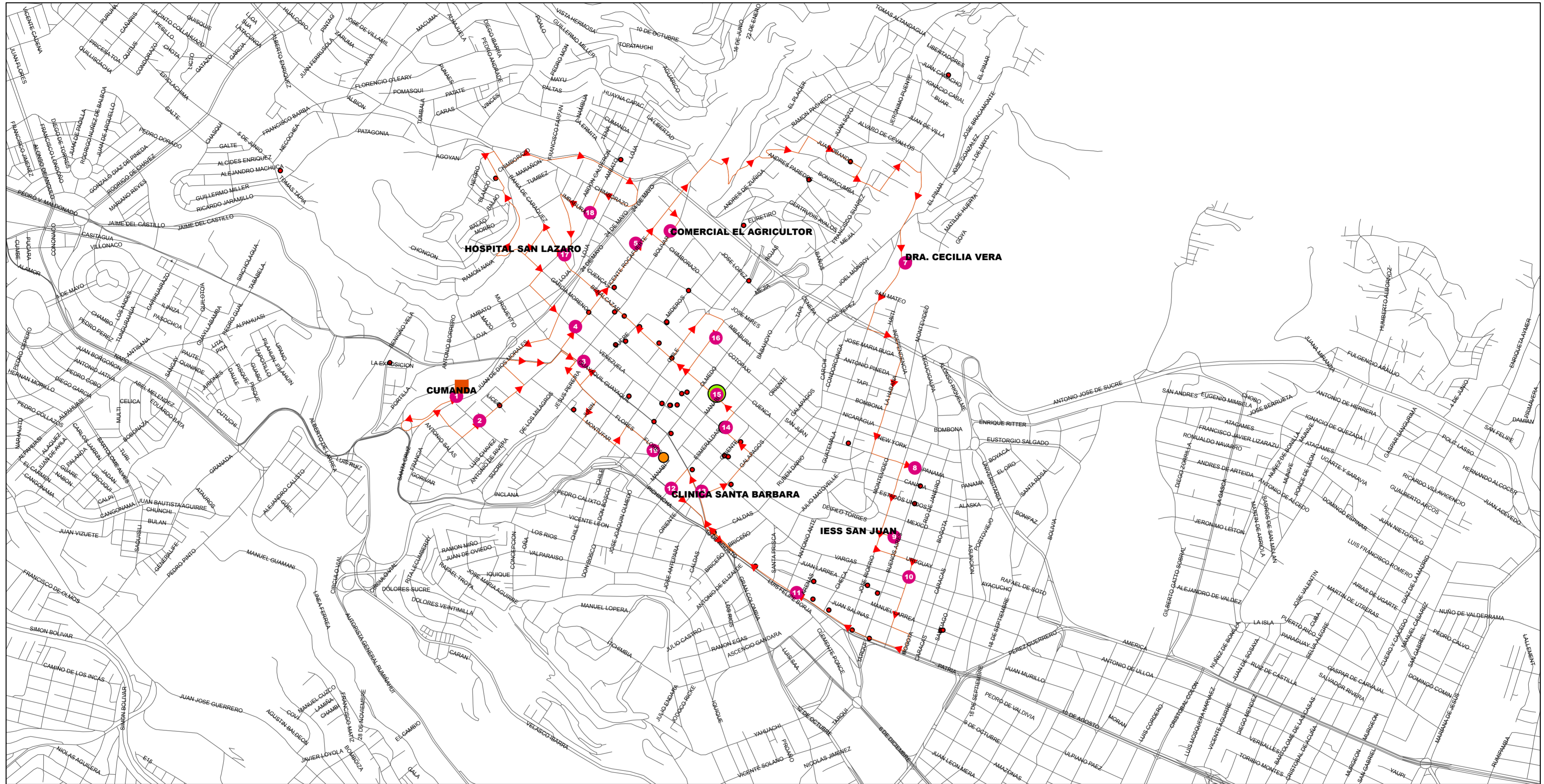
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE

Tema de Tesis:
"El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"

Mapa 6: Ruta de recolección hospitalaria. Zona III

Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Marzo 2014

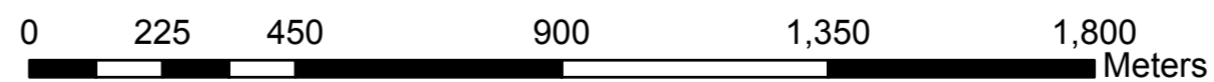
RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS CENTRO



LEYENDA

- CENTRO DE ACOPIO CUMANDA
- Establecimientos
- ? Unlocated
- Error
- Time Violation
- ➔ Ruta Centro

Name	Sequence	Cumul_MINUTES
CUMANDA	1	0
CASA CUNA GANGOTENA	2	1.933091
CEMOPLAF No.1 PLAZA STO DOMINGO	3	5.575696
AREA No.1: CENTRO HISTORICO	4	7.487926
UNIDAD MUNICIPAL DE SALUD CENTRO	5	10.341481
COMERCIAL EL AGRICULTOR	6	11.44002
DRA. CECILIA VERA	7	20.571086
CENTRO MEDICO SAN GABRIEL	8	24.039929
IESS SAN JUAN	9	25.718263
DRA ALBA PUENTE	10	27.7396
PUNTO FAMILIAR SALUD	11	32.517627
CLINICA SANTA BARBARA	12	39.936025
LABORATORIO CLINICO Y BACTERIOLOGICO	13	45.718546
IESS CENTRAL	14	47.366575
CLINICA LA MERCED	15	48.141052
CONSULTORIO ODONTOLOGICO MONTUFAR	16	51.003626
HOSPITAL SAN LAZARO	17	56.655802
CONSULTORIO DR. JOSE SALAZAR	18	61.338294
CLINICA MOSQUERA	19	70.758418



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE

Tema de Tesis:
"El Servicio de Recolección de Residuos Hospitalarios desde la Visión de la Planificación de un Sistema Integrado de Transporte Multimodal"

Mapa 1: Ruta de recolección hospitalaria. Zona Centro

Director de tesis: Ing. César Arias Msc	Alumnos: Ing. René Javier López Garrido Ing. Paulina Vallejo Cueva
--	--

Escala de Trabajo: 1:5000	Fecha: Julio 2013
------------------------------	----------------------